



SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS
E BEM-ESTAR
HUMANO
NA RESERVA DA
BIOSFERA
DO CINTURÃO VERDE
DA CIDADE DE SÃO PAULO

**SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS
E BEM-ESTAR
HUMANO
NA RESERVA DA
BIOSFERA
DO CINTURÃO VERDE
DA CIDADE DE SÃO PAULO**

São Paulo

2020

© INSTITUTO FLORESTAL
Rua do Horto, 931 - Horto Florestal
02377-000 - São Paulo - SP
Fone: +55 11 2231 8555
www.iflorestal.sp.gov.br livro.rbcv@gmail.com

Editores

Elaine Aparecida Rodrigues
Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor
Bely Clemente Camacho Pires
Edgar Fernando de Luca

Conselho Editorial e Revisão Técnica

Antonio Manoel dos Santos Oliveira
Bely Clemente Camacho Pires
Denise de Campos Bicudo
Edgar Fernando de Luca
Elaine Aparecida Rodrigues
Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor
Yara Maria Chagas de Carvalho

Editora de Arte

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Revisão Textual e de Editoração

Adriano Ambrósio Nogueira de Sá
Amanda Rodrigues de Carvalho
Áurea Aparecida Kortz Vilas Bôas
Elaine Aparecida Rodrigues
Kaio Amann Vicente da Rocha
Pedro Paulo Carneiro
Verônica Boarini Sampaio de Rezende

Projeto Gráfico e Diagramação

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Dirceu Caróci
Luisa Sadeck dos Santos
Carolina Cortasso Soares
Elaine Aparecida Rodrigues
Regiane Stella Guzzon
Priscila Weingartner

S446s

São Paulo (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Instituto Florestal.

Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão verde da Cidade de São Paulo. / Editores: Elaine Aparecida Rodrigues, Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor, Bely Clemente Camacho Pires, Edgar Fernando de Luca. -- São Paulo : Instituto Florestal, 2020.

608p. : il. color

Vários autores

Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br>

ISBN: 978-85-64808-21-8

1. Meio Ambiente - recursos naturais - Reserva da Biosfera. 2. Serviços Ecosistêmicos - Reserva Biosfera Cinturão Verde - São Paulo. 3. Serviços Ecosistêmicos - Diagnóstico - Provisão alimentos - Recursos Florestais Madeireiros - Farmacológicos - Culturais - regulamentação - RBCV. I. Título. II. Instituto Florestal

CDU: 502.211(815.6)



JOÃO DÓRIA
Governador do Estado de São Paulo

MARCOS PENIDO
Secretário de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente

LUIS ALBERTO BUCCI
Diretor Geral do Instituto Florestal

RODRIGO LEVKOVICZ
Diretor Executivo da Fundação Florestal

ANITA CORREIA DE SOUZA MARTINS
Presidente do Conselho de Gestão da RBCV

RODRIGO RODRIGUES CASTANHO
Coordenador Executivo da RBCV



APRESENTAÇÃO

Os serviços ecossistêmicos, o território e o ser humano

A organização desta publicação conduzida pelo Instituto Florestal traz à luz um tema fundamental para a atual e, sobretudo, para as futuras gerações. O conteúdo deste documento é uma importante ferramenta para a tomada de decisões sobre o meio ambiente nas três esferas do poder público do Brasil e, notadamente, para as ações que impactam diretamente o planejamento e o ordenamento territorial de uma das maiores metrópoles mundiais.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e sua área envoltória foi declarada como Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV) pela UNESCO em 1994. Esse espaço singular foi estabelecido como avaliação subglobal pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM). Solicitada em 2000 pelo Secretário Geral da ONU, Kofi Annan, a AEM configurou-se em um programa intergovernamental pioneiro para o desenvolvimento de uma síntese sobre os serviços dos ecossistemas e o conhecimento sobre a biodiversidade.

O estabelecimento de uma avaliação ecosistêmica no Cinturão Verde se deu com o objetivo de destacar a relevância dos benefícios da Reserva para a macrometrópole paulista, em uma área que abrange 78 municípios. Seus habitantes, que representam 55% da população do estado, dependem diretamente desses ecossistemas e de seus serviços para o seu bem-estar.

O Cinturão Verde de São Paulo é responsável principalmente por fornecer alimento, água e amenização climática para mais de 25 milhões de habitantes que vivem na área abrangida pela RBCV.

O livro *Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo* apresenta os resultados dos estudos de uma centena de parceiros, especialistas em serviços ecossistêmicos e profissionais de comunicação, que representam a integração de cerca de 50 instituições, nacionais e internacionais.

Em uma análise abrangente, esta publicação mostra a relação íntima entre o desenvolvimento urbano e os serviços ecossistêmicos. Seus resultados enfatizam a importância crucial do ambiente para a subsistência e a qualidade de vida dos habitantes da região e como a sociedade humana interfere (de forma positiva ou negativa) nas características do fornecimento de água, qualidade do ar, amenização do clima, cultura, turismo, controle de erosão de solo, entre outros.

A edição dessa publicação foi concluída em um contexto histórico no qual o governador João Dória, para promover o crescimento do Estado com sustentabilidade, agregou as secretarias de Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos, e Energia e Mineração em uma nova pasta, designada Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), que concentra os pilares do desenvolvimento sustentável para o Estado.

De caráter multidisciplinar, a pasta é composta pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), Fundação Florestal, Fundação Zoológica de São Paulo, Instituto de Botânica, Instituto Florestal e Instituto Geológico que, juntos, têm o objetivo de garantir a geração de emprego com sustentabilidade ambiental, social e econômica no território paulista.

A SIMA tem como foco aprimorar o desenvolvimento sustentável no Estado, aliando estratégias de políticas públicas para

viabilizar programas e projetos para os meios rural e urbano, com o estabelecimento de uma gestão em parceria com o setor privado.

Em nível estadual, os índices relacionados ao saneamento básico estão entre os melhores do país, principalmente no que se refere ao abastecimento de água. Mas precisamos melhorar, sobretudo, no tratamento e coleta dos resíduos sólidos urbanos. Para isso, criamos o Comitê de Integração de Resíduos Sólidos que junto aos municípios paulistas busca soluções regionais definitivas para uma economia circular com resíduos mínimos. Ainda que os indicadores estaduais estejam satisfatórios, lembramos que, em nível regional, a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê apresenta um dos quadros mais alarmantes do Brasil em termos de estresse hídrico – desafio esse abordado na presente publicação e abraçado pela SIMA.

Com esse mesmo compromisso, estamos enfrentando a questão da despoluição dos rios. Nesse contexto, é fundamental a participação ativa da população. Como exemplo, podemos mencionar o projeto Novo Rio Pinheiros – uma das prioridades desta gestão do Governo do Estado de São Paulo – que prevê intervenções nas áreas de todas as sub-bacias dos seus grandes afluentes. Cerca de 3,3 milhões de pessoas vivem nesta região e serão envolvidas nas ações socioambientais para recuperação dos cursos d'água.

O Novo Rio Pinheiros atua em conjunto com outros programas da Sabesp, como o Córrego Limpo, iniciado em 2007 em parceria com a Prefeitura de São Paulo para melhoria da qualidade da água dos mananciais, rios e córregos da capital. Cento e cinquenta e dois córregos já receberam intervenções, o que impacta diretamente na qualidade dos alimentos produzidos no Cinturão Verde.

Por meio dos 21 comitês de bacias hidrográficas existentes no estado, trabalhamos para atender de maneira equânime o aumento da segurança de abastecimento hídrico da nossa população. Já o Projeto Tietê, que também engloba o rio Pinheiros, foi iniciado em 1992 com a criação de infraestrutura para coleta, transporte e tratamento de esgotos. Desde o seu início, a mancha de poluição do rio Tietê reduziu em 77% (de 530 km para 122 km – números auditados pela Fundação SOS Mata Atlântica).

Todas essas ações mostram que é possível o desenvolvimento econômico com sustentabilidade e reverberam diretamente no objeto de estudo deste livro e, sobretudo, na qualidade de vida de toda a população. A SIMA e o Governo do Estado de São Paulo, entendem que esses velhos desafios de ordem ambiental se tornam ainda mais prementes em um mundo em transformação, duramente afetado pela crise do novo coronavírus.

O que buscamos é um ecossistema em equilíbrio e pensar na qualidade de vida das pessoas é nossa atribuição. O estado de São Paulo e o Brasil precisam se reinventar e construir oportunidades onde o desenvolvimento com equidade, responsabilidade, transparência e sustentabilidade será o caminho seguro para um futuro melhor.



Marcos Penido
Secretário de Infraestrutura e Meio Ambiente



APRESENTAÇÃO

A RBCV, seus serviços ecossistêmicos e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em um mundo pós-pandemia

O processo de criação da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV) emanou de um grande movimento popular na década de 1980, que reuniu 150 mil assinaturas em resistência à Via Perimetral Metropolitana Urbana (versão anterior do atual Rodoanel) que, simultaneamente, solicitava a declaração do cinturão verde como reserva da biosfera. Em 1994, a UNESCO declarou a RBCV como parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e, em 2017, reconheceu sua individualização no âmbito da Rede Mundial de Reservas da Biosfera. O Instituto Florestal (IF) foi responsável pela elaboração da documentação técnica-científica que subsidiou a declaração da RBCV, permanecendo, desde seu reconhecimento, com a missão de exercer sua coordenação executiva.

A área abrangida pela RBCV equivale a 0,22% do território brasileiro e 7,5% do território paulista. Nesse espaço, os serviços proporcionados pelos ecossistemas contribuem para o bem-estar de 12,1% da população brasileira (55,3% da população paulista) e para a sustentação de uma economia correspondente a 18,8% do PIB brasileiro (61,2% do PIB paulista). A utilização do enfoque ecossistêmico na RBCV, a partir do conceito de reserva da biosfera urbana e periurbana, representa um instrumental de expressiva importância para a tomada de decisão neste espaço constituído por ecossistemas de significativa relevância em escala local, regional e global. Os estudos apresentados neste livro reforçam a necessidade da adoção da RBCV como plataforma para gestão territorial, com a finalidade de se construir governança ambiental e, notadamente, robustecer a segurança hídrica da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).

Ao iniciarmos a década de 2020, é de se destacar a relevância destes estudos para a proposição de políticas públicas na macrometrópole paulista e para o cumprimento da Agenda 2030 e dos seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da Organização das Nações Unidas. À medida que interferimos e degradamos o ambiente colocamos em risco o bem-estar de toda a humanidade, situação essa evidenciada tanto pelo dado de que 75% das doenças infecciosas emergentes são causadas por vírus transmitidos dos animais para as pessoas, quanto pela fragilidade das opções de resposta

frente às consequências de uma crise de múltiplas dimensões.

Ao mesmo tempo em que se multiplicam os impactos causados pelo COVID-19 no mundo, a implementação da agenda do desenvolvimento sustentável se torna mais urgente – erradicação da pobreza, acesso a serviços de água e saneamento, redução de riscos, controle de mudanças climáticas, proteção dos ecossistemas e da biodiversidade. Em um mundo de incertezas e transformação o reconhecimento da interdependência entre o ser humano e o ambiente torna-se crucial para evitar-se que alterações ambientais de origem antrópica provoquem graves problemas planetários de saúde humana e ambiental. Da mesma forma, este reconhecimento será fundamental para que sejam superados os inúmeros desafios do pós-COVID-19, expressos em emergência de saúde, emergência humanitária e emergência de desenvolvimento – todas essas ameaças evidenciam a desigualdade no bojo de nossas sociedades. O momento exige uma reflexão urgente sobre quem somos e sobre como nos relacionamos com o outro e com a natureza. Desse repensar, podemos estruturar novas formas de economia, que sejam solidárias e que sejam sustentáveis. Será necessário um novo olhar para o local, enquanto espaço para a promoção do ecomercado de trabalho, do turismo sustentável, reconhecendo-o como território de pertencimento, de contemplação, de saúde física e espiritual, de solidariedade e interdependência. É no local que encontraremos a base para recomeçar. Esta publicação vem, oportunamente, trazer luz para o local, para os serviços prestados pelos ecossistemas da RBCV. Seu reconhecimento, nas diversas instâncias de governo, é fundamental para estruturarmos políticas públicas capazes de olhar para cada cidadão como um ser humano integral, que depende fortemente dos ecossistemas para viver e desenvolver suas potencialidades. Precisamos de uma resposta ambiental sólida para proteger as pessoas.



Luis Alberto Bucci
Diretor Geral do Instituto Florestal

APRESENTAÇÃO

Unidades de Conservação – Territórios de Serviços Ecosistêmicos



Informações cientificamente consistentes são fundamentais para que a gestão de um determinado território seja feita de forma qualificada, conciliando suas funções de desenvolvimento socioeconômico com as de conservação ambiental. Criadas em 1976 no âmbito do programa “O Homem e a Biosfera” da UNESCO, as reservas da biosfera vêm contribuindo enormemente com soluções importantes para a gestão integrada de vastas áreas do planeta, dos trópicos ao ártico, passando por desertos, montanhas e áreas urbanas, assegurando que ecossistemas globais representativos estejam em condições de prover aos seus habitantes as condições básicas para o bem-estar humano.

A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV), parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, é um caso bastante particular de uma megacidade mundial envolvida por áreas bastante preservadas, que conservam expressiva biodiversidade ao mesmo tempo que fornecem serviços ecosistêmicos absolutamente relevantes para a qualidade de vida de 25 milhões de habitantes e fundamentais para a saúde econômica de uma região que produz quase 20% do PIB do Brasil.

Cinquenta por cento da área terrestre e 73% da área marinha da RBCV são compostas por 100 unidades de conservação (UC) de 9 categorias do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Vinte e nove delas são administradas pela Fundação Florestal, que correspondem, em área, à maioria dessas áreas protegidas. São unidades emblemáticas como o Parque Estadual Serra do Mar, maior parque de mata atlântica do Brasil, de cuja extensão 57% estão na RBCV, o Parque Estadual da Cantareira, a APA Marinha Litoral Centro e a APA Sistema Cantareira. Não por acaso, as UC são as maiores fornecedoras dos serviços ecosistêmicos da reserva da biosfera, com destaque aos serviços de suporte, responsáveis pelos processos que mantêm a biodiversidade, e à água que abastece esse enorme contingente populacional.

A abordagem ecosistêmica tem sido crescentemente utilizada como ferramenta complementar para a gestão de unidades de conservação do Brasil e do mundo. Ainda que a conservação da biodiversidade seja o carro-chefe para a

criação e gestão desses territórios, hoje, mais do que nunca, é fundamental informar o papel dessas áreas enquanto provedoras e purificadoras dos recursos hídricos, reguladoras do clima, mitigadoras de enchentes, fornecedoras de alimentos e fibras, e garantidoras dos espaços que possibilitam o turismo, lazer, fruição espiritual e demais valores culturais fundamentais à memória da sociedade.

O livro *Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo* vem apresentar de forma clara e inovadora informações que ajudam a compreender os aspectos sistêmicos das regiões metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista com seu cinturão envoltório, e porque a gestão racional dessas áreas dependem uma série de fatores ligados à vida cotidiana das pessoas. Enquanto instituição gestora de unidades de conservação, a Fundação Florestal entende que a metodologia apresentada por este livro valoriza sobremaneira os espaços especialmente protegidos e introduz parâmetros bastante úteis para que os planejamentos em âmbito metropolitano acolham essas áreas da forma mais orgânica possível, numa perspectiva de que a sustentabilidade das cidades do futuro só será atingida à medida que preservem suas áreas verdes e os ecossistemas que as nutrem.

Dados recentes da ONG Conservação Internacional revelam que as cidades estão cada vez mais se aproximando das unidades de conservação do mundo, sujeitando-as crescentemente aos impactos da urbanização. Tal fenômeno é facilmente observado no Brasil e no estado de São Paulo. Num futuro não muito distante, significativa proporção de nossas unidades de conservação estarão em contexto urbano e periurbano. Se por um lado essas áreas protegidas estarão mais próximas e acessíveis às pessoas, por outro temos que estar preparados para desafios adicionais de sua gestão. Nesse sentido, a ferramenta de avaliação ecosistêmica apresentada por esta publicação tem forte potencial de assegurar que os benefícios das UC sejam compreendidos pelo cidadão comum e forjar uma relação de respeito entre a população urbana e as áreas que asseguram seu bem-estar.

Rodrigo Levkovicz
Diretor Executivo da Fundação Florestal

APRESENTAÇÃO

Reserva da biosfera em ambientes urbanos: desafios e perspectivas para o Cinturão Verde

Temos a grata satisfação de apresentar o livro *Serviços Ecológicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo*, obra de referência para a nossa Região.

O presente livro traz um diagnóstico consistente e uma abordagem bastante ampla sobre os serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Cinturão Verde de São Paulo, essenciais à saúde e qualidade de vida de uma população superior a 25 milhões de pessoas, distribuídas em um território abrangido por 78 municípios, incluindo integralmente a região Metropolitana de São Paulo (a 4ª maior do planeta) e quase integralmente a Baixada Santista.

O território de análise deste estudo configura-se como a mais importante região econômica do país e da América Latina, com equivalente riqueza ambiental: a RBCV abriga valiosíssimos remanescentes da biodiversidade e recursos naturais, principalmente do bioma Mata Atlântica. O Cinturão Verde é responsável pelo fornecimento de serviços ecossistêmicos de suporte, provisão, regulação e culturais que garantem os elementos necessários ao bem-estar e à qualidade de vida de seu grande contingente populacional.

Infelizmente o Cinturão Verde de São Paulo vem assistindo sistematicamente à degradação de sua biodiversidade e de seus recursos naturais, provocados principalmente pela expansão urbana desordenada e atividades humanas exploratórias, praticadas de forma insustentável.

Esses processos trazem como resultados a diminuição quantitativa e qualitativa da capacidade de suporte, provisão e regulação desses ecossistemas, gerando gravíssimos problemas como: perda de biodiversidade; escassez hídrica; comprometimento da produção de alimentos e do fornecimento de

produtos e subprodutos florestais; desequilíbrio do clima; desastres geohidrológicos (desmoronamentos, erosões, inundações); poluição do ar; diminuição da capacidade de sequestro de carbono e gases de efeito estufa; perdas de patrimônio genético, científico e cultural; entre muitos outros.

Portanto, esta publicação, composta por importantes e consistentes dados científicos, diagnósticos e indicadores, gera grande otimismo e entusiasmo para os defensores do Cinturão Verde de São Paulo, à medida em que constitui uma valiosíssima ferramenta para tomadas de decisão e elaboração de políticas públicas, voltadas à conservação da biodiversidade, ao desenvolvimento sustentável e ao conhecimento científico e tradicional. Esses são pilares fundamentais para o equilíbrio entre o ser humano e o meio ambiente, definidos também como diretrizes do *Programa Homem e a Biosfera – MAB* da UNESCO que, em 1994, declarou o Cinturão Verde de São Paulo como reserva da biosfera, integrante da Rede Mundial, composta por 714 reservas da biosfera em 129 países, incluindo 21 sítios transfronteiriços, em 2020.

Anita Correia de Souza Martins

Presidente do Conselho de Gestão da
Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo

Rodrigo Rodrigues Castanho

Coordenador Executivo da Reserva da
Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo



PREFÁCIO / PREFACE



A humanidade depende dos serviços ecossistêmicos para o alimento que come, o ar que respira, a água que bebe, e para o atendimento a outras necessidades como o controle de enchentes, o fornecimento de remédios, o controle do clima local e regional e a realização espiritual. Mas nas últimas décadas temos transformado os ecossistemas globais e locais que fornecem esses serviços num ritmo sem precedentes na história humana.

Muitas das alterações que fazemos nos ecossistemas têm a finalidade de aumentar a produção de serviços específicos, como no caso do desmatamento para a abertura de novas áreas para a pecuária ou a produção agrícola. Mas raramente levamos em consideração como as alterações dos ecossistemas podem afetar outros serviços dos quais dependemos. O desmatamento pode, por exemplo, incrementar a produção de alimentos ao passo que reduz a precipitação regional, aumenta temperaturas locais e a taxa das mudanças climáticas globais.

Ao reconhecer que a transformação dos ecossistemas do planeta estava tendo impactos profundos e subdimensionados no bem-estar humano, o secretário-geral das Nações Unidas e três convenções internacionais (sobre Diversidade Biológica, Combate à Desertificação e Zonas Úmidas de Importância Internacional) solicitaram uma avaliação científica internacional com o objetivo de examinar: a) as consequências das alterações dos ecossistemas sobre o bem-estar humano e b) as bases científicas para as ações voltadas ao incremento da conservação e uso sustentável dos ecossistemas e suas contribuições ao bem-estar humano.

Essa avaliação pioneira, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), foi lançada em 2001 e seus resultados foram publicados em 2005. Mais de 2000 especialistas contribuíram na avaliação como autores ou revisores. Àquela época, se por um lado o conhecimento científico sobre o funcionamento dos ecossistemas já estava bem avançado, por outro, as bases científicas para o pleno entendimento de como as alterações nos ecossistemas afetavam as pessoas estavam em seus primórdios. Ao sintetizar e avaliar as informações científicas e o conhecimento tradicional disponíveis, a AEM colaborou diretamente na tomada de decisões e adicionalmente ajudou a validar e definir um novo foco para a pesquisa interdisciplinar. A AEM se provou tão valiosa aos tomadores de decisão que governos instituíram um processo periódico de avaliação, baseado na AEM, conhecido como Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES).

Um dos aspectos pioneiros da AEM foi ter sido a primeira avaliação científica "multiescalar" até então realizada, com avaliações interconectadas realizadas nas escalas locais, de bacias hidrográficas, nacionais, subcontinentais e global. Uma avaliação multiescalar é essencial tanto pela forma como as pessoas tomam decisões que afetam os ecossistemas quanto pela forma como os ecossistemas afetam as pessoas. Uma avaliação estritamente global não é capaz de atender às demandas de todos os tomadores de decisão nas escalas nacionais, subnacionais ou de suas cidades.

All of humanity relies on ecosystem services for the food we eat, the air we breathe, the water we drink, and for meeting many other needs including, flood control, the provision of medicines, the control of local and regional weather and climate, and spiritual fulfilment. But in recent decades we have been transforming the global and local ecosystems that provide these services at a pace exceeding any in human history.

Many of the changes we make in ecosystems are done intentionally in order to increase the production of specific services, for example clearing forests in order to provide more land for livestock or agricultural production. But it is rare that we take full account of how those ecosystem changes may affect other services that we rely on. The clearing of a forest, for example, may increase food production but only while also reducing regional rainfall, increasing local temperatures, and increasing the rate of global climate change.

Recognizing that the transformation of ecosystems across the planet was having profound, and largely underappreciated, impacts on human well-being, the Secretary General of the United Nations and three international conventions (the conventions on biodiversity, desertification, and wetlands of international importance) called for an international scientific assessment to examine: a) the consequences of ecosystem change for human well-being and, b) the scientific basis for actions to enhance the conservation and sustainable use of ecosystems and their contributions to human well-being.

That pioneering assessment, the *Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*, was launched in 2001 and its findings were published in 2005. More than 2000 experts contributed to the assessment as authors and reviewers. At that time, while scientific understanding of the functioning of ecosystems was well advanced, the scientific basis for fully understanding how changes to ecosystems would affect people was in its infancy. By synthesizing and assessing the available scientific information and indigenous knowledge, the MEA helped to directly inform decisions, and it also helped to validate and define a new focus for interdisciplinary research. The MEA proved so valuable to decision-makers that governments institutionalized a regular assessment process modeled on the MEA known as the Intergovernmental Panel for Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

One of the pioneering aspects of the MEA was that it was the first "multi-scale" scientific assessment ever carried out, with interlinked assessments undertaken at local, watershed, national, regional and global scales. A multi-scale assessment is essential both because of how people make decisions affecting ecosystems and because of how ecosystems affect people. A strictly global assessment cannot easily meet the needs of all decision-makers at national, sub-national or city scales. And, any change in an ecosystem can have very different types of impacts at global versus local scales.

E qualquer mudança em um ecossistema pode ter diferentes tipos de impactos em escalas global e locais.

A perda de cobertura florestal, por exemplo, gera impactos no clima tanto globais pela emissão de gases de efeito estufa, quanto locais pelos impactos na temperatura e precipitação.

O Cinturão Verde de São Paulo foi uma das dezoito avaliações subglobais conduzidas no âmbito da AEM. Cada uma das avaliações subglobais usou o mesmo marco conceitual da AEM, buscou envolver os usuários pretendidos da avaliação, como suas partes interessadas e parceiros, e atendeu a padrões de excelência em revisão por pares e acurácia. Desde a finalização da AEM em 2005, dezenas de avaliações subglobais adicionais foram deflagradas ao redor do planeta, e várias das avaliações subglobais originais, incluindo a Avaliação do Cinturão Verde de São Paulo, avançaram no sentido de desenvolver estudos mais abrangentes e com maior credibilidade.

O livro *Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo* é o resultado dessa análise bem mais abrangente. Talvez em nenhum outro lugar do planeta a íntima relação entre o desenvolvimento urbano e os serviços ecossistêmicos seja tão cristalina quanto no caso de São Paulo. Serviços ecossistêmicos urbanos e periurbanos associados a São Paulo e à Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo exercem profunda influência na subsistência e na qualidade de vida da região ao interferir na qualidade e no fornecimento de água, qualidade do ar, clima e temperatura do ar locais, serviços culturais, turismo, erosão do solo, escorregamentos, e acesso a alimentos, produtos florestais madeireiros e não madeireiros. Sem informações científicas consistentes sobre esses serviços, a forma como se alteram com as modificações nos ecossistemas, e os impactos que essas mudanças terão no bem-estar humano, é impossível tanto para o público em geral quanto para os tomadores de decisão fazer escolhas qualificadas sobre o futuro de sua região.

Este livro fornece a base confiável que é necessária para a tomada de decisão. A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo é um ativo extraordinário que, se adequadamente gerido, pode incrementar as bases de sustentação das pessoas de todas as cidades e distritos da região, ao mesmo tempo em que contribui para os objetivos de desenvolvimento sustentável do Brasil. Poucas áreas metropolitanas de maior expressão tiveram a antevisão de estabelecer um arranjo tão sofisticado de áreas urbanas, periurbanas, produtivas e de conservação como ocorreu na região de São Paulo. As informações e orientações deste livro propiciam agora uma plataforma para decisão qualificada sobre gestão de terras e de recursos necessária para lograr-se o máximo proveito possível deste contexto tão particular.

Walter V. Reid

Diretor do Programa de Conservação e Ciência
da Fundação David e Lucile Packard,
343 Second Street, Los Altos, California, U.S.A.
Ex-Diretor de Avaliação Ecossistêmica do Milênio

Forest loss, for example, has a global impact on climate through the release of greenhouse gases, but a local impact on weather through its impact on local temperatures and rainfall patterns.

The São Paulo Green Belt was one of the eighteen subglobal assessments that was carried out as part of the MEA. Each of the MEA subglobal assessments used the same conceptual framework as the overall MEA, sought to involve the intended users of the assessment as stakeholders and partners, and met high standards for peer review and accuracy. Since the completion of the MEA in 2005, dozens of additional subglobal assessments were launched around the world, and several of the original subglobal assessments, including the São Paulo Green Belt Assessment, have proceeded to carry out much more comprehensive and authoritative studies.

The book *Ecosystem Services and Human Well-being in the São Paulo City Green Belt Biosphere Reserve* is the result of this far more comprehensive analysis. Perhaps nowhere on earth is the tight interlinkage between urban development and ecosystem services clearer than in the case of São Paulo. Urban and peri-urban ecosystem services associated with São Paulo and the São Paulo Greenbelt Biosphere Reserve have a profound influence on livelihoods and the quality of life in the region by affecting the quality and supply of water, air quality, local climate and air temperature, cultural services, tourism, soil erosion, landslides, and access to food, timber and non-timber forest products. Without sound scientific information on these services, how they change as the ecosystems change, and what the impact of those changes will be on human well-being, it is impossible for either the public or decision-makers to make sound choices about the future of the region.

This book provides the authoritative basis for decision-making that is needed. The São Paulo City Green Belt Biosphere Reserve is an extraordinary asset that, if properly managed, can enhance the livelihoods of the people in all the cities and towns in the region, while contributing to Brazil's national sustainable development goals. There are few major metropolitan areas that have had the foresight to establish such a sophisticated arrangement of urban, peri-urban, working lands and conservation areas as has occurred in the São Paulo region. The information and guidance in this book now provides the basis for the sound land and resource management decisions that are needed to fully benefit from this unique situation.

Walter V. Reid

Conservation and Science Program Director
David and Lucile Packard Foundation
343 Second Street, Los Altos, California, U.S.A.
Former Director, Millennium Ecosystem Assessment



SUMÁRIO



UM CINTURÃO DE VIDA AO REDOR DE SÃO PAULO	1
---	---



PARTE 1 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO

1.1 O Produtor e o Serviço Ecosistêmico de Provisão de Alimentos.....	35
1.2 Recursos Florestais Madeireiros e Derivados	103
1.3 Produtos Bioquímicos, Medicamentos Naturais e Produtos Farmacêuticos: o Potencial Farmacológico de Espécies encontradas na RBCV	129
1.4 Provisão, Regulação da Água e Bem-Estar Humano.....	175



PARTE 2 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO

2.1 Processos Geohidrológicos de Erosão, Escorregamentos, Assoreamentos e Inundações	239
2.2 Qualidade do Ar.....	275
2.3 Fixação de Carbono em Superfície e Redução de Gases de Efeito Estufa na Atmosfera	317
2.4 Regulação Climática.....	367



PARTE 3 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS CULTURAIS

3.1 Serviços Culturais Folclóricos: a dimensão do Folclore Caipira	413
3.2 Lazer e Turismo: uma reflexão sobre o Ecoturismo, Turismo Rural e Turismo de Aventura.....	445



PARTE 4 DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE SUPORTE

4.1 A Biodiversidade como Serviço Ecosistêmico de Suporte ...	505
---	-----

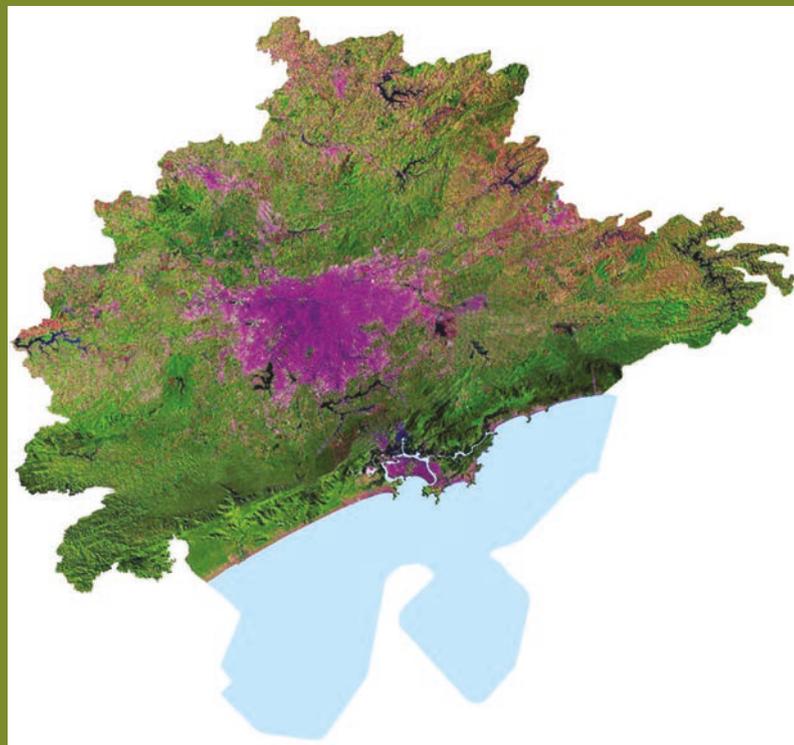


PARTE 5 FERRAMENTAS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO

5.1 Valoração Econômico-Ecológica de Ecossistemas e seus Serviços	541
---	-----



MÃOS UNIDAS PARA OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E PARA A BIODIVERSIDADE	571
---	-----



UM CINTURÃO DE VIDA AO REDOR DE SÃO PAULO

Coordenadores

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP
Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor | FF/SIMA

Autores

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP
Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor | FF/SIMA

Autora contribuinte:

Angelica Maria Fernandes Barradas | FF/SIMA

Foto da abertura do capítulo:
Imagem de satélite
do território da RBCV.
Fonte: Rodrigues; Victor (2014).

“A Reserva da Biosfera do Cinturão
Verde da Cidade de São Paulo
é a seiva que alimenta
a grande cidade do Planeta;
os elos desse Cinturão guardam
os tesouros da Mata Atlântica:

- a *Cantareira*, a Serra dos Cântaros,
manancial dos tempos do Império e de hoje;
- *Jaraguá*, o senhor do Vale encantado,
que escondia o outro em suas entranhas;
- *Morro Grande*, Caucaia,
o fogaréu na mata tingindo de sangue
o céu de outono;
- *Guarapiranga*, a garça vermelha
que retorna a cada primavera;
- *Jurupará*, meio macaco, meio demônio,
pesadelo dos caçadores;
- *Paranapiacaba*, mirador do oceano
na crista da Serra do Mar;
- *Itapeti*, a serra do lajeado branco;
- *Nascentes do Tietê*, rio profundo,
que corre ao contrário,
que teima em buscar o sertão,
que espelha a alma dos filhos desta Terra
que, inconformados, teimam em forjar
o próprio destino.”

Mauro Victor, 1993



SUMÁRIO



1 Da criação da RBCV à sua individualização na Rede Mundial de Reservas da Biosfera.....	6
2 Serviços ecossistêmicos.....	18
2.1 Serviços ecossistêmicos e interações com o bem-estar humano	18
2.2 Cidades, biodiversidade e serviços ecossistêmicos.....	22
3 Do global ao local – serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na RBCV.....	25
4 Os ecossistemas do cinturão verde, seus serviços, vetores de alteração e relação com o bem-estar humano	27
Referências.....	32

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Rede Brasileira de Reservas da Biosfera.
- Figura 2** Manifesto em defesa da Cantareira, década de 1980.
- Figura 3** Entrega de abaixo-assinado, com cerca de 150 mil assinaturas, a Tânia Munhoz, presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para a declaração do Cinturão Verde como Reserva da Biosfera, em 1989.
- Figura 4** Diploma da UNESCO de declaração da RBCV (1994).
- Figura 5** Casa das Reservas da Biosfera, localizada no Parque Estadual Alberto Löfgren, que abriga a Coordenação Executiva da RBCV, a Presidência da RBMA e suas equipes técnicas.
- Figura 6** Estudantes do PJ-MAIS, em atividades na Semana de Meio Ambiente (2006) (A) (B); NEE São Bernardo do Campo (2005) (C); Caieiras (2006) (D); Cotia/Morro Grande (2006) (E) (F); Cubatão, (2015) (G); Atividade PROMAFS (2006) (H); e no Caminhos do Mar (PESM) (I)".
- Figura 7** Representação esquemática do zoneamento da RBCV em dois momentos: criação (1994) e 2ª revisão do zoneamento (2019).
- Figura 8** Imagem de satélite do território da RBCV, representação esquemática de sua localização na América do Sul, da localização da RMSP e da cidade de São Paulo.
- Figura 9** Diploma da UNESCO que reconheceu a individualização da RBCV, em 2017.
- Figura 10** Unidades de conservação no território da RBCV, em 2020.
- Figura 11** Marco conceitual da Avaliação Ecológica do Milênio (A) e da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecológicos (B).
- Figura 12** Tendência de expansão urbana em áreas da RBCV em 2030 e potenciais conflitos para a biodiversidade.
- Figura 13** As avaliações subglobais no âmbito da Avaliação Ecológica do Milênio.
- Figura 14** Inclusão da ASG-RBCV como avaliação ecológica aprovada junto à rede de avaliações subglobais da AEM.
- Figura 15** Capacidade de fornecimento de serviços ecológicos na RBCV.

TABELAS

- Tabela 1** Reservas da Biosfera no Brasil.
- Tabela 2** Serviços ecológicos identificados na proposta de criação da RBCV.
- Tabela 3** Critérios de zoneamento da RBCV.
- Tabela 4** Ficha técnica da RBCV.
- Tabela 5** Estado geral dos serviços de provisão, regulação e culturais considerados na Avaliação Ecológica do Milênio.
- Tabela 6** Tendências mundiais da capacidade da natureza para manter suas contribuições para uma boa qualidade de vida, desde 1970 ao presente.
- Tabela 7** Classificação de importantes serviços ecológicos em áreas urbanas e seus principais componentes e funções ecológicas.

SIGLAS



- AEM** Avaliação Ecosistêmica do Milênio | *Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*
- AHPCE** Associação Holística de Participação Comunitária Ecológica
- AMAR** Associação de Moradores e Amigos da RBCV
- APA** Área de Proteção Ambiental (categoria de UC do SNUC)
- ASG-RBCV** Avaliação Suglobal da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo
- CO₂** Dióxido de carbono
- COBRAMAB** Comissão Brasileira para o Programa “O Homem e a Biosfera”
- DF** Distrito Federal
- FE** Floresta Estadual (categoria de UC do SNUC)
- FF** Fundação Florestal
- ha** Hectares
- IF** Instituto Florestal
- IPBES** *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem* | Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos
- IPEN** Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- MAB** *Man And Biosphere* | Programa O Homem e a Biosfera
- NCP** *Nature's Contributions to People* | contribuições da natureza para as pessoas
- NEE** Núcleo de Educação Ecoprofissional
- ODS** Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
- PDU** Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
- PE** Parque Estadual (categoria de UC do SNUC)
- PJ-MAIS** Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social
- PNM** Parque Natural Municipal (categoria de UC do SNUC)
- RB** Reserva da Biosfera
- RBAC** Reserva da Biosfera da Amazônia Central
- RBC** Reserva da Biosfera do Cerrado
- RBCA** Reserva da Biosfera da Caatinga
- RBCV** Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo
- RBMA** Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
- RBP** Reserva da Biosfera do Pantanal
- RBSE** Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço
- RM** Região Metropolitana
- RMBS** Região Metropolitana da Baixada Santista
- RMSP** Região Metropolitana de São Paulo
- SCOPE** *Scientific Committee on Problems of the Environment* | Comitê Científico sobre Problemas do Meio Ambiente
- SIMA** Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
- SNUC** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
- UNESCO** *United Nations Education, Scientific and Cultural Organization* | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
- USP** Universidade de São Paulo

1 | DA CRIAÇÃO DA RBCV À SUA INDIVIDUALIZAÇÃO NA REDE MUNDIAL DE RESERVAS DA BIOSFERA

As reservas da biosfera (RB), criadas no âmbito do Programa o Homem e a Biosfera (*Man And Biosphere – MAB*), da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), representam mais do que uma figura preservacionista tradicional, uma vez que se baseiam em conceitos que apontam explicitamente para a conciliação entre conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico, em convergência com os pressupostos contemporâneos de sustentabilidade (RODRIGUES *et al.*, 2006). As reservas da biosfera visam a cumprir três funções interconectadas: *i*) conservação da biodiversidade e da diversidade cultural; *ii*) desenvolvimento econômico que seja ambiental, social e culturalmente sustentável (com especial preocupação com o bem-estar humano); e *iii*) apoio logístico (educação, treinamento, pesquisa e monitoramento como base para o desenvolvimento) (UNESCO, 2020; MMA, 2016).

O Programa MAB teve início em 1971 e tem como elemento essencial as reservas da biosfera, definidas como “lugares de aprendizado para o desenvolvimento sustentável” (UNESCO, 2020). Criadas em 1976, são caracterizadas como sítios destinados a explorar e demonstrar abordagens da conservação e do desenvolvimento sustentável em escala regional, sob a jurisdição soberana de cada país, que compartilham suas ideias e experiências no âmbito da Rede Mundial de Reservas da Biosfera (UNESCO, 2020; JAEGGER, 2005). Essa rede está constituída por 714 reservas, distribuídas em 129 países: 86 reservas da biosfera em 31 países da África; 33 reservas da biosfera em 12 países nos Estados Árabes; 161 reservas da biosfera em 24 países da Ásia e Pacífico; 303 reservas da biosfera em 40 países da Europa e América do Norte; e 131 reservas da biosfera em 22 países da América Latina e do Caribe. Os países com maior número de reservas da biosfera em seus territórios são: Espanha (52); Rússia (47); México (42); China (34); Estados Unidos (28); Itália (19); Alemanha (16); Argentina (15) (UNESCO, 2020).

Para ultrapassar os conceitos tradicionais de conservação, as reservas se apoiam em um esquema de zoneamento que integra as áreas prioritárias para conservação com outras que propõem usos diferenciados, com diferentes graus de intervenção humana em que o desenvolvimento sustentável é priorizado e promovido com sistemas de governança em geral inovadores e participativos.

Essas três zonas inter-relacionadas objetivam o atingimento das três funções complementares das reservas, que se reforçam mutuamente (UNESCO, 2020). O zoneamento das reservas da biosfera contempla:

- zona núcleo: compreende ecossistemas mais íntegros, protegidos em regimes mais restritivos de conservação e que melhor contribuem com a preservação das paisagens, ecossistemas, espécies e variabilidade genética;
- zona de amortecimento (e conectividade): envolve ou une as zonas núcleo e é utilizada para atividades compatíveis com boas práticas ecológicas, que incluem a pesquisa científica, treinamento e educação; buscam assegurar a conectividade na paisagem para além da amortização dos impactos da ação antrópica sobre as zonas núcleo. Essas zonas também possuem, *per se*, importante função de conservação da biodiversidade;
- zona de transição (e cooperação): é a área da reserva onde se dá a maioria das atividades humanas, como agricultura e pequenos núcleos urbanos; promove o desenvolvimento econômico e humano que seja sociocultural e ecologicamente sustentável.

As reservas da biosfera ainda se caracterizam por apresentar foco em abordagem de múltiplas partes interessadas, com particular envolvimento das comunidades locais na gestão; fomento ao diálogo para resolução de conflitos no uso dos recursos naturais; integração da diversidade cultural e biológica, com especial atenção ao papel do conhecimento tradicional na gestão dos ecossistemas; demonstração de boas práticas e políticas adequadas de desenvolvimento sustentável (definidas com base em pesquisa e monitoramento); atuação como locais de excelência em educação e treinamento;



e participação na Rede Mundial de Reservas da Biosfera (UNESCO, 2020).

Ainda que o Brasil tenha criado a *Comissão Brasileira do Programa sobre o Homem e a Biosfera* em 1974, posteriormente designada como *Comissão Brasileira para o Programa “O Homem e a Biosfera”* (COBRAMAB), com o objetivo de planejar, coordenar e supervisionar as atividades do MAB no país (BRASIL, 1974; 1999), somente na década de 1990 o país iniciou a implementação de reservas da biosfera em seu território. O ingresso tardio do Brasil na Rede Mundial de Reservas da Biosfera, em grande parte devido ao entendimento, durante o regime militar, de que isso pudesse representar riscos à soberania nacional, teve como aspecto positivo o alargamento do escopo de aplicação do conceito de reservas da biosfera em um país: o Brasil optou por estabelecer as reservas como instrumentos de gestão na escala dos grandes biomas/regiões biogeográficas nacionais e, no caso da RBCV, como marco de gestão integrada de uma grande metrópole planetária com seus ecossistemas envoltórios (ainda que a mancha urbana em si esteja fora do território da reserva) (**Tabela 1 e Figura 1**).

Em 2000, as reservas da biosfera foram recepcionadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) instituído pela Lei 9.985/2000, como um modelo de gestão integrada, participativa e sustentável

dos recursos naturais, adotado internacionalmente, com objetivos básicos de preservar a biodiversidade, desenvolver atividades de pesquisa, monitoramento ambiental, educação ambiental, desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida de suas populações (BRASIL, 2000: Art. 41; Brasil, 2002). Posteriormente, o estado de São Paulo inovou ao tratar as reservas da biosfera como áreas protegidas (SÃO PAULO, 2014), o que trouxe um olhar diferenciado para as duas reservas que abriga em seu território.

O MAB é reconhecido como o primeiro esforço internacional para considerar as cidades como sistemas ecológicos (CELECIA, 2006) e estabelecê-las como referência para a gestão das reservas da biosfera em contextos urbanos, de modo a agregar benefícios tangíveis para essas áreas (UNESCO, 2006). Nesse mesmo contexto, as cidades são consideradas como uma nova classe de ecossistemas moldados pelas interações dinâmicas entre sistemas ecológicos e sociais, que exigem respostas apropriadas de governança (SECRETARIAT, 2012).

Este olhar diferenciado é tão necessário quanto urgente pela constatação de que as cidades são um dos principais fenômenos sociais da humanidade. Este será lembrado pelas futuras gerações como o século urbano. Em 1950, 30% dos habitantes do planeta viviam em cidades (751 milhões de pessoas). Entre 1950 e 2005, o nível de urbanização no mundo passou a 49%.

Reserva da Biosfera	Ano de declaração e de ampliações	Área (km ²)	Divisão Administrativa
Mata Atlântica (RBMA)	1991 (declaração) Ampliações: 1992, 1993, 2000, 2002, 2008, 2019	895.266	Dezessete estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe
Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV)	1994 (integrante da RBMA) 2008 (ampliação e revisão de zoneamento) 2017 (individualização na Rede Mundial) 2019 (atualização de zonas)	24.006	Setenta e oito municípios (RMSP, RMBS e municípios envoltórios)
Cerrado (RBC)	1993 (declaração) 2000; 2001 (ampliações)	285.387	Quatro estados e DF: Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Piauí, Tocantins
Pantanal (RBP)	2000	260.642	Dois estados: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul
Amazônia Central (RBAC)	2001	198.072	Amazonas
Caatinga (RBCA)	2001	286.837	Nove estados: Piauí, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte do estado de Minas Gerais
Serra do Espinhaço (RBSE)	2005 (declaração) 2019 (ampliação)	101.905	Cento e setenta e dois municípios de Minas Gerais

Tabela 1 | Reservas da Biosfera no Brasil.
Fonte: Elaboração própria. Com base em MMA (2019a).

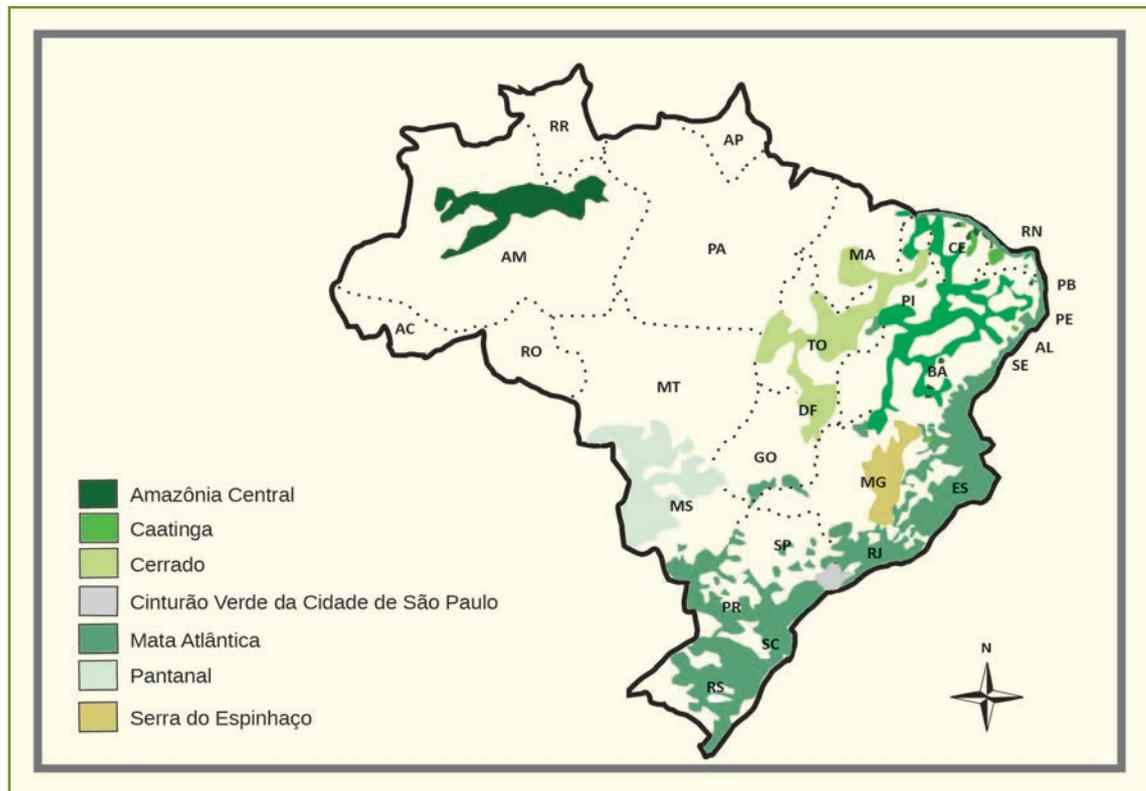


Figura 1 |
Rede Brasileira de
Reservas da Biosfera.
Fonte: Adaptado de
MMA (2019a).

Enquanto em 2018 55% da população mundial (4,8 bilhões de pessoas) viviam em cidades, em 2030 a área urbana mundial deverá ser três vezes maior do que era em 2000 e passará de 400 mil km² para 1,2 milhão de km². Cenários apontam que até 2050, com um acréscimo de 2,4 bilhões de pessoas em relação a 2018 (o equivalente, em termos populacionais, a uma nova Londres a cada sete semanas), serão 68% do total da população mundial em áreas urbanas (UN-HABITAT, 2016; McDONALD *et al.*, 2018). Atualmente, a média para o Brasil varia de 76% (IBGE, 2017) a 84% (UN-HABITAT, 2016) da população vivendo em zonas urbanas e, para a região Sudeste, onde está localizada a RBCV, 87% (IBGE, 2017).

As cidades são, ao mesmo tempo, agentes e vítimas da degradação ambiental planetária, fato agravado pela crescente desconexão de seus habitantes com os ecossistemas naturais. A humanidade depende dos ecossistemas para amenizar as ilhas de calor, regular a qualidade do ar, controlar as enchentes e os escorregamentos, entre outros. Os ecossistemas produzem alimentos, produtos madeireiros e não madeireiros, fármacos e bioquímicos. São responsáveis pelos processos bióticos e abióticos que geram a biodiversidade e proporcionam serviços culturais, recreativos e espirituais.

Idealmente, esses serviços ecossistêmicos deveriam estar disponíveis tanto no entorno quanto no interior das áreas urbanas (RODRIGUES; VICTOR, 2014). O conceito de reserva da biosfera e sua aplicação ao contexto urbano estabelece as bases para um planejamento integrado dos sistemas urbanos e periurbanos (UNESCO, 2003).

Na década de 1980, a degradação ambiental nas áreas periurbanas da metrópole paulista gerou uma grande mobilização liderada pela ativista Vera Lucia Braga, cujo movimento envolveu centenas de organizações e cidadãos e logrou reunir perto de 150 mil assinaturas num histórico abaixo-assinado com duplo intento: oposição à Via Perimetral Metropolitana (versão anterior do atual Rodoanel Metropolitano) e declaração do cinturão verde como reserva da biosfera (Figura 2 e Figura 3).

Na esteira do movimento popular, o Instituto Florestal elaborou o documento técnico para subsidiar o pleito da declaração do cinturão verde como reserva da biosfera (VICTOR *et al.*, 1991), resultando na aprovação pela UNESCO, em 1993, da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV), cujo diploma foi expedido em 1994.

À época, já haviam sido instituídas as fases 1 e 2 da RBMA (1991 e 1992), a primeira



Figura 2 | Manifesto em defesa da Cantareira, década de 1980.
Fonte: Arquivos da RBCV.

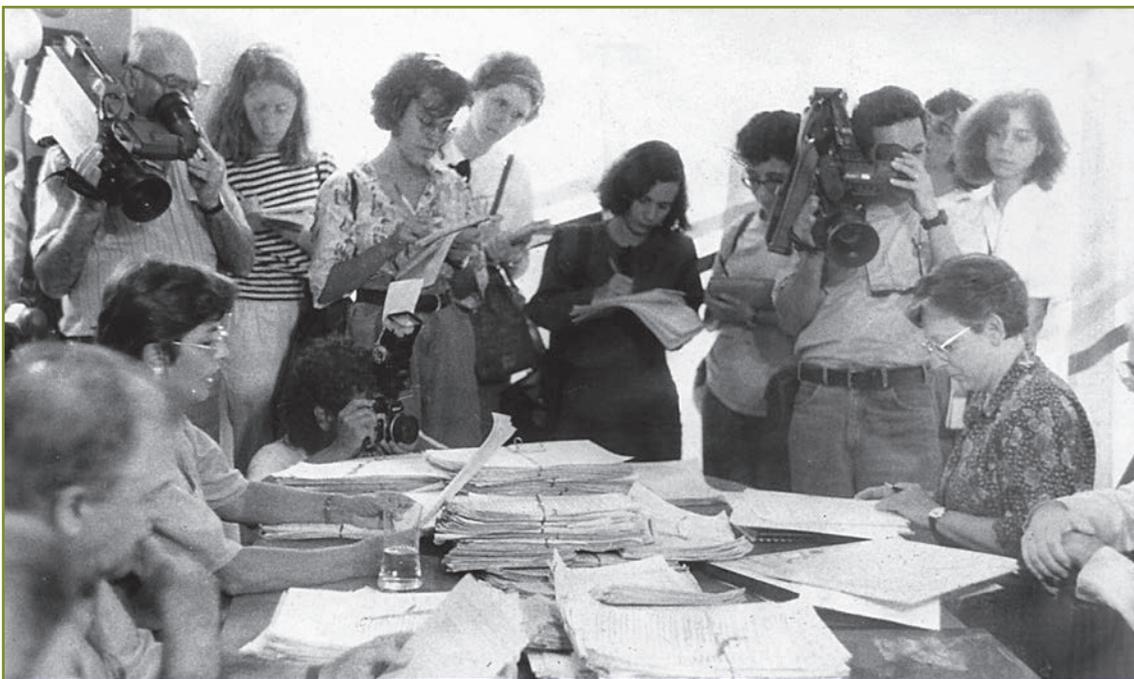


Figura 3 | Entrega de abaixo-assinado, em 1991, com cerca de 150 mil assinaturas, a Tânia Munhoz, presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para a declaração do Cinturão Verde como Reserva da Biosfera.
Fonte: Arquivos da RBCV.

em terras brasileiras. Por ocasião da criação da RBCV, cujo território estava integralmente sobreposto ao da RBMA, foi estabelecida uma configuração inédita na Rede Mundial de Reservas da Biosfera: uma reserva da biosfera (RBCV) dentro de outra reserva (RBMA). Devido a essa superposição de áreas, foi definido um arranjo institucional capaz de articular esses dois movimentos legítimos e inovadores, na forma de um sistema de gestão integrado de reservas da

biosfera interdependentes, porém com autonomia de gestão e escala de atuação próprias. A RBCV foi assim reconhecida como parte integrante da RBMA (VICTOR *et al.*, 2011).

O estudo que subsidiou a declaração da RBCV foi desenvolvido por mais de 20 especialistas do Instituto Florestal de diversas áreas do conhecimento (VICTOR *et al.*, 1991). Ainda que este estudo não tenha mencionado o termo que veio a ser consagrado pela Avaliação

Ecosistêmica do Milênio (AEM) uma década depois (MEA, 2003), a sua base conceitual foram os serviços ecossistêmicos, então denominados, pelo Instituto Florestal, de "benefícios do Cinturão Verde". É provável que este estudo tenha sido um dos primeiros documentos técnicos no Brasil com essa abordagem. Sua base foram

os serviços ecossistêmicos proporcionados pelas áreas periurbanas da metrópole paulista (Tabela 2).

A declaração do Cinturão Verde como reserva da biosfera (Figura 4) representou um avanço e uma oportunidade para a gestão integrada de suas cidades e de seus ecossistemas,

	Benefícios do Cinturão Verde	Descrição
1	Estabilização climática	O cinturão verde ameniza o clima da metrópole, com a mitigação do avanço das ilhas de calor do centro em direção à periferia.
2	Regulação da qualidade do ar	Filtragem do ar poluído, principalmente as partículas em suspensão originadas nos aglomerados urbanos e polos industriais.
3	Absorção de CO ₂	O papel das florestas como absorvedores de CO ₂ atmosférico, com estimativa de mais de 60% de fixação de carbono pelas áreas florestadas da RBCV em relação à emissão de CO ₂ pela RMSF.
4	Preservação dos recursos hídricos	Importância do Cinturão Verde para o abastecimento de água da população da metrópole.
5	Regulação de processos erosivos	A alteração nos ecossistemas do Cinturão Verde se reflete diretamente no aumento do nível de erosão e da sedimentação de toda a rede de drenagem, e potencializa as inundações.
6	Produção de alimentos	O Cinturão Verde abriga importante áreas hortifrutigranjeiras que produzem alimentos básicos.
7	Biodiversidade	O Cinturão Verde é rico em diversidade biológica, abrigada pelos fragmentos de Mata Atlântica e seus ecossistemas associados.
8	Benefícios culturais	Na área do Cinturão Verde, são encontrados monumentos históricos e ambientes naturais e marcos da identidade cultural da memória local.

Tabela 2 |

Serviços ecossistêmicos identificados na proposta de criação da RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em Victor *et al* (1991).

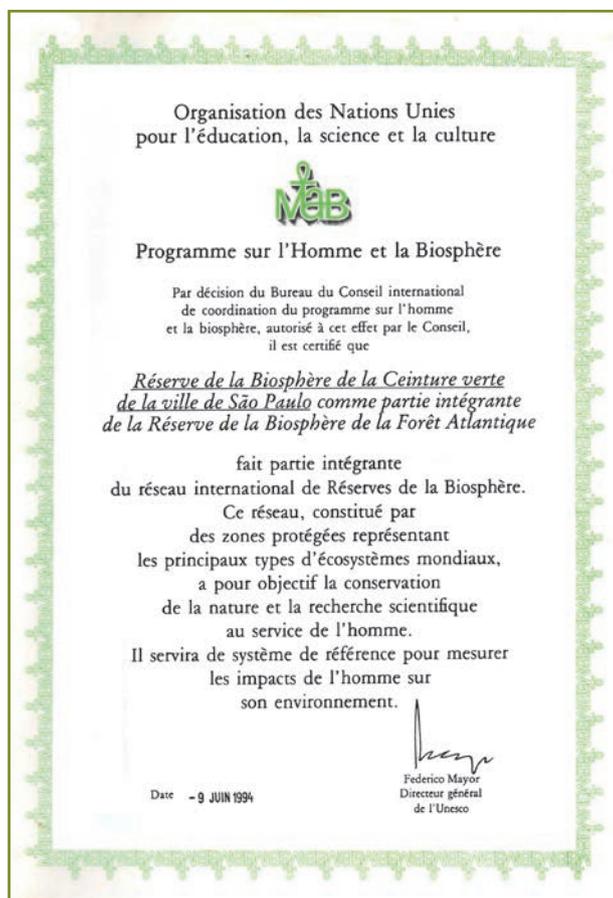


Figura 4 | Diploma da UNESCO de declaração da RBCV (1994).

tanto por complementar as instâncias tradicionais de gestão territorial como as municipais, metropolitanas, de bacias hidrográficas ou de unidades de conservação, quanto por trazer a abordagem ecossistêmica em sua esteira – desde a sua criação – como base para seu planejamento territorial.

Além do ineditismo da supramencionada sobreposição de reservas da biosfera, o reconhecimento enquanto tal de um cinturão envoltório de uma grande megalópole mundial foi o primeiro caso análogo da Rede Mundial de Reservas da Biosfera, fazendo da RBCV um marco referencial no planeta enquanto reserva da biosfera em contexto urbano/metropolitano.

Após a declaração da RBCV, foi estabelecido um Comitê Transitório com a finalidade de desenvolver um sistema de gestão para consolidar sua institucionalização. Em um primeiro momento, houve a intenção de institucionalizar a RBCV por meio de uma lei estadual. O Comitê Transitório encerrou formalmente suas atividades em 1995 com a entrega de minuta de anteprojeto de lei. Essa via, entretanto, não prosperou.

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o SNUC, e o seu regulamento (Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002), ao reconhecerem as reservas da biosfera em seu âmbito deu-lhes uma solidez institucional bastante importante no arcabouço jurídico brasileiro, especialmente no que se refere aos seus conselhos de gestão (BRASIL, 2000; 2002). Essa legislação pavimentou o caminho para a edição do Decreto Estadual nº 47.094, de 18 de setembro de 2002, que criou o conselho de gestão da RBCV, juntamente com o Comitê Paulista da RBMA (SÃO PAULO, 2002). A primeira gestão do conselho da RBCV se iniciou em 2004 e sua principal tarefa foi a de construir um sistema de gestão, cujas bases foram os textos do Comitê Transitório.

Na RBCV, os componentes centrais desse sistema são o seu conselho de gestão (BRASIL, 2000; 2002; SÃO PAULO, 2002), um bureau e uma coordenação executiva. O conselho possui 34 membros, paritariamente integrado por representantes governamentais e não governamentais, enquanto o bureau é constituído por sete a

nove membros, eleitos entre os 34, incluindo o presidente do conselho. A coordenação executiva é de responsabilidade do Instituto Florestal. O conselho e o bureau definem a política geral e o plano de ação da Reserva, enquanto a coordenação executiva tem por meta a sua execução (RODRIGUES *et al.*, 2006; VICTOR *et al.*, 2011).¹

A agenda da RBCV, atualmente, é dada principalmente por seu plano de ação, que consiste na sistematização de ações, projetos e programas estruturantes. Em 1995 a UNESCO adotou a Estratégia de Sevilha, com recomendação de ações para o futuro desenvolvimento das reservas da biosfera no século 21. A Estratégia de Sevilha norteou o primeiro plano de ação do Cinturão Verde no período de 2005 a 2007. Posteriormente, em 2008, no III Congresso Mundial de Reservas da Biosfera, foi construído o Plano de Ação de Madri para a Rede Mundial de Reservas da Biosfera, com o objetivo de que essas fossem as principais áreas internacionalmente designadas dedicadas ao desenvolvimento sustentável.



Figura 5 | Casa das Reservas da Biosfera, localizada no Parque Estadual Alberto Löfgren (SP), que abriga a coordenação executiva da RBCV, a Presidência da RBMA e suas equipes técnicas. Contribuíram com recursos para a construção dessa sede o Instituto Florestal e a Casa Real Sueca. Fonte: Rodrigo Victor (2020)

¹ A implementação efetiva da RBCV se deu com a atuação de seu *conselho de gestão*. A partir de 2004 presidiram o seu conselho: Sérgio Zaratini (2005-2008); Maria de Lourdes Ribeiro Gandra (2008-2011); Anita Correia de Souza Martins (2011-2012); Yara Maria Chagas de Carvalho (2013-2017); Anita Correia de Souza Martins (2017- atual). Em 26 anos do Cinturão Verde, estiveram à frente da *coordenação executiva*: Mauro Antonio Moraes Victor (1994-1995); Marc Etienne Bertier d' Alleman de Montrigaud (1995-2001); Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor (2001-2009); Kátia Mazzei (2009-2010); Luis Alberto Bucchi (2010-2014); Elaine Aparecida Rodrigues (2014-2015);

Maria de Lourdes Ribeiro Gandra (2015-2016); Rodrigo Rodrigues Castanho (2016- atual). Além do Instituto Florestal, destacaram-se para a efetivação das ações da RBCV: Fundação Florestal; AHPCE/Instituto AuÁ; UNESCO; Ministério do Meio Ambiente; Banco Mundial; Fundação das Nações Unidas; prefeituras municipais da RBCV; Fundo dos Direitos Difusos; Avaliação Ecológica do Milênio; *Scientific Committee on Problems of the Environment* (SCOPE); Academia de Ciências da China; Associação de Moradores e Amigos da RBCV (AMAR); Universidade de Ciências Aplicadas de Darmstadt, além de outras instituições de ensino, empresas e instituições parceiras.

O Plano de Madri e a Estratégia de Sevilha nortearam o 2º Plano de Ação da RBCV para o período 2008-2012. Esse plano, com um total de 30 ações prioritárias, foi estendido até 2017. A construção do 3º plano de ação da RBCV se deu a partir das diretrizes do Plano de Ação de Lima para o Programa MAB e sua Rede Mundial de Reservas da Biosfera (2016-2025) (UNESCO, 1996; UNESCO, 2003; UNESCO, 2010; UNESCO, 2016).

O principal objetivo do plano de ação é orientar o planejamento e as ações para a gestão integrada do território da reserva, mirando a conciliação da conservação ambiental e do desenvolvimento socioeconômico, e oferecer uma plataforma de diálogo, conhecimento científico, intervenções no território, intercâmbio de experiências, políticas integradas e mediação de conflitos (RBCV, 2017).

Entre as principais ações realizadas pela RBCV nas últimas décadas, destacam-se:

- pesquisa e monitoramento: avaliação dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelo Cinturão Verde, no âmbito da AEM e da qual este livro é um dos produtos;
- intercâmbio e cooperação: participação nas ações das redes Mundial e Brasileira

de Reservas da Biosfera, do Grupo Urbano do MAB e do Conselho Nacional da RBMA;

- gestão: implementação do Sistema de Gestão, condução das reuniões de Conselho, Bureau e grupos temáticos, diálogo com zonas de amortecimento, participação na elaboração de planos de manejo de unidades de conservação (UC), produção de pareceres e documentos técnicos sobre projetos de infraestrutura no território, revisões de limites e zoneamento da RBCV, ações de gestão na escala dos municípios, desenvolvimento dos planos de ação da RBCV;
- conservação ambiental: fomento à criação de áreas protegidas, com destaque para as UC do contínuo da Cantareira;
- educação e desenvolvimento sustentável: a RBCV abraçou o tema “*Juventude e Meio Ambiente*” para a promoção do desenvolvimento local sustentável em seu território, por meio do Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social (PJ-MAIS) (Figura 6). O PJ-MAIS promoveu o desenvolvimento integral e a formação ecoprofissional de jovens residentes nas zonas de amortecimento

Figura 6 | Estudantes do PJ-MAIS, em atividades na Semana de Meio Ambiente (2006) (A) (B); Atividade de reflorestamento feita pelo NEE São Bernardo do Campo na margem da Billings - projeto financiado pelo Banco Mundial (2005) (C); Atividade de Produção e Manejo Florestal Sustentável - NEE Caieiras (2006) (D); Jovem em atividade na Oficina Consumo, Lixo e Arte - NEE Cotia/Morro Grande (2006) (E); Atividade de produção de mudas - NEE Cotia (2006) (F); Estudantes do NEE Cubatão, no Centro de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente/USP (2015) (G); Atividades da Oficina de Produção e Manejo Florestal Sustentável (projeto financiado pelo Banco Mundial (2006) (H); Jovens em atividades no Caminhos do Mar - Parque Estadual da Serra do Mar (I).
Fonte: Arquivos da RBCV.





das UC do Cinturão Verde e zonas de transição da reserva, ao mesmo tempo em que fomentou o chamado ecomercado de trabalho em territórios da RBCV. Em 20 anos de atividades (1996 – 2016) foram implantados 20 núcleos de educação ecoprofissional (NEE) em mais de 15 municípios, que atenderam a milhares de jovens, com a geração de uma ampla gama de atuação ecoprofissional, renda e inclusão social.

Uma das grandes evoluções no campo do planejamento territorial da RBCV foi a primeira revisão do seu zoneamento em 2008, com alterações de seus limites terrestres, inclusão de ecossistemas costeiros e marinhos e o estabelecimento de metodologia própria de zoneamento em função de suas características urbanas e periurbanas (Tabela 3). A Figura 7 apresenta os limites e zoneamento original da RBCV (1994) e de sua segunda revisão (2018).

A RBCV engloba inteiramente a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), quase integralmente a da Baixada Santista (RMBS) e parcialmente as regiões metropolitanas de Sorocaba; Vale do Ribeira e Litoral Norte; Campinas e região administrativa de Registro. Ao centro da RBCV encontra-se a cidade de São Paulo, densamente urbanizada, com os outros 38 municípios que compõem a sua região metropolitana (FUNDAÇÃO SEADE, 2019). Outros 39 municípios, em sua maioria periurbanos, contemplam o rol de cidades abrangidas total ou parcialmente pela RBCV, em um conjunto de 78 municípios (Figura 8).

Na RBCV estão localizadas importantes bacias hidrográficas do estado, que prestam o serviço de abastecimento de água para milhões de pessoas. Formações florestais diversificadas compõem o Cinturão Verde, em significativa parte cobrindo serras elevadas em relação às regiões urbanizadas.

Zonas	Critérios de definição
Núcleo	<ul style="list-style-type: none"> ■ UC de proteção integral. ■ Zonas de vida silvestre das UC da categoria Áreas de Proteção Ambiental (APA).
Tampão ou amortecimento	<ul style="list-style-type: none"> ■ APA terrestres ou marinhas (excluindo suas respectivas zonas de vida silvestre, quando houver). ■ Zonas de amortecimento de UC. ■ Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (não urbanizadas). ■ Florestas maduras segundo o Inventário Florestal do Instituto Florestal. ■ Rede de zonas verdes e parques urbanos das cidades de São Paulo e de Santo André. ■ Zona especial de interesse ambiental da cidade de Santo André (em referência às áreas de conservação e de recuperação de florestas).
Transição ou cooperação	<ul style="list-style-type: none"> ■ Áreas restantes, com exceção das grandes zonas urbanas.

Tabela 3 | Critérios de zoneamento da RBCV. Fonte: Adaptado de Victor *et al* (2011: p. 70).

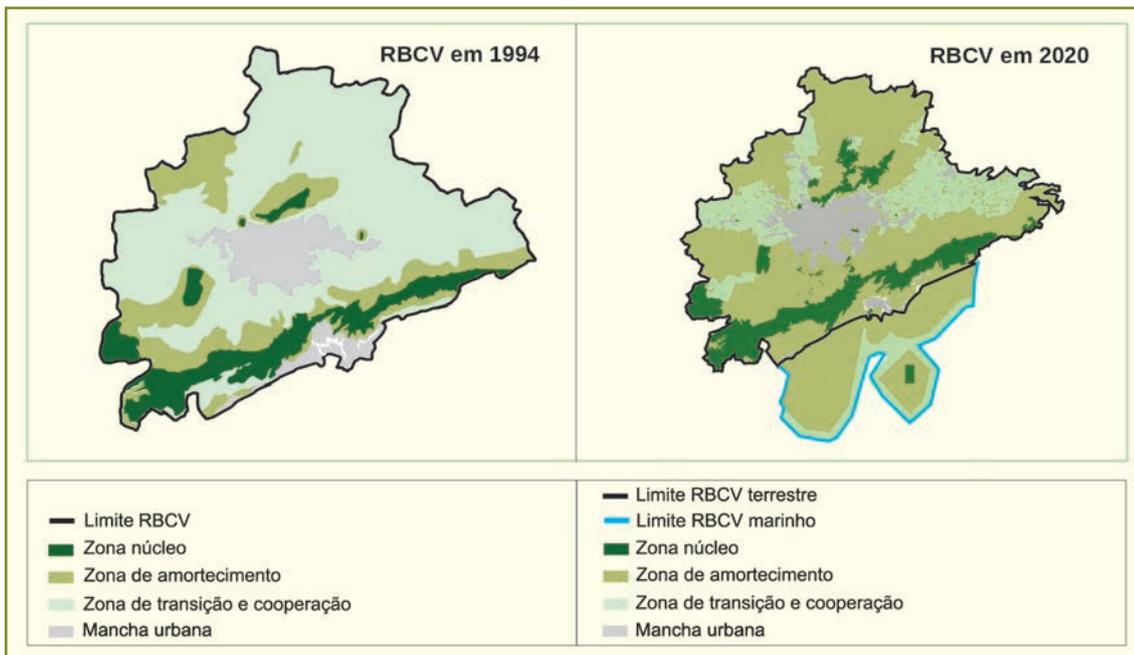


Figura 7 | Representação esquemática do zoneamento da RBCV em dois momentos: criação (1994) e 2ª revisão do zoneamento (2019) Fonte: Elaboração própria. Com base Victor *et al* (1991); Victor *et al* (2011); MAZZEI (2019),

Figura 8 |
Imagem de satélite
do território da RBCV,
representação
esquemática de
sua localização na
América do Sul, da
localização da RMSP
e da cidade de
São Paulo.
Fonte: Rodrigues;
Victor (2014).



Ao sul da RMSP está o paredão da Serra do Mar, contendo uma exuberante amostra da Mata Atlântica brasileira e que separa a metrópole paulista da Baixada Santista. Ao norte da cidade de São Paulo localiza-se a Serra da Cantareira, uma das grandes florestas urbanas do mundo. A Serra do Japi, a Reserva Estadual do Morro Grande, o Parque Estadual (PE) do Jurupará, a Serra do Itapeti e entorno, as UC do contínuo Cantareira e demais fragmentos do corredor Cantareira-Mantiqueira compõem outros maciços florestais de significativa dimensão na RBCV; outras tipologias de vegetação, como o cerrado, os campos de altitude, os manguezais e as restingas completam o mosaico de vegetação nativa da reserva.

Embora o diploma de criação da RBCV de 1994 já a estabelecesse como reserva da biosfera, ela não aparecia de forma individualizada nas listagens da Rede Mundial, o que levou o seu conselho de gestão, a partir 2008, a pleitear junto à COBRAMAB esse reconhecimento (RBCV, 2017). Isso foi finalmente levado a cabo em 2017 quando, por decisão do Conselho Coordenador

Internacional do Programa MAB, a UNESCO formalizou a individualização da RBCV (**Figura 9**). Com essa individualização, a RBCV foi reconhecida como reserva da biosfera com identidade própria, fundamental enquanto instância de gestão integrada em seu território. Ao mesmo tempo, mantém efetiva integração com a RBMA, materializada na sobreposição integral desses dois territórios e na articulação de seus sistemas de gestão (SÃO PAULO, 2002).

A RBCV se configura como instância inovadora de ordenamento territorial, sob a concepção da *cidade enquanto organismo vivo*. Seu desafio é compreender e empreender mecanismos diferenciados de gestão sistêmica das regiões urbanizadas com seus entornos verdes, em um conjunto que encerra 25,36 milhões de pessoas, onde é gerado um PIB equivalente a 61,2% do estado de São Paulo e 18,8% do Brasil (IBGE, 2019) e em cujo território está localizada a quarta maior região metropolitana do mundo (UN-HABITAT, 2016). Ao se considerar a totalidade de seus espaços (áreas urbanas, terrestre e marinha) 19,8% da RBCV

corresponde à sua área marinha; as grandes manchas urbanas no interior da reserva, que dela formalmente não fazem parte, equivalem a apenas 14,5% de sua área terrestre. Ressalte-se o predomínio, em termos de superfície territorial, dos ecossistemas nativos e áreas cultivadas sobre as áreas urbanizadas. Esses números revelam uma metade cheia do copo: se por um lado foi instalado um padrão de urbanização que conflitou intensa e permanentemente com a integridade dos ecossistemas (água, solo e áreas verdes), por outro ainda existe expressivo território de áreas envoltórias periurbanas e rurais em muito bom estado de conservação ambiental, com robusta capacidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos para sustentar a teia da vida desse imenso contingente populacional. Na RBCV, 40,6% da sua área terrestre e 54% de sua área total correspondem a ecossistemas nativos (vegetação e mar). A RBCV representa apenas 7,5% do território estadual, mas abarca cerca de 17,4% da vegetação paulista. A RBCV abriga 100 UC de 9 diferentes categorias, sendo 23 federais, 45 estaduais e 32 municipais. Destas, 65 são de gestão pública e 35 são Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Os 78 municípios que integram total ou parcialmente a RBCV foram agrupados em sete regiões, com o objetivo de estabelecer a representatividade municipal em seu sistema de gestão. Esta segmentação compreende:

- Região São Paulo: cidade de São Paulo;
- Região Baixada Santista e Serra do Mar: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Itariri, Mongaguá, Pedro de Toledo, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente;
- Região Grande ABC: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra.
- Região Leste: Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Igaratá, Itaquaquecetuba, Jacareí, Jambuí, Mogi das Cruzes, Natividade da Serra, Paraibuna, Poá, Redenção da Serra, Salesópolis, Santa Branca, Santa Isabel, São José dos Campos e Suzano;

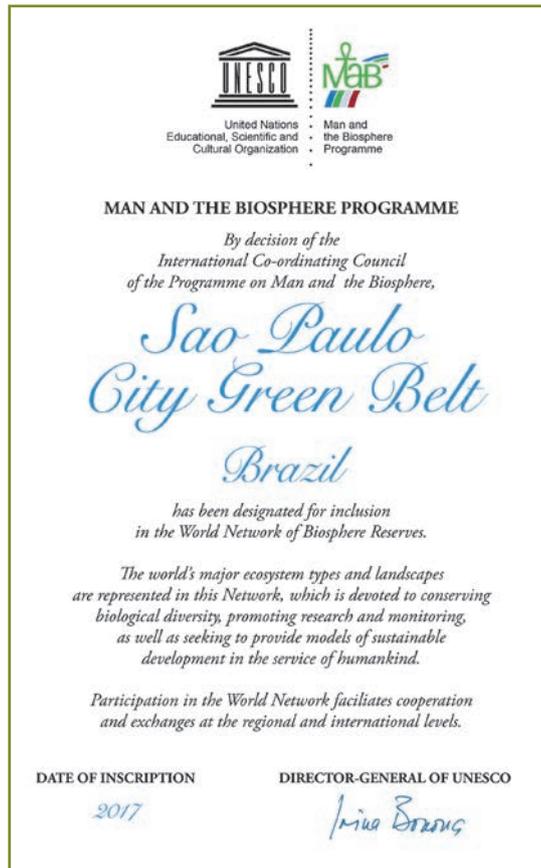


Figura 9 | Diploma da UNESCO que reconheceu a individualização da RBCV, em 2017.

- Região Norte: Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Jarinu, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia, Tuiuti e Vargem;
- Região Noroeste: Araçariquama, Barueri, Cabreúva, Caieiras, Cajamar, Campo Limpo Paulista, Carapicuíba, Francisco Morato, Franco da Rocha, Itapevi, Jandira, Jundiá, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba e Várzea Paulista
- Região Oeste: Alumínio, Cotia, Embu das Artes, Ibiúna, Itapeçerica da Serra, Juquitiba, Mairinque, Piedade, São Lourenço da Serra, São Roque, Taboão da Serra, Vargem Grande Paulista, Votorantim.

As UC abarcam 54,1% do território da RBCV (48,6% da área terrestre e 73,4% da área marinha)², sendo 11,3% correspondentes a UC de Proteção Integral (14,27% da área terrestre e 1% da área marinha)³ (Figura 10). Destacam-se, pela dimensão, o Parque Estadual

² O cálculo desconta sobreposições entre UC

³ O cálculo desconta sobreposições entre UC de Proteção Integral

(PE) Serra do Mar (maior parque de mata atlântica do Brasil), de cuja totalidade 56,8% estão na RBCV, e as Áreas de Proteção Ambiental (APA) Marinha Litoral Centro, Sistema Cantareira/Piracicaba Juqueri-Mirim Área II,

Cabreúva/Cajamar/Jundiaí, Itupararanga (estaduais) e a Bacia Paraíba do Sul (federal). Outras tantas UC estaduais, como o simbólico PE da Cantareira, municipais e federais compõem o conjunto dessas áreas especialmente protegidas na RBCV.

Aspecto	Informação
Área total da RBCV (terrestre e marinha)	2.400.682 ha
Área terrestre	1.863.032 ha
Área marinha	537.650 ha
Área urbana envolvida pelo cinturão verde	315.111 ha
Área da RB + área urbana	2.715.793 ha
Instituição	<ul style="list-style-type: none"> ■ Declaração da UNESCO (1994), como parte integrante da RBMA. ■ Diploma da UNESCO (2017) de individualização na Rede Mundial de Reservas da Biosfera.
Dispositivos Regulamentares	<ul style="list-style-type: none"> ■ Decreto Presidencial de 21/09/1999. Dispõe sobre a Comissão Brasileira para o Programa “O Homem e a Biosfera” – COBRAMAB. ■ Lei Federal nº 9.985, de 18/07/2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dispõe sobre as reservas da biosfera em seu Capítulo VI. ■ Decreto Federal nº 4.340, de 22/08/2002. Regulamenta o SNUC. ■ Decreto nº 47.094, de 18/09/2002. Cria o Comitê Estadual da RBMA no estado de São Paulo, incluindo o Conselho de Gestão da RBCV. ■ Decreto nº 60.302, de 27/03/2014, Institui o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (SIGAP).
População encerrada pela RBCV (RB + área urbana interior) ¹	25.369.023 habitantes ³
Número de municípios	78
Regiões administrativas ²	RMSP integral e quase a totalidade da RMBS Parcialmente: RM Sorocaba, Campinas, Vale do Paraíba e Litoral Norte, São José dos Campos e Região Administrativa de Registro.
Área total de vegetação nativa	757.074 ha
Tipos principais de vegetação	Floresta Atlântica – Ombrófila Densa e Semidecidual; contato Savana/Floresta Ombrófila Densa; Cerrado, Campos Naturais, Florestas de Altitude, Restingas, Manguezais.
Superfície de reservatórios	64.517 ha
Bacias hidrográficas	Integralmente Alto Tietê e quase integralmente Baixada Santista Parcialmente: Sorocaba / Médio Tietê; Piracicaba / Capivari / Jundiaí; e Ribeira do Iguape e Litoral Sul.
Sistemas de abastecimento de água	Somente para RMSP existem oito sistemas de abastecimento (Cantareira; Alto Tietê; Rio Claro; Rio Grande; Guarapiranga; Alto Cotia; Baixo Cotia; Ribeirão da Estiva). Na RBCV existem outros sistemas, incluindo a Baixada Santista que, em sua totalidade, fornecem água para mais de 25 milhões de pessoas.
Unidades de Conservação de Proteção Integral	37
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	63
Área de reflorestamento com espécies exóticas	<i>Eucalyptus</i> spp: 104.723 ha <i>Pinus</i> spp: 2.389 ha
Produto Interno Bruto (PIB) (RBCV + áreas urbanas internas) (2018) ¹	R\$ 1,28 trilhão
Relação com o PIB do estado (2018) ¹	61,2%
Relação com o PIB do Brasil (2018) ¹	18,8%

Notas: ¹ IBGE (2019); ² Fundação SEADE (2019); ³ Não foram considerados os dados dos municípios de Itariri, Natividade da Serra, Pedro de Toledo, Peruibe, Redenção e São José dos Campos por apresentarem uma pequena parcela de seus territórios dentro do limite da RBCV e cujas manchas urbanas estão fora desses limites.

Tabela 4 |
Ficha técnica da RBCV.
Fonte: elaboração própria com base em Fundação Florestal (2020) e Instituto Florestal (2019).

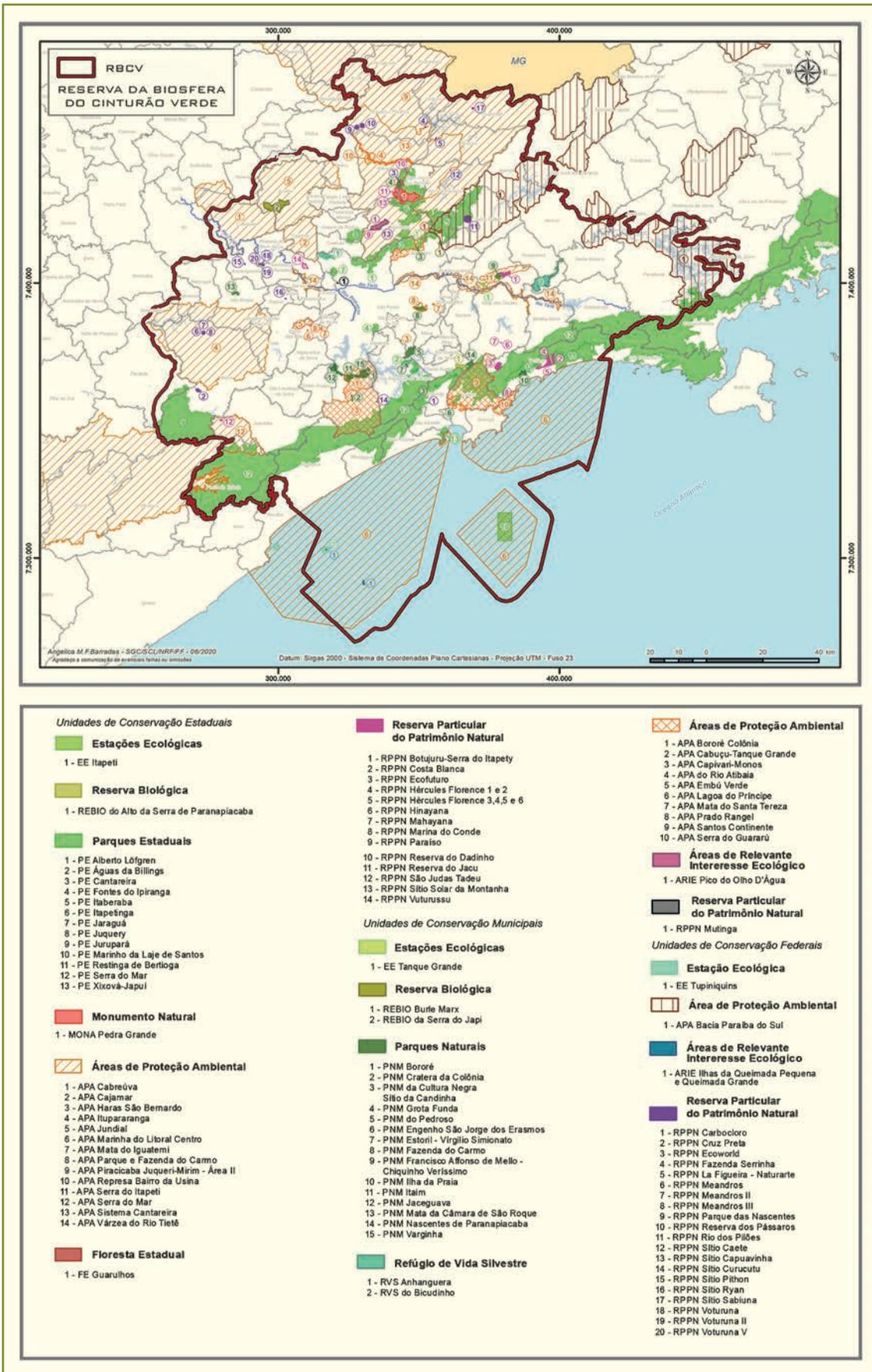


Figura 10 | Unidades de conservação no território da RBCV, em 2020. Fonte: Fundação Florestal (2020); Instituto Florestal (2020); MMA (2019b) Arquivos de dados georreferenciais de UC municipais na RBCV.

Em complemento ao robusto conjunto de UC públicas no território da RBCV, as reservas particulares (RPPN) protegem áreas dos mais distintos ecossistemas e fitofisionomias da reserva, por meio da valorosa e crescente iniciativa de proprietários particulares que desejam contribuir com a conservação ambiental e dos serviços ecossistêmicos em suas regiões.

2 | SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

2.1 | Serviços ecossistêmicos e interações com o bem-estar humano

Os serviços proporcionados pelos ecossistemas são definidos como as características, funções ou processos ecológicos que contribuem direta ou indiretamente para o bem-estar humano, ou seja, são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MEA, 2003; COSTANZA *et al.*, 1997; ANDERSON *et al.*, 2019; GEIJZENDORFFER *et al.*, 2017).

A ideia de que os sistemas naturais fornecem benefícios que apoiam o bem-estar humano é considerada tão antiga quanto a própria humanidade, todavia, apenas na década de 1980 se deu a ampliação das pesquisas e as aplicações políticas dessa abordagem (DAILY *et al.*, 1997; GÓMEZ-BAGGETHUN, 2010; COSTANZA *et al.*, 1997; 2017), cuja popularização e trajetória exponencial⁴ decorreram dos trabalhos desenvolvidas pela AEM (*Millennium Ecosystem Assessment – MEA*) (MEA, 2003; 2005), por apresentar uma forma holística de compreender e avaliar o impacto humano e a saúde do planeta e a relação dos ecossistemas com as dinâmicas socioeconômicas locais e regionais (UN-CBD, 2007; BENNETT, 2017).

A AEM é considerada a primeira grande força-tarefa científica já realizada para avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas para o bem-estar humano, base científica para a ação (MEA, 2003; 2005a; 2005b; LA NOTTE *et al.*, 2017; UN-CBD, 2007; BENNETT, 2017). Embora tenham sido propostas várias classificações

para os serviços ecossistêmicos (LA NOTTE *et al.*, 2017), para esta publicação é utilizada a categorização em linhas funcionais apresentada pela AEM (MEA, 2003; 2005a): de provisão (alimentos, água, combustível); de regulação (como a purificação da água, do ar e a regulação do clima); culturais (educação, lazer, inspiração); e de suporte, que mantém todos os demais serviços (ciclagem de nutrientes, formação do solo, produção primária).

Mesmo com uma demanda crescente pelos serviços dos ecossistemas, presenciamos a degradação cada vez mais intensa da capacidade dos ecossistemas de fornecê-los. A própria falta de conhecimento sobre os serviços prestados pelos ecossistemas constitui uma das barreiras à proteção do patrimônio natural. A degradação dos ecossistemas e a consequente mudança em seus serviços afetam diretamente o bem-estar humano, com impactos na segurança, nos bens materiais necessários para uma vida saudável, na saúde e nas relações sociais e culturais. Estes componentes do bem-estar influenciam na liberdade de escolha das pessoas e, ao mesmo tempo, são influenciados por eles (**Figura 11**) (MEA, 2003; 2005a).

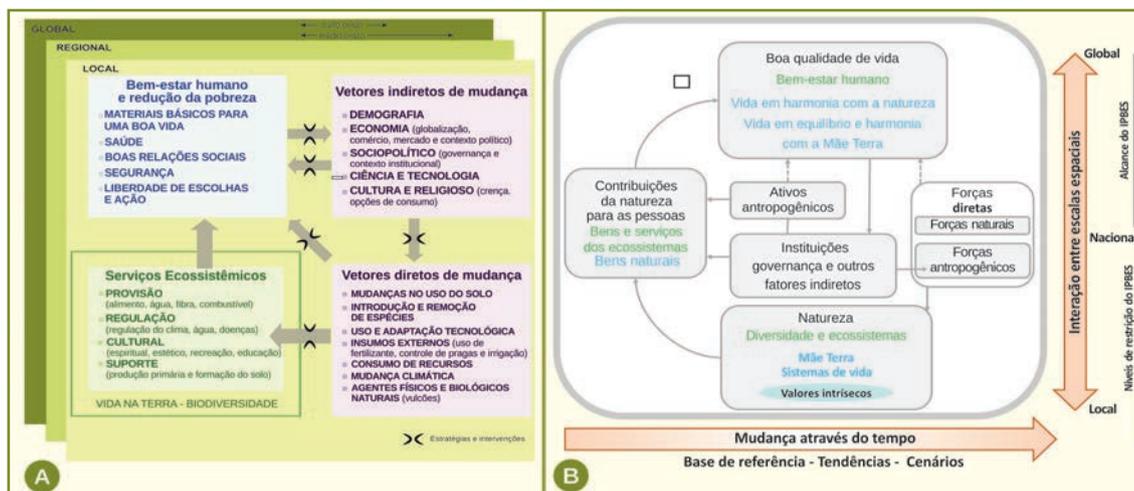
Por sua vez, o marco conceitual da AEM reproduzido na **Figura 11A** apresenta as conexões entre os vetores indiretos e diretos de alteração ambiental que afetam os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade (como população, tecnologia, estilos de vida) e como as mudanças nos ecossistemas e nos serviços que fornecem afetam o bem-estar humano. Essas ligações ocorrem entre escalas espaciais e temporais. No marco conceitual é ilustrado que podem ser tomadas ações para responder a mudanças negativas ou incrementarem-se mudanças positivas em quase todos os pontos da estrutura (barras pretas) (MEA, 2003).

Os resultados da AEM apontam grandes problemas associados à gestão dos ecossistemas que afetam principalmente as populações mais pobres. Em escala global, destaca-se a degradação ou o uso insustentável de aproximadamente 60% dos serviços examinados (15 dos 24) (MEA, 2005b) (**Tabela 5**). Estes serviços em declínio incluem água pura, pesca de captura, purificação do ar e da água, regulação climática local e regional, controle de ameaças naturais e de doenças. Muitos serviços se deterioraram em

⁴ De 1980 a 2019, foram identificadas mais de 22.700 publicações na base científica *Web of Science*, com o termo “ecosystem services”; enquanto as publicações anteriores aos resultados do MEA somaram apenas 446 registros (RODRIGUES *et al.*, 2019).



Figura 11 | Marco conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (A) e da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (B). Fonte: Adaptado de MEA (2003); Diaz (2015).



consequência de ações realizadas para intensificar o fornecimento de outros serviços ecossistêmicos – os chamados *trade-offs*, cuja gestão envolve diferentes objetivos, valores e partes interessadas (MEA, 2003; 2005a; CAVENDER-BARES *et al.*, 2015; DAW *et al.*, 2015; TURKELBOOM *et al.*, 2018).

Os *trade-offs* envolvem uma ampla e complexa gama de trocas relacionadas ao uso dos ecossistemas, incluindo mudança no uso da terra, regimes de manejo, soluções tecnológicas *versus* aquelas baseadas na natureza, uso de recursos naturais e manejo de espécies. O custo total resultante da perda e deterioração desses serviços é de difícil mensuração, no entanto, as evidências apontam para valores substanciais e crescentes (MEA, 2005a). Em 1997, os serviços prestados pelos ecossistemas foram estimados, em média, em US\$ 33 trilhões/ano. Para 2011, a estimativa foi de que os serviços ecossistêmicos totalizaram US\$ 125 trilhões/ano (considerando apenas as atualizações nos valores dos serviços). As mudanças no uso da terra corresponderam a perda de serviços ecossistêmicos entre US\$ 4,3 e US\$ 20,2 trilhões/ano no período de 1997 a 2011 (COSTANZA *et al.*, 1997; 2014).

A Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* – IPBES), criada em 2012, sucessora da AEM, é o maior esforço global para desenvolver uma síntese sobre os serviços dos ecossistemas e o conhecimento sobre a biodiversidade (IPBES, 2019a), ressaltando-se, entretanto, existirem diferenças

metodológicas entre o IPBES e a AEM. Para o IPBES, os serviços dos ecossistemas foram redefinidos como *contribuições da natureza para as pessoas* (NCP), com uma abordagem considerada uma interpretação mais inclusiva e diversa das relações humano-natureza (IPBES, 2019a; DIAZ *et al.*, 2015; 2018; PASCUAL *et al.*, 2017), do qual os serviços ecossistêmicos seriam um subconjunto (DIAZ *et al.*, 2019) (Figura 11B).

Ainda que seja muito cedo para avaliar a eficácia e a aceitação da proposta de redefinição feita pelo IPBES tanto para pesquisadores quanto para tomadores de decisão (COSTANZA *et al.*, 2017; FAITH, 2018; AINSCOUGH *et al.*, 2019), em seu pluralismo, o conceito de serviços ecossistêmicos adota uma série de perspectivas e conecta ecologistas, economistas e cientistas sociais.

Apesar dos debates sobre estruturas conceituais, metodologias de avaliação, valoração e de classificação (DIAZ *et al.*, 2019; MAES *et al.*, 2018), os serviços ecossistêmicos são um conceito operacional (AINSCOUGH *et al.*, 2019), notadamente por se configurarem numa forma útil de destacar, medir e avaliar o grau de interdependência entre o ser humano e a natureza. Ao mesmo tempo, fornecem ferramentas que se comunicam com diferentes públicos, a fim de se alcançarem propósitos diferenciados nas áreas da ciência e das políticas públicas.

Os relatórios da AEM forneceram informações relevantes sobre a real extensão dos impactos humanos no planeta e, sobretudo, correlacionaram tal diagnóstico com as questões críticas à sobrevivência humana na Terra. Esse diferencial, que contribuiu ainda mais para

Serviço	Subcategoria	Status	Nota
Serviços de provisão			
Alimento	lavoura	▲	aumento substancial na produção
	animais de criação	▲	aumento substancial da produção
	pesca de captura	▼	produção em queda, devido à sobre-exploração
	aquicultura	▲	aumento substancial da produção
	alimentos silvestres	▼	produção em queda
Fibras	lenha	▼▲	perda de florestas em algumas regiões, crescimento em outras
	algodão, cânhamo, seda	▼▲	diminuição da produção em alguns casos, aumento em outros
	combustível de madeira	▼	produção em queda
Recursos genéticos		▼	perda por extinção de espécies e perda de recursos genéticos da lavoura
Produtos bioquímicos, remédios naturais, produtos farmacêuticos		▼	perda por extinção, sobre-exploração
Água	água doce	▼	uso não sustentável para consumo humano, indústria e irrigação; capacidade da energia hidráulica não alterada, mas os diques aumentam o potencial de geração dessa energia
Serviços de regulação			
Regulação da qualidade do ar		▼	capacidade da atmosfera para se despoluir diminuiu
Regulação climática	global	▲	fixação de carbono aumentou a partir de meados do século 20
	regional e local	▼	preponderância de impactos negativos
Regulação hídrica		▼▲	varia dependendo da mudança e do local do ecossistema
Regulação da erosão		▼	perda de regulação da erosão devido à degradação do solo
Purificação da água e tratamento de resíduos		▼	piora na qualidade da água
Regulação de doenças		▼▲	varia em função da mudança do ecossistema
Regulação de pragas		▼	controle natural prejudicado pelo uso de pesticidas
Polinização		▼	aparente queda global da atividade de polinização
Regulação de ameaças naturais		▼	perda de amortecedores naturais (zonas úmidas, manguezais)
Serviços culturais			
Valores espirituais e religiosos		▼	rápido declínio de bosques e espécies consideradas sagradas
Valores estéticos		▼	declínio na quantidade e na qualidade de terras naturais
Recreação e ecoturismo		▼▲	Mais áreas acessíveis, muitas delas degradadas

Tabela 5 | Estado geral dos serviços de provisão, regulação e culturais considerados na Avaliação Ecossistêmica do Milênio. Adaptado de MEA (2005b).

Nota: Para os serviços de provisão, a "melhora" foi definida como sendo o aumento da produção do serviço devido às alterações das áreas nas quais o serviço é fornecido, a exemplo das áreas de expansão agrícola, ou aumento da produção por unidade de área. Foi considerado "piora" no serviço quando o seu uso corrente ultrapassa os níveis sustentáveis. Para serviços de regulação, "melhora" refere-se a uma alteração no serviço que acarreta mais benefícios para as pessoas. Como exemplo, o serviço de regulação de doenças pode ser incrementado por meio da erradicação de um vetor que transmite doenças às pessoas. A degradação nos serviços de regulação significa uma redução dos benefícios obtidos pelo serviço, seja por alguma mudança no serviço (como a perda de manguezais que reduz os benefícios de proteção contra tempestades), ou por excesso de pressões humanas que excedem a capacidade de realização do serviço (por exemplo, quando a poluição é maior que a capacidade dos ecossistemas de manter a qualidade da água). Para os serviços culturais, o incremento ou a degradação se referem a alguma mudança nas características do ecossistema que aumenta ou reduz os benefícios culturais (recreacionais, estéticos, espirituais, etc.) fornecidos pelo ecossistema.



a singularidade do processo, foi possível, em grande medida, pela metodologia adotada, que explorou de forma integrada as interfaces entre o meio ambiente e o ser humano, ou seja, os serviços proporcionados pelos ecossistemas.

A abordagem metodológica e pioneira da AEM constituiu um instrumento efetivo para planejamento e gestão territorial, lançando perspectivas futuras sobre as consequências das decisões que afetam os ecossistemas e o bem-estar das pessoas. Os resultados da AEM, passados 15 anos de sua publicação, ainda são bastante atuais. Em adição, o IPBES, em sua

Avaliação Mundial sobre a Diversidade Biológica e os Serviços dos Ecossistemas (IPBES, 2019b), apresentou a primeira avaliação conduzida por um organismo intergovernamental sobre o estado e as tendências do mundo natural, as consequências sociais dessas tendências, suas causas diretas e indiretas e, sobretudo, as medidas que podem ser adotadas para garantir um futuro melhor para todos.

Para o IPBES (Tabela 6) a maioria das contribuições da natureza não são totalmente substituíveis ou são insubstituíveis. Embora a humanidade tenha criado substitutos para

	Contribuições da Natureza para as Pessoas	Tendência mundial nos últimos 50 anos	Tendência direcional entre regiões	Indicador selecionado
REGULAÇÃO DE PROCESSOS AMBIENTAIS	1 Criação e manutenção de habitats	↓	○	• Extensão do habitat adequada • Integridade da diversidade biológica
	2 Polinização e dispersão de sementes e outros propágulos	↓	○	• Diversidade de polinizadores • Extensão do habitat natural em zonas agrícolas
	3 Regulação da qualidade do ar	↘	↕	• Retenção e prevenção de emissões de contaminantes atmosféricos pelos ecossistemas
	4 Regulação do clima	↘	↕	• Prevenção de emissões e absorção de gases de efeito estufa pelos ecossistemas
	5 Regulação da acidificação dos oceanos	→	↕	• Capacidade dos meios marinhos e terrestres para sequestrar o carbono
	6 Regulação da quantidade, localização e distribuição temporal de água doce	↘	↕	• Efeitos dos ecossistemas sobre o fluxo de água entre a atmosfera, a superfície e o solo
	7 Regulação da qualidade da água doce e costeira	↘	○	• Extensão dos ecossistemas que filtram ou agregam elementos constitutivos à água
	8 Formação, proteção e descontaminação de solos e sedimentos	↓	↕	• Carbono orgânico do solo
	9 Regulação de riscos e fenômenos extremos	↘	↕	• Capacidade dos ecossistemas de absorver e amortecer perigos
	10 Regulação de organismos e processos biológicos prejudiciais	↓	○	• Extensão do habitat natural em zonas agrícolas • Diversidade de hospedeiros competentes de doenças transmitidas por vetores
MATERIAL E ASSISTÊNCIA	11 Energia	↘	↕	• Extensão de terras agrícolas e de terras para a possível produção de bioenergia • Extensão de terras florestais
	12 Alimentos e ração	↓	↕	• Extensão de terras agrícolas e terras para a possível produção de alimentos e ração • Abundância de populações de peixes do mar
	13 Materiais e assistência	↘	↕	• Extensão de terras agrícolas e terras para a possível produção de materiais • Extensão de terras florestais
	14 Recursos medicinais, bioquímicos e genéticos	↓	○	• Fração de espécies locais com propriedades medicinais conhecidas • Diversidade filogenética
NÃO MATERIAL	15 Aprendizagem e inspiração	↓	○	• Número de pessoas que tem proximidade com a natureza • Diversidade da vida da qual aprendemos
	16 Experiências físicas e psicológicas	↓	○	• Área de paisagens terrestres e marinhas naturais e tradicionais
	17 Apoio a identidades	↓	○	• Estabilidade do uso e ocupação do solo
	18 Manutenção de opções	↓	○	• Probabilidade de sobrevivência das espécies • Diversidade filogenética

TENDÊNCIA DIRECIONAL

Tendências mundiais: ↓ ↘ → ↗ ↑

Entre regiões: ○ Consistente ↕ Variável

NÍVEIS DE CERTEZA

● Bem estabelecido
● Estabelecido mas inconcluso
● Não resolvido

Tabela 6 | Tendências mundiais da capacidade da natureza para manter suas contribuições para uma boa qualidade de vida, desde 1970 ao presente. Fonte: IPBES (2019b).

algumas contribuições da natureza, muitos desses substitutos são imperfeitos ou proibitivos. Em termos gerais, esses serviços substitutos feitos pela humanidade não oferecem toda a gama de benefícios oferecidos pela natureza, ou não oferecem benefícios sinérgicos. A avaliação sobre as tendências mundiais da capacidade da natureza em manter suas contribuições para uma boa qualidade de vida, desde 1970 até o momento presente, mostra uma diminuição em 14 das 18 categorias analisadas.

2.2 | Cidades, biodiversidade e serviços ecossistêmicos

Entre 1992 e 2000 a urbanização foi responsável pela perda de 190.000 km² dos habitats naturais do globo, equivalente a 16% do que foi suprimido no período. Mantidas as taxas atuais de crescimento urbano, esse número pode chegar a 290.000 km² em 2030, com especial prejuízo às florestas úmidas. Os países que mais perderão ecossistemas nativos por urbanização (> 10.000 km²) na próxima década serão Estados Unidos, Brasil, Nigéria e China. Os habitats potencialmente suprimidos nesse período armazenam 1,19 bilhão de toneladas de carbono, equivalente à emissão anual de 931 milhões de veículos. As emissões evitadas desse carbono representariam um custo social de US\$ 182,8 bilhões (McDONALD *et al.*, 2018).

Em termos de relevância para a conservação em âmbito mundial, a RBCV figura como área de forte destaque em quatro mapas globais de prioridade de conservação da biodiversidade, que se valem de métricas e indicadores complementares mas distintos. São eles: i) 200 Ecorregiões Globais Prioritárias (riqueza, endemismo, ameaças e outras características); ii) *Hotspots* de Biodiversidade (regiões com mais de 1.550 plantas vasculares endêmicas que perderam mais de 30% de sua vegetação natural original); iii) Sítios da Aliança Para Extinção Zero (locais em que existem as únicas populações conhecidas de espécies extremamente raras); e iv) Áreas-Chaves de Biodiversidade (biodiversidade geograficamente restrita, integridade ecológica, processos biológicos e insubstituibilidade) (McDONALD *et al.*, 2018).

Em complemento às já citadas, uma nova categoria, denominada de “*Hotspots Cities*”, foi

proposta (WELLER *et al.*, 2017): das 442 cidades com mais de 300 mil habitantes vivendo em conflito com a biodiversidade nos *Hotspots* Mundiais de Biodiversidade, foram selecionadas as 33 cidades mais populosas e com maior crescimento populacional entre os 36 *hotspots* biológicos reconhecidos, incluindo São Paulo e Brasília. São cidades que, ao mesmo tempo, configuram-se como beneficiárias e depositárias da biodiversidade mais valiosa do mundo.

Para cada uma dessas 33 cidades, foi feita uma estimativa de expansão urbana para o ano de 2030, ressaltando-se os potenciais pontos de conflito entre o crescimento urbano e a biodiversidade (WELLER *et al.*, 2017). No mapa de São Paulo (Figura 12), que abarca a região da RBCV, observa-se grande tendência de pressão e supressão de ecossistemas nativos nas franjas da área urbanizada da RMSP e RMBS, constituídos por áreas de mananciais, unidades de conservação e vegetação de forma geral, que abrigam importante biodiversidade e proveem significativos serviços ecossistêmicos às populações metropolitanas.

Em avaliação do impacto que a urbanização poderá ter sobre grandes UC de proteção integral (UCPI) do planeta (> 50.000 ha), a *The Nature Conservancy* (TNC) (McDONALD *et al.*, 2018) elaborou duas listas complementares: i) das 23 UCPI com significativa área urbana em um raio de 50 km, conforme dados do ano 2000; e ii) das 37 UCPI cujo entorno de 50 km experimentarão significativo crescimento urbano (> 5%) no período 2000-2030. Duas UC brasileiras se enquadraram nesses critérios: o Parque Estadual Serra do Mar e o Parque Nacional da Serra do Itajaí, sendo que somente nove UCPI do planeta estão simultaneamente nas duas listas. Essas unidades poderão sofrer impacto ecológico, a menos que sejam adequadamente geridas, ao mesmo tempo que os habitantes em seu entorno poderão se beneficiar pelo maior contato com a natureza (McDONALD *et al.*, 2018).

Os processos de crescimento urbano (crescimento das cidades em área ou população) e urbanização (processo pelo qual uma fração maior da população vive em cidades) estão conectados com processos ecológicos e biofísicos. Embora as áreas urbanizadas ocupem apenas uma pequena porção da superfície do planeta, sua contribuição para os

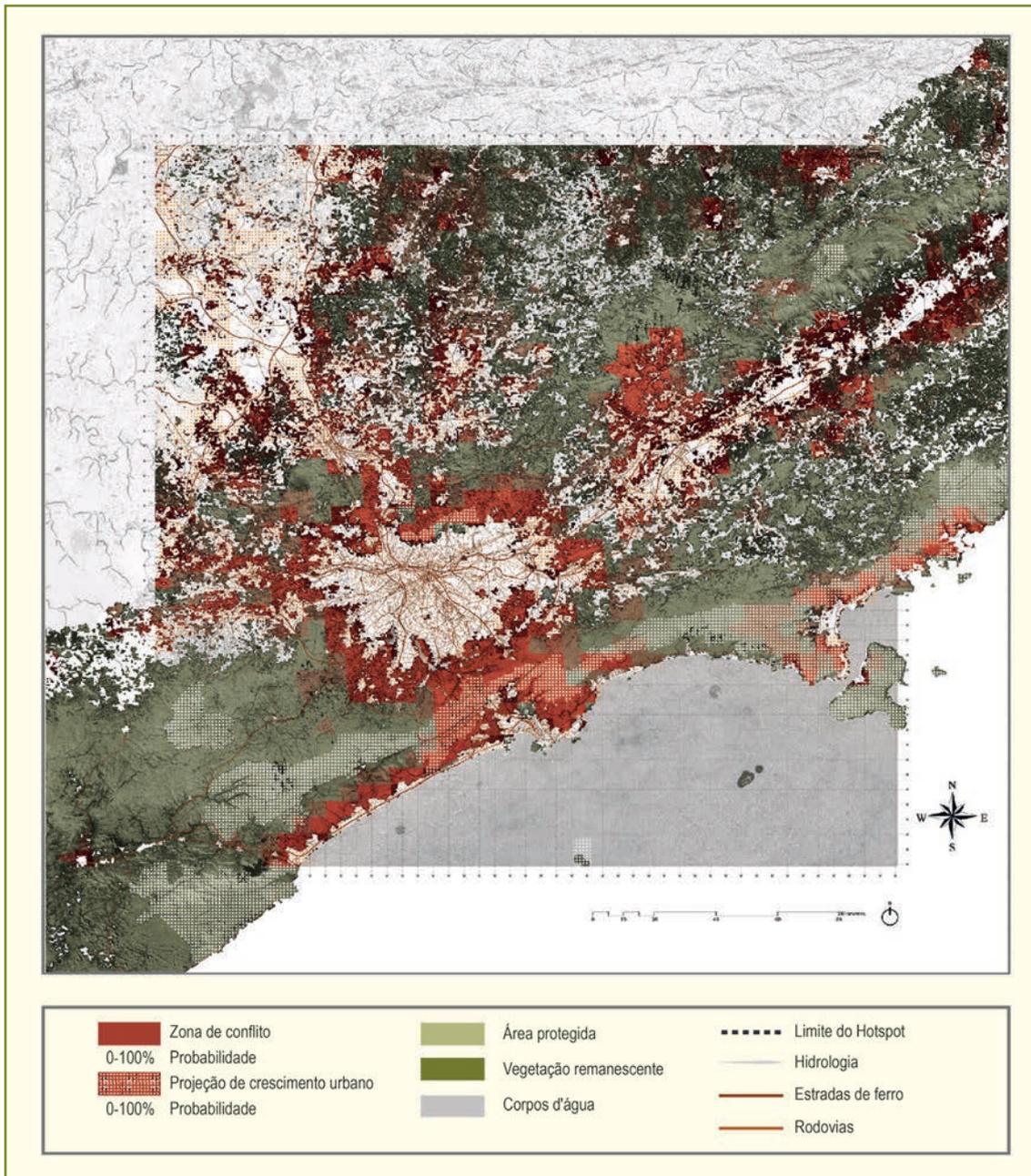


Figura 12 | Tendência de expansão urbana em áreas da RBCV em 2030 e potenciais conflitos para a biodiversidade. Fonte: Weller *et al.* (2017).

impactos antropogênicos na biosfera são imensos. As cidades se apropriam de vastas áreas de ecossistemas funcionais para seu consumo e deposição de resíduos. A maior parte dos serviços ecossistêmicos consumidos em cidades são gerados por ecossistemas fora das cidades, muitas vezes em outras partes do mundo (McGRANAHAN; MARCOTULLIO, 2005; GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2013; McDONALD *et al.*, 2018).

Não obstante a dependência, por parte das cidades, de serviços ecossistêmicos provenientes de distintos lugares do planeta,

elas também são capazes de se autossuprir, em graus distintos, desses serviços.

Para um melhor entendimento de como as cidades se relacionam com manutenção de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, é importante ter-se em mente que as áreas urbanas, numa visão multiescalar, ao mesmo tempo abrigam ecossistemas e se configuram elas mesmas como ecossistemas, especialmente sob um ponto de vista mais amplo, que abrange a transição das áreas mais adensadas para as zonas periurbanas (McGRANAHAN; MARCOTULLIO, 2005).

Os chamados ecossistemas urbanos abarcam tanto a infraestrutura construída quanto a infraestrutura ecológica, esta entendida como o papel da água e vegetação, dentro e próximas às áreas construídas, em áreas urbanas (árvores, quintais, loteamentos) ou periurbanas (lagos, florestas), no fornecimento de serviços ecossistêmicos em diferentes escalas espaciais (residência, rua, bairro, região). A definição de limites precisos dos ecossistemas urbanos é geralmente difícil, posto que muitos dos relevantes fluxos e interações necessários para o entendimento do funcionamento desses ecossistemas se estendem para muito além dos limites urbanos definidos segundo critérios políticos ou biofísicos. Portanto, o escopo apropriado de análise do ecossistema urbano avança para as áreas adjacentes que guardam relações de fluxos de matéria e energia com o núcleo urbano e suburbano, que incluem florestas periurbanas, bacias hidrográficas e áreas cultivadas (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2013). Essa abordagem integrada, abrangente e

multiescalar é, inclusive, necessária para o manejo dos serviços ecossistêmicos (SECRETARIAT, 2012).

O fornecimento de serviços ecossistêmicos urbanos está também associado à presença das florestas urbanas, definidas como redes ou sistemas que compreendem as florestas, grupos de árvores e árvores individuais localizadas em áreas urbanas e periurbanas (SALBITANO *et al.*, 2016), em uma perspectiva complementar e convergente à dos ecossistemas urbanos.

Essas abordagens conceituais são relevantes tanto para o entendimento das análises efetuadas nos capítulos que compõem esta publicação quanto para a constatação de que os limites propostos para a RBCV foram muito consistentes do ponto de vista da necessidade de gestão integrada das suas cidades em face de seus serviços ecossistêmicos. Os conceitos e classificações de serviços ecossistêmicos normalmente associados a ecossistemas urbanos são sintetizados na **Tabela 7**.

Funções ecossistêmicas	Tipos de serviços ecossistêmicos	Exemplos
Conversão de energia em plantas comestíveis por meio de fotossíntese	Produção de alimento	Vegetais produzidos por loteamentos urbanos e áreas periurbanas
Percolação e regulação do escoamento superficial e vazão do rio	Mitigação de escoamento superficial	Solo e vegetação percolam a água durante eventos de precipitação intensa e/ou prolongada
Fotossíntese, sombreamento e evapotranspiração	Regulação de temperatura urbana	Árvores e outras vegetações urbanas fornecem sombra, criam umidade e bloqueiam o vento
Absorção das ondas sonoras pela vegetação e pela água	Redução de ruído	Absorção de ondas sonoras por barreiras de vegetação, especialmente vegetação adensada
Deposição a seco de gases e material particulado	Purificação do ar	Absorção de poluentes pela vegetação urbana em folhas, caules e raízes
Barreira física e absorção de energia cinética	Controle de eventos ambientais extremos	Amenização de tempestades, inundações e de ondas por barreiras de vegetação; absorção de calor durante ondas de calor severas; áreas úmidas intactas protegem as inundações do rio
Remoção ou quebra de nutrientes xênicos	Tratamento de resíduos	Filtragem de efluentes e fixação de nutrientes por áreas úmidas urbanas
Sequestro e armazenamento de carbono por fixação em fotossíntese	Regulação climática global	Fixação e armazenamento de carbono pela biomassa de árvores e arbustos urbanos
Movimento de gametas florais pela biota	Polinização e dispersão de sementes	Ecossistema urbano fornece habitat para pássaros, insetos e polinizadores
Ecossistemas com valores recreativos	Recreação	As áreas verdes urbanas oferecem oportunidades para recreação, meditação e relaxamento
Experiência humana dos ecossistemas	Desenvolvimento cognitivo	Jardinagem comunitária como preservação do conhecimento socioecológico
Ecossistemas com valores estéticos	Benefícios estéticos	Visão de parques urbanos a partir das casas
Provisão de habitat	Habitat para biodiversidade	Os espaços verdes urbanos fornecem habitat para pássaros e outros animais que as pessoas gostam de ver

Tabela 7 |
Classificação de importantes serviços ecossistêmicos em áreas urbanas e seus principais componentes e funções ecológicas. Adaptado de Gómez-Baggethun *et al.*, (2013).

3 | DO GLOBAL AO LOCAL – SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E BEM-ESTAR HUMANO NA RBCV

Como as causas e os efeitos de mudanças ambientais ocorrem em múltiplas escalas, a AEM foi concebida e desenvolvida como uma avaliação multiescalar, com avaliações interconectadas entre si, que utilizam a mesma metodologia do processo global, porém realizadas em âmbito local, de bacia hidrográfica, nacional e regional – as chamadas *avaliações subglobais (ASG)*. Essas avaliações, além de fornecerem importantes subsídios sobre como as relações entre ser humano e meio ambiente se dão em distintas escalas geográficas do planeta, também são poderosos instrumentos para a gestão dessas regiões.

A escala na qual as avaliações são realizadas pode influenciar seus resultados. Por isso, para capturar em sua totalidade a complexidade da influência da ação humana sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos e sua relação com o bem-estar humano, as avaliações multiescalares são tão necessárias (MEA, 2003; ARICO; CAR, 2010).

Em 2002 o Instituto Florestal/RBCV se engajaram na AEM e, em conjunto com a direção do Programa, estabeleceram a RBCV

como uma dessas avaliações subglobais (ASG-RBCV), em sintonia com o próprio estudo de criação dessa reserva que, em 1991, já destacava a relevância dos *benefícios da reserva* para a metrópole.

A RBCV se inseriu na AEM como uma Avaliação Associada e, em janeiro de 2005, foi elevada à condição de Avaliação Aprovada (Figura 13 e Figura 14), mediante processo específico de candidatura chancelado pelo Comitê Executivo do Conselho da AEM. As Avaliações Aprovadas são espelhos do processo metodológico desenvolvido pela AEM em sua escala global (MEA, 2019b).

Durante os anos em que transcorreu a AEM, foram desenvolvidas várias ações pela ASG-RBCV para divulgação dessa iniciativa global entre os seus usuários e a comunidade científica, além do estabelecimento do próprio desenho metodológico da ASG-RBCV.

Ocorreram duas missões da AEM a São Paulo, que culminaram com a realização de dois eventos. Em 8 de dezembro de 2003 foi realizado o Seminário Internacional *Ecosistemas e Bem-Estar Humano: A Proposta da Avaliação Ecosistêmica do Milênio* e, em 1 de abril de 2005, São Paulo sediou o *Seminário Internacional sobre a Avaliação Ecosistêmica do Milênio*, um dos maiores eventos globais simultâneos de lançamento dos resultados da AEM. De igual relevância foi a participação



Figura 13 | As avaliações subglobais no âmbito da Avaliação Ecosistêmica do Milênio. Fonte: MEA (2019a).

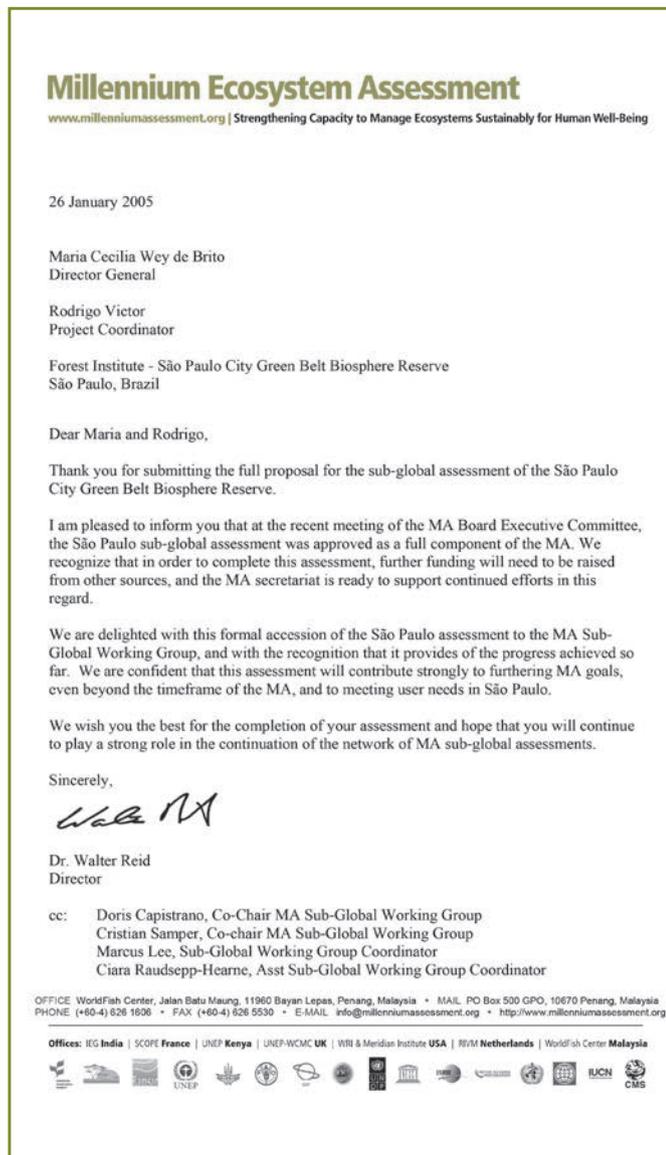


Figura 14 |
Inclusão da
ASG-RBCV como
avaliação
ecossistêmica
aprovada junto à
rede de avaliações
subglobais da AEM.
Fonte: Arquivo
da RBCV.

da coordenação local do projeto nas reuniões e encontros técnicos internacionais promovidos pela AEM, que se configuraram em aprendizado metodológico amplamente replicado em programas e projetos no estado de São Paulo. Durante esse período, a ASG-RBCV ganhou generoso espaço na mídia pelo pioneirismo da proposta em âmbito nacional, num momento em que comunidade científica e sociedade se familiarizavam cada vez mais com o termo *serviços ambientais*, posteriormente consagrado *serviços ecossistêmicos*.

A ASG-RBCV procurou, por outro lado, aprimorar metodologias de avaliação ecossistêmica em ambientes urbanos e periurbanos, de modo a igualmente contribuir para o processo da AEM como um todo.

Mesmo finda a AEM em 2005, por meio do *MA Follow-up Initiative* foi possível desenvolver uma rede de avaliações subglobais que, em 2010, contava com aproximadamente 79 iniciativas realizadas em todo o mundo e em diversas escalas (ARICO; CAR, 2010).

Essas avaliações subglobais tiveram continuidade e, juntamente com IPBES, foi estabelecido o *Catálogo de Avaliações de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos* <www.catalog.ipbes.net>, uma plataforma *on-line*, implementada para fornecer acesso direto a diretrizes e relatórios das avaliações. Os dados disponíveis para novembro de 2019 indicam a existência de 248 iniciativas em diferentes escalas do planeta.

A ASG-RBCV tem o objetivo de fornecer aos tomadores de decisão da região informações sobre: *i*) a importância dos serviços ecossistêmicos do Cinturão Verde para o bem-estar em suas áreas urbanas e periurbanas; *ii*) as formas pelas quais os vetores de alteração ambiental ameaçam a continuidade desses processos vitais; *iii*) as consequências desses processos para o bem-estar da população; e *iv*) as opções de respostas para ampliar a conservação da biodiversidade e os benefícios da RBCV para os seus habitantes (VICTOR *et al.*, 2003).

Ainda que a ASG-RBCV não tenha sido plenamente desenvolvida de acordo com sua proposta original, a publicação deste livro se constitui em um marco para esse processo regional de avaliação ecossistêmica. De igual relevância, contribui muito oportunamente com as necessidades de conhecimento para uma gestão mais criteriosa desse espaço territorial vital para o bem-estar de mais de 25 milhões de pessoas e para a própria economia do país.

Em 2018, no âmbito do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da RMSp, a RBCV realizou oficina com especialistas com o objetivo de contribuir para a espacialização de 14 serviços ecossistêmicos de seu território. Como insumo para a reflexão dos capítulos que constituem este livro, a **Figura 15** sintetiza a capacidade intrínseca dos ecossistemas da reserva em fornecer esses serviços.

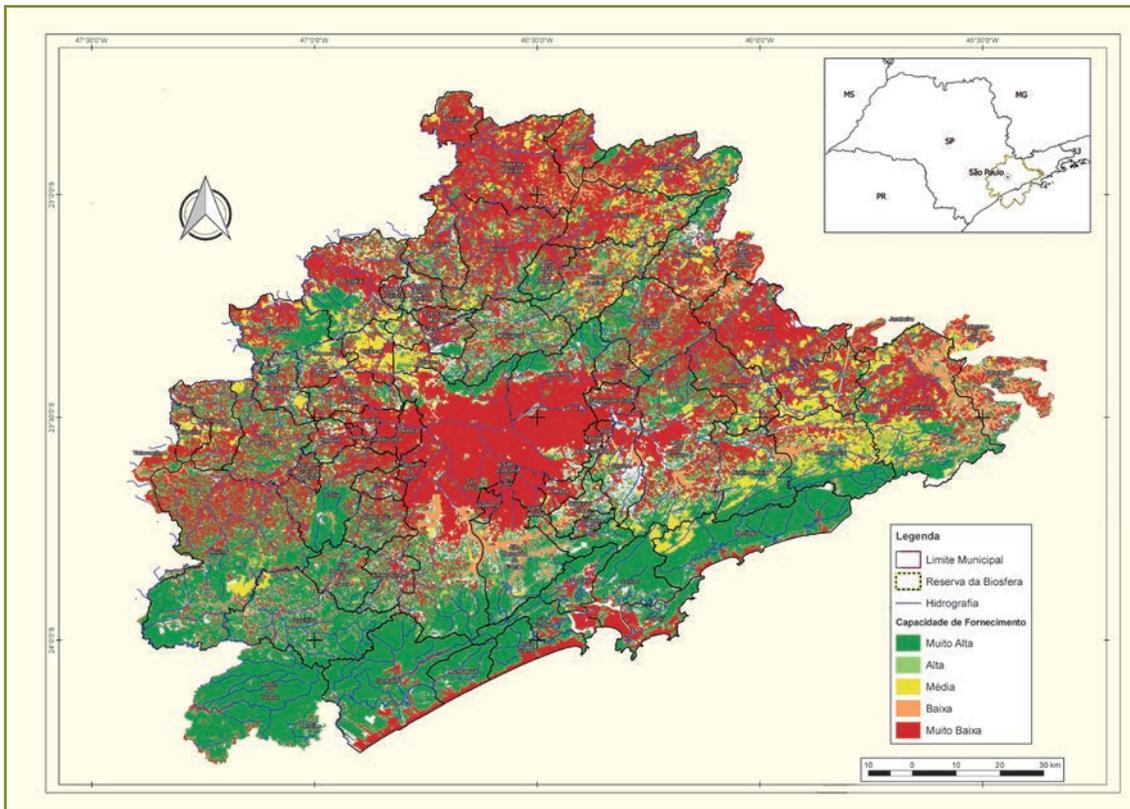


Figura 15 | Capacidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos na RBCV. Fonte: Victor; Furlan; Nalon; Iembo (2019).

4 | OS ECOSSISTEMAS DO CINTURÃO VERDE, SEUS SERVIÇOS, VETORES DE ALTERAÇÃO E RELAÇÃO COM O BEM-ESTAR HUMANO

Em 29 de agosto de 2009, na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), ocorreu a oficina de integração de pesquisadores para discutir os temas e a base metodológica para elaboração deste livro, que se configura em uma publicação que apresenta um panorama da situação atual dos serviços ecossistêmicos associados aos principais ecossistemas da RBCV. Sua base de análise foram dados secundários resultantes de pesquisas existentes, que foram integrados, correlacionados e/ou comparados, a partir de um roteiro metodológico comum a todos os serviços estudados.

Nem todos os serviços ecossistêmicos avaliados nesta publicação o foram para a escala da RBCV. Em função de disponibilidade de dados ou da abordagem estabelecida pelos autores, alguns serviços foram analisados em setores da reserva, a exemplo do capítulo de

Regulação da qualidade do ar, que trouxe dados específicos para parques da cidade de São Paulo; ou dos *Serviços culturais folclóricos: a dimensão do folclore caipira*, baseados na realidade de comunidade tradicional no contexto do PE do Jurupará.

A riqueza ambiental e de serviços proporcionados pelos ecossistemas do Cinturão Verde guardam relações diretas com a expressividade de seu território, que encerra uma população superior a 25 milhões de habitantes e um PIB regional de 18,8% em relação ao PIB do Brasil (IBGE, 2019). A área abrangida pela RBCV sofre com a utilização irracional do solo, poluição ambiental em larga escala, uso insustentável de energia e aridez da região urbanizada, que contrastam com a sua zona periurbana envoltória, onde grandes extensões de florestas e zonas com pouco grau de alteração guardam um valioso capital de serviços dos ecossistemas.

Embora os ecossistemas forneçam serviços que sustentam o bem-estar humano, parte desses serviços diminui a um ritmo sem precedentes em âmbito mundial. Esse quadro demanda políticas públicas baseadas em informações cientificamente relevantes, que levem em conta as complexas relações existentes

entre os diversos componentes dos ecossistemas e entre estes e o bem-estar humano, abordagem que permeia toda a publicação.

A integração e a correlação entre as várias áreas do conhecimento realizadas para a publicação *Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na RBCV* representam poderosa ferramenta para os tomadores de decisão. Assim, configuram-se como subsídios para orientar e compor políticas, ações e planos regionais e/ou locais, sobretudo relacionados com a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (OSD), a Convenção da Diversidade Biológica e a Convenção de Combate às Mudanças Climáticas.

Esta integração multidisciplinar somente se fez possível pelo trabalho conjunto de mais de 50 instituições de referência em suas áreas de atuação, com envolvimento de mais de 100 especialistas na temática socioambiental e profissionais de comunicação. O objetivo maior foi produzir informações científicas críticas, credíveis, independentes, revestidas de uma abordagem inovadora e, ao mesmo tempo, de fácil acesso, entendimento e utilização.

O livro *Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na RBCV* se constitui em um documento referencial, quer por consolidar os resultados de uma avaliação ecossistêmica de uma grande metrópole do planeta e sua área periurbana, quer pela grande quantidade de serviços avaliados, alguns raramente utilizados em outras avaliações, o que amplia o seu alcance e impacto potencial em políticas públicas.

Ademais deste prólogo e do epílogo, a publicação apresenta cinco partes que foram definidas, inclusive em seu projeto gráfico e estrutura de cores, com base nas categorias funcionais dos serviços ecossistêmicos: i) serviços ecossistêmicos de provisão; ii) serviços ecossistêmicos de regulação; iii) serviços ecossistêmicos culturais; iv) serviços ecossistêmicos de suporte; v) ferramentas de apoio à tomada de decisão.

Nesta estrutura, foram organizadas as avaliações temáticas, representadas em capítulos.

- *Um Cinturão de Vida ao Redor de São Paulo* | apresentação das informações essenciais sobre a RBCV, seu processo de criação e estabelecimento de seu sistema de gestão, síntese de informações

demográficas e ambientais dessa reserva da biosfera; histórico do desenvolvimento do conceito de serviços dos ecossistemas, os processos globais de avaliação dos ecossistemas e a avaliação subglobal dos ecossistemas no território da RBCV.

- *O Produtor e o Serviço Ecosistêmico de Provisão de Alimentos* | Trata da agricultura urbana e periurbana, voltada para a produção de frutas, legumes, aves, pecuária e pesca existente no interior e ao redor da cidade de São Paulo, a partir da análise de três sistemas (planoalto, costeiro e UC). Altamente dependente da água, a produção agrícola é diversificada e basicamente abastece o mercado interno regional. Está diretamente associada ao bem-estar humano, garantindo a segurança alimentar e nutricional, com impacto nas condições de saúde das pessoas.
- *Recursos Florestais Madeireiros e Derivados* | A cobertura florestal com espécies exóticas para a produção comercial (principalmente *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp) na RBCV ocupa mais de 107 mil hectares. Para alguns municípios, o valor da produção florestal é altamente significativo, aproximando 9% do PIB municipal. Essas ocupações proporcionam, entre outros importantes serviços ecossistêmicos, o estoque de cerca de 23 milhões de toneladas de carbono em CO₂ equivalente. Em uma situação hipotética de supressão dessas áreas florestais, sucedida por urbanização, isso representaria um acréscimo de 34% da área urbanizada da RBCV.
- *Produtos Bioquímicos, Medicamentos Naturais e Produtos Farmacêuticos: o Potencial Farmacológico de Espécies encontradas na RBCV* | As plantas medicinais movimentam um mercado mundial de U\$ 21,7 bilhões/ano (2008). No Brasil, as estimativas estão em torno de R\$ 1,1 bilhão para a venda de fitoterápicos em 2014. Na RBCV existem 2.256 espécies de plantas catalogadas (Programa Biotafapesp). Desse total, levantamentos preliminares indicam que 277 (12%)

constituem-se como fonte de compostos químicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos. Ao analisar as 277 plantas catalogadas, 12 delas constam da lista das 74 plantas medicinais adotadas pelo SUS em 2006, com estudos (farmacológicos pré-clínico, clínico e toxicológicos) necessários à sua distribuição.

- **Provisão, Regulação da Água e Bem-Estar Humano** | A superfície terrestre da RBCV apresenta 39,9% de cobertura vegetal natural, que propicia serviços de regulação das águas superficiais e subterrâneas. Devido aos processos de antropização do seu território, as bacias hidrográficas da RBCV estão classificadas em categoria “crítica” e “muito crítica”, ao se considerar a relação entre disponibilidade e demanda hídrica. A bacia do Alto Tietê, com 19 milhões de habitantes é a mais crítica do Brasil, com demanda superior a 100% de sua disponibilidade. A descon sideração das condições necessárias à renovação da água na RBCV compromete os serviços ecossistêmicos e afeta o bem-estar de sua população em decorrência da diminuição da disponibilidade hídrica (em qualidade e quantidade) e devido às perdas humanas e materiais provocadas por inundações, deslizamentos e enchentes.
- **Processos Geohidrológicos de Erosão, Escorregamentos, Assoreamentos e Inundações** | Na RBCV, a ocupação inadequada dos seus espaços provoca a perda de serviços ecossistêmicos e gera impactos que implicam na paralisação de atividades econômicas; maior custo de manutenção de infraestruturas (drenagem urbana, sistemas e reservatórios de abastecimento de água e sistema portuário); danos ao patrimônio público e privado; comprometimento da saúde física e psíquica da população. Tal cenário exige a adequação do uso do solo à conservação de áreas de cobertura vegetal para a produção dos serviços ecossistêmicos de regulação na RBCV, com significativos e imediatos ganhos para o bem-estar humano.

- **Qualidade do Ar** | A poluição atmosférica se configura como um dos maiores problemas ambientais e de saúde pública das cidades, com sérios danos aos ecossistemas e comprometimento da saúde das pessoas, em especial nos grandes centros urbanos, como a RMSP. Como reduzem a poluição do ar, as árvores são um importante instrumento de gestão pública para as cidades. Estudos em cinco parques da cidade de São Paulo demonstraram que as áreas centrais dos parques possuem menor concentração de poluentes que em suas bordas, comprovando sua eficiência na redução de particulados. O aumento ou a diminuição das áreas verdes urbanas pode determinar impactos positivos ou negativos consideráveis à saúde pública.
- **Serviço de Fixação de Carbono em Superfície e Redução de Gases de Efeito Estufa na Atmosfera** | As mudanças climáticas globais configuram um risco de ameaças sem precedentes para a vida no planeta. Para enfrentamento desse desafio foi adotada, em 1992, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Como as emissões paulistas de gases de efeito estufa equivalem a praticamente um quarto do montante brasileiro, os serviços ecossistêmicos proporcionados pelos ecossistemas da RBCV são relevantes em escala local, regional e global para cumprimento das metas relacionadas às mudanças climáticas e seus efeitos no ambiente. O estoque de carbono na vegetação na RBCV é aproximadamente 450 milhões de toneladas em CO₂ equivalente; essa quantidade corresponde a quase uma década de emissões de CO₂ proveniente de combustíveis fósseis por todo o estado de São Paulo. A taxa de remoção atmosférica pelas florestas em processo de regeneração ultrapassa 28 milhões de toneladas de carbono em CO₂ equivalente por ano (36% das emissões estaduais anuais). Estes dados evidenciam a importância da vegetação e dos povoamentos florestais da RBCV frente às mudanças climáticas globais.



- *Regulação Climática* | Com a urbanização ao longo do tempo, a área central da RBCV teve a sua rede de drenagem recoberta por ruas e avenidas, com alteração do ciclo da água e da circulação do ar. Na cidade de São Paulo, nos últimos 75 anos, houve aumento de temperatura do ar de 2,1°C, elevação muito superior ao aumento da temperatura média global do planeta (0,5°C); diminuição da umidade relativa em 7%; aumento das chuvas em quase 400 mm (litros por metro quadrado); diminuição da intensidade dos ventos; aumento do número de horas de brilho solar ou diminuição da nebulosidade, redução da garoa e aumento das temperaturas mínimas do ar. Nos últimos anos, 65% dos eventos de enchentes foram causados pela combinação de ilha de calor urbano e brisa do mar. Nas últimas décadas, houve diminuição da quantidade de vapor de água em virtude da redução das áreas vegetadas. Sinergicamente, devido às mudanças no microclima da RBCV, a população está mais exposta aos riscos ambientais advindos do desenvolvimento urbano. Na RBCV, foram identificadas as diferentes fontes de vapor d'água que abastecem seu território (Nordeste, Pantanal, Amazônia e Oceano Atlântico). Como as alterações nos ecossistemas afetam desde o microclima até às condições climáticas regionais, essa relação deve ser considerada no planejamento e ordenamento territorial em escalas diferenciadas de intervenção.
- *Serviços Culturais Folclóricos: a dimensão do Folclore Caipira* | Os ecossistemas fornecem serviços culturais para as comunidades tradicionais caipiras, expressos por rituais culturais folclóricos. A cultura tradicional caipira, influenciada pelas características do ambiente estava presente, no passado, em todo o entorno da cidade de São Paulo, representada pela fabricação de artefatos e utensílios, por ritos, mitos, culinária e religiosidade. Ao longo do tempo, os núcleos caipiras foram reduzidos drasticamente devido ao processo de industrialização e urbanização, com vulnerabilidade dessa cultura em face da deficiência de políticas públicas, conforme demonstrado nos estudos de caso sobre a situação atual de comunidades tradicionais.
- *Lazer e Turismo: uma reflexão sobre o Ecoturismo, Turismo Rural e Turismo de Aventura* | Os ecossistemas urbanos e periurbanos apresentam atrativos marcados por expressiva beleza cênica e biodiversidade, principalmente em áreas especialmente protegidas e propriedades rurais distribuídas pelo território da RBCV. Esses ecossistemas propiciam locais de lazer, descanso, recreação e oportunidades educativas, que possibilitam o desenvolvimento de atividades de turismo sustentável, como o ecoturismo, o turismo rural e o turismo de aventura. As áreas naturais da RBCV concentram 100 UC e atrativos naturais em seus 78 municípios. Destacam-se os programas governamentais, como Trilhas de São Paulo e a inserção da RBCV no Mapa Turístico do Brasil 2017-2019, com 15 regiões turísticas que abrangem roteiros sobre aspectos naturais, históricos e gastronômicos de 67 municípios do Cinturão Verde.
- *A Biodiversidade como Serviço Ecológico de Suporte* | A RBCV abriga diferentes formações vegetais com alta diversidade biológica. Sua conservação é fundamental para que os demais serviços ecossistêmicos possam ser adequadamente providos pelo ambiente. No entanto, muitas espécies da flora e da fauna estão ameaçadas de extinção pela perda e degradação de seus habitats, sobreexploração e introdução de espécies exóticas invasoras. No Brasil, o domínio da Floresta Atlântica apresenta a maior riqueza de espécies catalogadas de plantas e fungos, com cerca de 20 mil espécies. Na RBCV, a fauna de vertebrados continentais corresponde a 58% da fauna continental do estado de São Paulo, apresentando espécies endêmicas. Do

total de espécies de vertebrados ameaçados de extinção no estado, as espécies da RBCV representam 38% e, no caso das endêmicas da RBCV, 68% são consideradas ameaçadas. A perda irreversível de espécies pode levar a impactos adversos em atividades socioeconômicas em função da alteração dos serviços prestados pela biodiversidade. Esta situação exige políticas integradas de conservação e uso racional dos sistemas naturais essenciais ao bem-estar humano.

- *Valoração Econômico-Ecológica de Ecossistemas e seus Serviços* | A valoração econômico-ecológica é uma metodologia distinta da prática de valoração correntemente praticada, na medida em que procura levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os distintos valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis, potencialmente catastróficas, de estruturas e funções ecossistêmicas. As políticas ambientais foram estudadas, com ênfase no marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil e em São Paulo, que considera a regulamentação estabelecida pela Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). Foram estabelecidas perspectivas de valoração de serviços ecossistêmicos para a RBCV, com apresentação do intervalo de valores encontrados para cada serviço e as técnicas de valoração mais utilizadas. A valoração econômica-ecológica

apresenta-se, assim, como importante ferramenta para a constituição de parâmetros mínimos necessários à elaboração e implementação de políticas que impactam os serviços e seus ecossistemas.

- *Mãos Unidas para os Serviços Ecossistêmicos e para a Biodiversidade* | Como esta publicação se propõe a contribuir para a sustentabilidade de uma das maiores aglomerações humanas do planeta, tal desafio somente poderia ser enfrentado a partir do trabalho de uma centena de especialistas na temática socioambiental e de profissionais de comunicação. De forma colaborativa e multidisciplinar, esse time se uniu para fornecer contribuições relevantes ao futuro dessa região de tão significativa importância em âmbito nacional.

A partir da abordagem metodológica e das informações trazidas por esta publicação, espera-se contribuir de forma proativa tanto para a compreensão de que os ecossistemas urbanos e periurbanos do cinturão verde, sustentadores da vida na metrópole, precisam ser melhor estudados, especialmente enquanto prestadores de serviços ecossistêmicos, quanto para a urgente e necessária adoção da RBCV como marco territorial de gestão integrada da cidade e seus ecossistemas envoltórios. Essa perspectiva apresenta grande potencial de assegurar, no presente e no futuro, as condições essenciais para o bem-estar de 55,3% da população do estado e a conservação da biodiversidade de um espaço singular da mata atlântica brasileira.



REFERÊNCIAS

- AINSCOUGH, Jacob *et al.* (2019). Navigating pluralism: Understanding perceptions of the ecosystem services concept. **Ecosystem Services**, v. 36, p. 100892.
- ANDERSON, Christopher B. *et al.* (2019). *Determining nature's contributions to achieve the sustainable development goals*. **Sustainability Science**, v. 14, n. 2, p. 543-547.
- ARICO, S; CAR, M. (2010). Marco internacional para la evaluación de la biodiversidade y los servicios de los ecosistemas: resultados de La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, implicaciones y nuevas aplicaciones. *In: Servicios de los ecosistemas y bienestar humano: la contribución de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. FERNÁNDEZ, N.V.; SAAVEDRA, M.M. (Coord.). UNESCO Etxea.
- BENNETT, E. M. (2017). *Research frontiers in ecosystem service science*. **Ecosystems**, v. 20, n. 1.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. **Ecological economics**, v. 29, n. 2, p. 293-301.
- BRASIL (1974). **Decreto nº 74.685, de 14 de outubro de 1974**. Cria, no Ministério das Relações Exteriores, a Comissão Brasileira do Programa sobre o Homem e a Biosfera, promovido pela UNESCO (revogado pelo Decreto de 21 de setembro de 1999).
- BRASIL (1999) **Decreto Presidencial de 21 de setembro de 1999**. Dispõe sobre a Comissão Brasileira para o Programa "O Homem e a Biosfera" - COBRAMAB, e dá outras providências.
- BRASIL (2000) **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL. (2002) **Decreto n. 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.
- CATALOG .IPBES (2019). **Catalog of Assessments on Biodiversity and Ecosystem Services**. Disponível em: <<http://catalog.ipbes.net/>>. Acesso: 18 nov. 2019.
- CAVENDER-BARES, J., S. POLANSKY, E. KING; P. BALVANERA. (2015). *A sustainability framework for assessing trade-offs in ecosystem services*. **Ecology and Society** 20(1): 17.
- CELECIA, J. (2006). El fenómeno urbano y el programa MAB de UNESCO. *In: Un resurgimiento esperado, las Reservas de Biosfera en ambientes urbanos*. **Revista Ambiente Digital**, n. 96.
- COSTANZA, R. *et al.* (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253.
- COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. (2012). *The authorship structure of "ecosystem services" as a transdisciplinary field of scholarship*. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 16-25.
- COSTANZA, Robert *et al.* (2014). *Changes in the global value of ecosystem services*. **Global environmental change**, v. 26, p. 152-158.
- COSTANZA, R. *et al.* (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16.
- DAILY, G. C. *et al.* (1997). **Nature's services**. Island Press, Washington, DC.
- DAW, T. M. *et al.* (2015). *Evaluating taboo trade-offs in ecosystems services and human well-being*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 22, p. 6949-6954.
- DÍAZ, S., S. *et al.* (2015). *The IPBES conceptual framework - connecting nature and people*. **Current Opinion in Environmental Sustainability** 14:1-16.
- DÍAZ, S., *et al.* (2018). *Assessing nature's contributions to people*. **Science** 359(6373):270-272.
- DÍAZ, *et al.* (2019). RE: *There is more to nature's contributions to people than ecosystem services - a response to de Groot et al.* **Science E-Letter**, 12 March. [online]. <<http://science.sciencemag.org/content/359/6373/270/tab-e-letters>>
- FAITH, D. P. (2018). *Avoiding paradigm drifts in IPBES: reconciling "nature's contributions to people," biodiversity, and ecosystem services*. **Ecology and Society** 23(2):40.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL (2020). **Banco de dados georreferenciado de áreas protegidas** (2019).
- FUNDAÇÃO SEADE (2019). **Estado de São Paulo e suas regionalizações**. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/divpolitica/>>. Acesso: 12 dez. 2019.
- GEIJZENDORFFER, I. R. *et al.* (2017). *Ecosystem services in global sustainability policies*. **Environmental Science & Policy**, v. 74, p. 40-48. 25.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E. *et al.* (2010). *The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes*. **Ecological economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218.
- GÓMEZ-BAGGETHUN; E. *et al.*, (2013). Chapter 11 Urban Ecosystem Services. *In: ELMQVIST, T. et al. (2013) Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment*. Springer Nature.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017). Classificação dos espaços



rurais e urbanos no Brasil: uma primeira aproximação / IBGE, Coordenação de Geografia - Rio de Janeiro, *In: Estudos e pesquisas. Informação geográfica*. n. 11. Disponível em: <>. Acesso: 18 nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados**. (Banco de Dados. Todos os Municípios - SP). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.

INSTITUTO FLORESTAL (2019). **Banco de dados georreferenciado de áreas protegidas** (2019).

IPBES. **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services** (2019a). Disponível em: <<https://www.ipbes.net/>>. Acesso: 12 dez. 2019.

IPBES - **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services** (2019b). Summary for Policymakers of the IPBES Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Disponível em: <https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf>. Acesso: 21 abr. 2020.

JAEGER. T. **Nuevas perspectivas para el programa MAB y las Reservas de Biosfera**: Lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe. Programa de Cooperación Sur-Sur. França, Unesco, 2005. (Documentos de Trabajo, n. 35).

LA NOTTE, A. *et al.* (2017). *Ecosystem services classification: a systems ecology perspective of the cascade framework*. **Ecological indicators**, v. 74, p. 392-402.

LAYKE, C.; MAPENDEMBE, A.; BROWN, C.; WALPOLE, M.; WINN, J. (2012). *Indicators from the global and sub-global Millennium Ecosystem Assessments: An analysis and next steps*. **Ecological Indicators**, 17, 77-87.

MAES, J.; BURKHARD, B.; GENELETTI, D. (2018). *Ecosystem services are inclusive and deliver multiple values. A comment on the concept of nature's contributions to people*. **One Ecosystem**, v. 3, p. e24720.

MAZZEI, K. (2020). **Zoneamento da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo** [mapa]. São Paulo.

McDONALD, R. *et al.* (2018). **Nature in the Urban Century: A global assessment of where and how to conserve nature for biodiversity and human wellbeing**. The Nature Conservancy - TNC.

McGRANAHAN, G.; MARCOTULLIO, P. J. *et al.* (2005). Urban systems, in MEA, **Ecosystems and Human Well-Being: Current Status and Trends**, Island Press, Washington DC, p. 795–825.

MEA – **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2019a). Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>>.

<www.millenniumassessment.org/en/index.html>. Acesso: 12 dez. 2019.

MEA – **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2019b). **Reports: Subglobal assessments: Brazil (São Paulo Greenbelt)**. Disponível em <<https://www.millenniumassessment.org/en/SGA.Brazil.html>>. Acesso: 18 nov. 2019.

MEA – **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2005a). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Word Resources Institute.

MEA – **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2005b). **Ecosystems and human well-being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acesso: 18 nov. 2019.

MEA – **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2003). **Ecosystems and Human Well Being: Synthesis**. Island Press.

MMA – **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE** (2019a). **Áreas protegidas: Instrumentos de Gestão: Reservas da Biosfera**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/reserva-da-biosfera.html>>. Acesso: 18 dez. 2019.

MMA – **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE** (2019). **CNUC – Cadastro Nacional de de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso: 06 mar. 2020.

MMA – **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE** (2016). **Rede Brasileira de Reservas da Biosfera**. Brasília-DF. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80252/REDE%20RB/LIVRO_Reservas%20da%20Biosfera%20Brasileira_FINAL_WEB.pdf>. Acesso: 18 nov. 2019.

PASCUAL, U. *et al.* (2017). *Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach*. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26, p. 7-16.

RBCV – **RESERVA DA BIOSFERA DO CINTURÃO VERDE DA CIDADE DE SÃO PAULO** (2017). **Individualization: the case of GBBR and AFBR**. Documento técnico não publicado. Disponível nos arquivos da RBCV.

RODRIGUES, E. A.; AQUINO, A. R.; CARVALHO, A. R. (2019). Convergence Between Studies on Ecosystem Services and Nuclear Technology - A Necessary Approximation. *In: International Nuclear Atlantic Conference – INAC 2019: Nuclear new horizons: fueling our future*, October 21-15, 2019, Santos, SP, Brazil.

RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M. (2014). Os serviços dos ecossistemas e sua importância para o bem-estar humano no Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. *In: Serviços ecossistêmicos*

e bem-estar humano na Reserva da Biosfera da Cidade de São Paulo: Sumário Executivo (RODRIGUES, E.A. – Coord.) 1. ed. São Paulo, Instituto Florestal.

RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R. A. B. M.; PIRES B. C. C. (2006). A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 71-89.

SALBITANO, F. *et al.* (2016). **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. FAO.

SÃO PAULO (Estado) (2014). **Decreto nº 60.302, de 27 de março de 2014**. Institui o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo - SIGAP e dá outras providências.

SÃO PAULO (Estado) (2002). **Decreto nº 47.094, de 18 de setembro de 2002**. Cria o Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de São Paulo, incluindo o Conselho de Gestão da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (2012). **Cities and Biodiversity Outlook**. Montreal.

TURKELBOOM, F. *et al.* (2018). *When we cannot have it all: Ecosystem services trade-offs in the context of spatial planning*. **Ecosystem services**, v. 29, p. 566-578.

UN – CBD (2007). **Convenio sobre la Diversidad Biológica. Repercusiones de las conclusiones de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio para la labor futura del Convenio**. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Duodécima Reunión.: UNESCO, Paris, 2-6 de julio de 2007, (UNEP/CBD/SBSTTA/12/4).

UN – DEVELOPMENT PROGRAMME (2015). **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. Outcome Document for the UN Summit to Adopt the Post-2015 Development Agenda: Draft for Adoption. New York.

UN – HABITAT. UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (2016). **Urbanization and development emerging futures**. World cities report.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2020). **Man and the Biosphere Programme In: Natural sciences / Environmental / Ecological sciences**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>>. Acesso 12 nov. 2020.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2016). **Plan de Acción de Lima para el Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y su Red Mundial de Reservas de Biosfera (2016-2025)**. Plan de Acción de Lima aprobado durante el 4º Congreso Mundial de Reservas de Biosfera el 17 de marzo de 2016, y aprobado por la 28ª Reunión del CIC del MAB el 19 de marzo de 2016, Lima, Perú. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/Lima_Action_Plan_es_final.pdf>. Acesso 18 nov. 2019.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2010). **Plano de Ação de Madri para as Reservas da Biosfera (2008-2013)**. Tradução Jeanne Sawaya. SC-2008/WS/36. Impresso no Brasil.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2006). **Urban biosphere reserves – A report of the MAB Urban Group**.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL (2003). **Application of the biosphere reserve concept to urban areas and their hinterlands**.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (1996). **Reservas de Biosfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial**.

VICTOR, M. A.M. *et al.* (1991). Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, documento técnico, Instituto Florestal.

VICTOR, R. A. B. M.; FURLAN, S.; NALON, M.A.; IEMBO, J. (2019). **Potencial de fornecimento de Serviços Ecosistêmicos na RBCV: Resultado de Painel com Especialistas** [mapa]. Documento interno.

VICTOR, R.A.B.M. *et al.* (2011). Reserva de Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo: Revisión del Proceso de Zonificación – Fase II / 2008. *In: Documento de trabalho nº 40*, UNESCO (Programa de Cooperación Sur-Sur, Paris (Francia).

VICTOR, R.A.B.M. *et al.* (2003). **Application of the Biosphere Reserve Concept to Urban Areas: The Case of the São Paulo City Green Belt Biosphere Reserve**. São Paulo Green Belt Summary Report.

WELLER, R.J.; HOCH, C.; HUANG, C. (2017). **Atlas for the end of the world**. University of Pennsylvania, Martin and Margy Meyerson Chair of Urbanism and Chair of the Department of landscape architecture.

WWF (2018). **Living Planet Report - 2018: Aiming Higher**. Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Switzerland.

PARTE 1

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO



1.1 O PRODUTOR E O SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE PROVISÃO DE ALIMENTOS

Coordenadora

Yara Maria Chagas de Carvalho | IEA/SAA

Autores

Yara Maria Chagas de Carvalho | IEA/SAA

Tatiana Maria Cecy Gadda | UTFPR

Adalberto José Monteiro Junior | IP/SAA

Elisabete Salay | UNICAMP

Lídia Sumile Maruyama | IP/SAA

Luciana Carvalho Bezerra de Menezes | IP/SAA

Lúcio Fagundes | IP/SAA

Marcelo Ricardo de Souza | IP/SAA

Paula Lazzarin Uggioni | UFSC

Paula Maria Gênova de Castro | IP/SAA

Autores contribuintes

Elizabeth Nascimento | FCF/USP

Katia Mazzei | IBt/SIMA

Marcio Rossi | IF/SIMA

Newton José Rodrigues da Silva | CDRS/SAA

Nilson Antonio Modesto Arraes | FEAGRI/UFSC

Terezinha Joyce Fernandes Franca | IEA/SAA

Foto da abertura do capítulo:
Agricultor orgânico.
Fonte: Hamilton Trajano (2006).



SUMÁRIO



Resumo.....	41
1 Introdução.....	42
2 Conceituando o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos.....	44
2.1 Os sistemas estudados: produção agropecuária e bacias hidrográficas	44
2.2 Evolução do serviço ecossistêmico provisão de alimentos nos subsistemas considerados na RBCV.....	49
2.3 Impactos ambientais negativos da produção de alimentos: uma análise de <i>trade-offs</i> negativos	69
2.4 Impactos ambientais positivos da produção de alimentos: uma análise dos <i>trade-offs</i> positivos.....	75
2.5 Evolução dos principais vetores que impactam o serviço ecossistêmico da produção de alimentos.....	79
2.6 Situações de estresse acentuado nos ecossistemas que colocam em risco a continuidade do serviço ecossistêmico	83
3 Alterações no ecossistema, o serviço ecossistêmico alimento e o bem-estar humano na RBCV	85
3.1 A contribuição à preservação do espaço rural	85
3.2 Geração de emprego de baixo custo: indicador de bem-estar humano .	86
3.3 Aspectos nutricionais e segurança alimentar.....	87
Conclusões	91
Referências.....	93
Glossário	99

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** As bacias hidrográficas do sistema de gestão dos recursos hídricos, os reservatórios e os municípios nas regiões da RBCV.
- Figura 2** Unidades de conservação na região da RBCV.
- Figura 3** Número de estabelecimentos, área do principal município e área total de cada região da RBCV, para os anos de 1970 e 2006.
- Figura 4** Percentual da área das regiões da RBCV por grandes classes de uso, 1996 e 2007.
- Figura 5** Região Leste da RBCV, município de Mogi das Cruzes.
- Figura 6** Região Oeste da RBCV, Sistema Agroflorestal (SAF) em implantação, no município de Ibiúna.
- Figura 7** Região Noroeste da RBCV, área produtora de uva, no município de Jundiá.
- Figura 8** Região Leste da RBCV, município de Guarulhos.
- Figura 9** Região Oeste da RBCV, município de Vargem Grande, Tico, agricultor orgânico.
- Figura 10** Região Oeste da RBCV, município de Ibiúna, José Jacinto, agricultor orgânico.
- Figura 11** Região Leste da RBCV, município de Biritiba Mirim, sistema de irrigação.
- Figura 12** Região Leste da RBCV, município de Paraibuna, produção de cambuci, Sítio do Bello.
- Figura 13** Uso agrícola preponderante e qualidade da água (IQA) nos reservatórios da RBCV.
- Figura 14** Uso do solo e qualidade da água (IQA) dos reservatórios da RBCV.
- Figura 15** Região Leste da RBCV, Casa de Chá no município de Mogi das Cruzes.
- Figura 16** Região Oeste da RBCV, bairro rural no município de Mairinque.
- Figura 17** Região São Paulo da RBCV, bairro rural Marsilac.
- Figura 18** Região Leste da RBCV, bairro São Lázaro, no município de Biritiba Mirim.
- Figura 19** Região Noroeste da RBCV, pescueiro no município de Jundiá.
- Figura 20** Região Leste da RBCV, sítio de lazer no município de Salesópolis.
- Figura 21** Região Oeste da RBCV, SPA Aventura, no município de Ibiúna.
- Figura 22** Região Norte da RBCV, Hotel Paradies, no município de Jarinu.
- Figura 23** Região São Paulo da RBCV, o rural e o urbano.
- Figura 24** Região Leste da RBCV, o rural e o urbano no município de Guarulhos.

TABELAS

- Tabela 1** Descrição das terras indígenas na área da RBCV.
- Tabela 2** Indicadores sobre política de agricultura urbana em alguns municípios da RBCV.
- Tabela 3** Recomendação e consumo de grupos por alimentos no Sudeste e característica da produção na RBCV.
- Tabela 4** Cálculo da Pegada Ecológica das hortaliças na RMSP (1976 a 2006).
- Tabela 5** Distribuição de pessoas residentes em famílias com renda familiar inferior a 1/4 do salário mínimo, *per capita*. Por tipo de aglomeração urbana: Brasil, Nordeste, Sudeste e estado de São Paulo, 2001 (em %).
- Tabela 6** Relação entre a população do município de São Paulo e Brasil; município de São Paulo e estado de São Paulo; Grande São Paulo e Brasil; Grande São Paulo e estado de São Paulo e município de São Paulo e Grande São Paulo, entre 1872-2010.



Tabela 7 Vazão e demanda de água (m^3/s) nas bacias hidrográficas da RBCV.

Tabela 8 Participação relativa de alimentos e grupos de alimentos no total de calorias no estado de São Paulo, área urbana da RMSP e área urbana do município de São Paulo, para o período de 2002-2003.

Tabela 9 Prevalência de déficit de peso, excesso de peso e de obesidade na população adulta (com mais de 20 anos de idade), por gênero e situação de domicílio no Brasil, na região Sudeste, no estado de São Paulo, área urbana da RMSP e área urbana do município de São Paulo, para o período 2002/2003.

SIGLAS

a.a. ao ano

ABC Identificação dos municípios de Santo André, São Bernardo, São Caetano e Diadema

ABIA Associação Brasileira da Indústria da Alimentação

ANA Agência Nacional das Águas

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APRM-G Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Reservatório Guarapiranga

APA Área de proteção ambiental (categoria de UC)

APTA Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

CATI Coordenadoria de Assistência Técnica Integral / Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS)

CBAT Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

CEAGESP Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo

CEPAL Comissão Econômica para a América Latina e Caribe

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONSEA Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional

COOPAT Cooperativa de Pescadores do Alto Tietê

CPISP Comissão Pró-Índio de São Paulo

DBO Demanda bioquímica de oxigênio

EBIA Escala Brasileira de Insegurança Alimentar

EBC Agência Brasil

EEc Estação Ecológica (categoria de UC)

EMPLASA Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

ENDEF Estudo Nacional de Despesas Familiares

FAO *Food and Agriculture Organization* / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FCF Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Universidade de São Paulo)

FE Floresta Estadual (categoria de UC)

FEAGRI Faculdade de Engenharia Agrícola (Universidade de Campinas)

FEMA Fundo Especial do Meio Ambiente

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBt Instituto de Botânica

IEA Instituto de Economia Agrícola

IF Instituto Florestal

IMC Índice de Massa Corporal

INAN Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição
IP Instituto de Pesca
IQA Índice de qualidade das águas
ITEP Instituto de Tecnologia de Pernambuco
IVA Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas
Kcal quilocaloria
LabTox Laboratório de Toxicologia Ambiental (Instituto de Tecnologia de Pernambuco)
LMR Limite máximo para resíduos
LUPA Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo
MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDS Ministério do Desenvolvimento Social
MO Matéria orgânica
MPA Ministério da Pesca e Aquicultura
ONG Organização Não Governamental
PCJ Bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
PE Pegada Ecológica
PIRI *Pesticides Impact Rating Index* | Índice de Classificação de Impacto de Pesticidas
PNAD Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNCR Plano Nacional de Controle de Resíduos
PNM Parque Natural Municipal (categoria de UC)
PNSN Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição
POF Pesquisa de Orçamento Familiar
PP Produtividade primária
PqE Parque Estadual (categoria de UC)
RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo
RDS Reserva de Desenvolvimento Sustentável (categoria de UC)
RESEX Reserva Extrativista (categoria de UC)
RM Região Metropolitana
RMBX Região Metropolitana da Baixada Santista
RMSP Região Metropolitana de São Paulo
SAA/SP Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAF Sistema agroflorestal
SEBRAE Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SHR Departamento de Hidráulica e Saneamento
SIMA/SP Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SIGRH Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISAN Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
SPAT Sistema Produtor Alto Tietê
t tonelada
UC Unidade de conservação
UGRHI Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNICAMP Universidade Estadual de Campinas
UPA Unidades de Produção Agropecuária
UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VET Valor energético total



RESUMO

Para o território da RBCV, o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos é de fundamental importância. É dada ênfase tanto ao papel do consumidor como do produtor de alimentos nos sistemas *Planalto Paulista*, *Costeiro* e *Unidades de Conservação*. Devido ao estresse em que se encontra o serviço ecossistêmico de provisão de água na região, a caracterização da produção de alimento está associada não só ao uso e ocupação do solo, mas também às bacias hidrográficas e aos reservatórios de água existentes. A produção de alimentos agropecuários e extrativistas caracteriza principalmente o serviço de provisão, mas quando a escolha tecnológica adotada é a agroecologia, são proporcionados os serviços de regulação da água, cultural e de suporte. O alto nível de urbanização presente na área da RBCV remete às especificidades da agricultura urbana. Na perspectiva do consumidor, foi realizado estudo da pegada ecológica das hortaliças comercializadas através da Central Atacadista que abastece a Região Metropolitana de São Paulo (CEAGESP). Igualmente, foi analisado o consumo alimentar, o estado nutricional e a situação de insegurança alimentar, para a região Sudeste do Brasil, estado e Região Metropolitana de São Paulo. De forma breve, são apresentados alguns *trade-offs* negativos e positivos a outros serviços ecossistêmicos discutidos neste livro, além dos principais vetores que atuam sobre o ecossistema. Isto evidencia a importância do fortalecimento das formas alternativas de agricultura. Analisa-se o estresse ambiental e social com foco na água e solo, buscando considerar se a capacidade de renovação do sistema está comprometida e buscam-se alguns indicadores de impacto sobre o bem-estar humano. As evidências apresentadas indicam que as políticas de distribuição de renda, segurança alimentar, agricultura urbana e agroecológica podem contribuir para reduzir a degradação dos ecossistemas, contribuir à proteção das características rurais do Cinturão Verde, revertendo a tendência de afastamento das áreas de produção do núcleo consumidor, contribuindo, considerando também o *trade-off* com outros serviços ecossistêmicos, a melhoria do bem-estar social. A agricultura urbana agroecológica atua de forma educativa, tanto para fortalecer a demanda por produtos saudáveis como para melhorar o padrão alimentar e nutricional da população da RBCV.

1 | INTRODUÇÃO

A área da RBCV está localizada principalmente no domínio do bioma Mata Atlântica, com uma pequena porção no Cerrado. A intensidade da ocupação na região foi marcada pelo ciclo econômico do café (final do século 19) e industrialização. Era o extremo meridional das terras portuguesas, sob o Tratado de Tordesilhas e, assim, ponto estratégico na ocupação geopolítica portuguesa. No estado, são importantes a agricultura de exportação e a cana-de-açúcar, mas também a produção de alimentos para o mercado interno: hortifrutí, ao lado da produção de flores. Estas são muito relevantes na região da RBCV, acrescidas de pecuária bovina e reflorestamento para indústria de papel e celulose.

Inserir-se neste espaço uma das áreas urbanas mais populosas do mundo: a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Em 2019 a RBCV encerrava uma população equivalente a 12,1% da população nacional, cujo território é responsável por 18,8% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Seu território, entretanto, representa somente 0,22% da área do país (IBGE, 2019).

Este capítulo visa retratar a produção e consumo de alimentos e as condições nutricionais da população na RBCV, com objetivo de analisar as condições atuais e perspectivas futuras dos ecossistemas continuarem a fornecer esse serviço ecossistêmico (alimento), fundamental ao bem-estar humano.

A área da RBCV compreende três sistemas: 1) Planalto Paulista, que se subdivide em rural e urbano; 2) costeiro, que apresenta uma sub-região: o estuário; e 3) unidades de conservação (UC) e terras indígenas. É importante ressaltar que a área da RBCV possui muitos reservatórios de água, que são responsáveis pelo abastecimento à população. Muitas vezes, estão associados à UC ou a outras áreas especialmente protegidas, caracterizadas e regulamentadas por legislação específica.

Nas áreas de baixa densidade, a atividade agrícola interage com os reservatórios de água para abastecimento urbano. Dada a criticidade da disponibilidade hídrica regional e seu crescente impacto sobre a atividade

agrícola, este tema será tratado aqui com foco no *trade-off* água e esta, uma vez que a agricultura se configura como uso que compete pela água de qualidade. No capítulo *Provisão, Regulação da Água e Bem-Estar Humano*, o assunto será amplamente abordado.

A água é um recurso natural tornado escasso na região em função do forte crescimento urbano que acompanhou o processo de industrialização brasileiro, principalmente a partir dos anos 1970. A forte expansão demográfica pressionou os recursos hídricos tanto pelo lado do abastecimento como pela precariedade das condições de saneamento ambiental e o comprometimento da qualidade da água de superfície, usada no abastecimento. As águas superficiais e os reservatórios são fundamentais para o consumo humano, mas também à agricultura.

De forma geral, a agricultura praticada na região pode ser definida como urbana. Inclui agricultores tradicionais, estabelecidos há várias gerações na região, mas também aqueles que chegaram mais recentemente através de iniciativas, pública ou privada, de geração de emprego e renda. A disponibilidade de terras estimula o processo de ocupação espontânea, que pode ser de uso eventual ou de longa duração. A presença da agricultura familiar é importante na região.

Na perspectiva do suprimento de alimento foi considerado o extrativismo vegetal e animal (incluindo a pesca) e a agropecuária, com ênfase na diversidade tecnológica utilizada. O alimento está associado a várias etapas do processo produtivo e cada qual depende e impacta o ecossistema, mas considerou-se somente a atividade primária. Experiências de tecnologias alternativas, apesar de não serem estatisticamente relevantes, têm impacto localizado e assumem papel de indução de mudanças.

A produção e o consumo de alimentos não obedecem às fronteiras da RBCV. O impacto ambiental do consumo ocorre para além dos limites da Reserva e justifica a estimativa da *Pegada Ecológica* (PE). Ao se considerar que o sistema urbano é parte fundamental da RBCV, é enfatizado também a importância do estudo das condições de nutrição e saúde da população.



A PE tem sido amplamente usada como ferramenta para indicar o impacto da demanda de recursos naturais associada à população de uma área específica e para determinar se esta população está usando mais recursos do que a biocapacidade – área bioprodutiva disponível (suprimento) da área onde reside. Nesta situação caracteriza-se o estado de *sobre-exploração* ou sobrecarga (*overshoot*). Este é estimado por meio da área de terra ou água biologicamente produtiva que é necessária para produzir os recursos consumidos e para absorver o lixo gerado pela população em questão, com o emprego da tecnologia prevalente (REES; WACKERNAGEL, 1996).

Como indicativo, foi estimada a tendência histórica (1976 – 2006) da PE das hortaliças na RMSP área mais densamente povoada, com o uso do método dos *fatores de equivalência* para suavizar as distorções quando se agrega demandas por diferentes tipos de uso do solo, cujas produtividades biológicas diferem.

O bem-estar humano está associado diretamente ao serviço ecossistêmico de provisão de alimento devido à sua capacidade de garantir a segurança alimentar e nutricional, com impacto direto nas condições de saúde. O padrão agrário, sobre o qual se estrutura a produção de alimentos, estabelece as condicionantes do modelo de desenvolvimento e de justiça social na distribuição dos seus benefícios. Indiretamente atua sobre a paisagem, a preservação cultural e o *silêncio*, fundamentais para o desenvolvimento integral do indivíduo e da sociedade.

A segurança alimentar é definida como a garantia de que todas as pessoas tenham acesso a alimentos inócuos, nutritivos, em quantidade suficiente e de modo permanente, de forma a satisfazer suas necessidades nutricionais e preferências alimentares, a fim de levar uma vida ativa e saudável (FAO, 2010). A Lei 11.346 de 15/09/2006 estabeleceu o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) que, além dos aspectos mencionados anteriormente, incorpora a alimentação como direito humano fundamental e responsabiliza, principalmente, o Estado por sua garantia (BRASIL, 2006; MS, 2006). No Brasil, são restritas as fontes de dados sobre segurança

alimentar e nutricional da população¹. Não existem informações em relação ao consumo alimentar, estado nutricional e situação de insegurança alimentar dos municípios integrantes da RBCV; estes dados encontram-se disponíveis somente para a região sudeste do estado e para a RMSP. O consumo alimentar é influenciado por vários fatores que variam em cada localidade. Embora não seja possível extrapolar os dados de outras regiões para a RBCV, a análise do quadro onde este território está inserido pode fornecer elementos importantes de discussão.

O período considerado no capítulo variou em função da natureza do problema em foco e das limitações de dados; ainda assim procurou-se captar o impacto da forte migração e crescimento populacional a partir de 1970.

O desenvolvimento do texto sobre o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos vai se orientar pelas seguintes perguntas: (1) Qual é a condição e a tendência do serviço de provisão de alimentos e dos sistemas que prestam este serviço? (2) Quais são os principais vetores de alteração (*drivers*) que afetam o serviço ecossistêmico de produção de alimentos e qual a tendência da sua evolução e impacto sobre a quantidade e qualidade do serviço? (3) Existe um limite para as alterações na capacidade do ecossistema de gerar serviços? Neste contexto, qual a situação atual e a perspectiva futura da continuidade de fornecimento do serviço ecossistêmico? (4) Como as alterações no ecossistema afetam o bem-estar humano? (5) O que se pode

¹ Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio (PNAD) de 2004 incorporou a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA); inquéritos nutricionais como o Estudo Nacional de Despesas Familiares (ENDEF), de 1975/1975; Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (PNSN), realizada em 1989 pelo extinto Instituto Nacional Alimentação e Nutrição (INAN) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No início da década de 1990, o INAN avaliou a aquisição de alimentos em cinco municípios (Rio de Janeiro, Curitiba, Goiânia, Campinas e Ouro Preto) e o consumo de alimentos no Rio de Janeiro (YOKOO *et al.*, 2008). As Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) estimam a disponibilidade de alimentos por domicílios (disponíveis e não efetivamente consumidas, pois não inclui perdas nem refeições fora de casa) são de 2002-2003, realizadas pelo IBGE, periodicamente. O levantamento de 2008/09 não estava disponível quando este texto foi escrito.

propor para iniciar um debate sobre política pública para preservar os ecossistemas e fortalecer o bem-estar humano?

2 | CONCEITUANDO O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE PROVISÃO DE ALIMENTOS

Serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm da natureza. Como mencionado na seção inicial, classificam-se em serviços de provisão, regulação, cultural e de suporte. Os serviços de provisão são essenciais à manutenção da vida humana, entre eles estão os alimentos provenientes dos sistemas terrestres e aquáticos, resultantes dos processos de produção ou extração. A tendência desse serviço é influenciada pelas condições econômicas e sociais prevalentes na região e no país, que definem o padrão de consumo e nutricional da população. Por outro lado, a escolha tecnológica e as práticas de manejo provocam impactos diferenciados sobre solo, água e biodiversidade, podendo contribuir na geração de outros serviços ecossistêmicos ou simplesmente transformar a atividade em vetor de degradação. A opção pela tecnologia ambientalmente adequada pode contribuir com o serviço ecossistêmico de suporte, por meio da melhoria na fertilidade do solo; preservação e purificação da água e recuperação de espécies ameaçadas de extinção.

A baixa densidade populacional, que caracteriza o espaço onde ocorre a produção de alimentos na RBCV, está associada a um modo de vida distinto da que acontece nas concentrações urbanas. A rede social dos agricultores familiares, que organiza a vida neste espaço, é um importante elemento (capital social) para o monitoramento e defesa da preservação cultural e dos recursos naturais². O produtor e sua rede social são fundamentais para garantir que o ecossistema possa prestar vários serviços de provisão e regulação através da preservação das matas, florestas, biodiversidade, nascentes, cursos de água e reservatórios. O turismo agrícola/pesqueiro pode valorizar a paisagem, com fortalecimento não só da prestação dos serviços de provisão e regulação, mas também dos culturais.

Os serviços culturais são os benefícios intangíveis obtidos mediante o enriquecimento espiritual, cognitivo e a recreação. O modo de vida dos agricultores e pescadores que residem junto a sua área de produção resiste às mudanças da sociedade globalizada e, neste sentido, preservam características culturais que podem se configurar como *museus vivos* da história, hábitos e tradições locais, embora fortemente ameaçados na região. O alimento é parte importante da cultura e identidade de uma sociedade, tanto em termos da produção (o que, e como produzir), como consumo, pois está relacionado à culinária, às exigências, aos hábitos e preferências do consumidor e à relação da alimentação com a vida familiar e social (CARVALHO; FRANCA, 2006).

Desta forma, o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos tem um forte *trade-off* com vários outros serviços que serão tratados em capítulos específicos, incluindo folclore caipira, lazer e turismo, provisão e regulação de água, biodiversidade, provisão de recursos madeireiros e controle de processos geohidrogeológicos. Neste capítulo serão apontadas algumas interações.

2.1 | Os sistemas estudados: produção agropecuária e bacias hidrográficas

A capacidade de produzir alimentos na RBCV vem sendo afetada pela redução das áreas agrícolas onde se expande a urbanização,

² Está relacionado ao conceito de multifuncionalidade do espaço rural. Para Pecqueur (VOLLET, 2002), a multifuncionalidade resulta da coordenação das atividades monofuncionais da agricultura e do conjunto de atores, em estratégias coletivas de combinação destas funções, o que depende da regulação pela cooperação e reciprocidade baseada sobre valores, normas, identidade, confiança e solidariedade, além da ação pública. Neste sentido, baseia-se na rede social, no capital social, construída com a participação dos agricultores. Para este mesmo autor, a multifuncionalidade assume o papel de fazer a convergência das funções secundárias e de produtos não comercializáveis para o mercado, com o objetivo de estimular a oferta conjunta do território, assumindo também o papel de redistribuir recursos se quem produziu o bem não é quem se beneficia dele. A multifuncionalidade reforça assim o marco teórico para se tratar dos *trade-offs* do serviço ecossistêmico de alimentos com outros serviços.



mas isto fica subestimado nas estatísticas agropecuárias devido à incorporação de áreas de matas e florestas. Em termos de produção, isto pode ser atenuado pela intensificação do uso do solo e produção em solo construído (estufas)³. De acordo com o IBGE, os dados de 1970 a 2006 (IBGE, 1971; 2000; 2009) mostram redução do número de estabelecimentos (22.061 para 13.870) e de área (760.588 para 572.476 ha). No período de 1996 a 2006, os dados do LUPA indicam redução de 18.359 para 14.931 UPA e, em termos de área, de 594.704 para 522.273 ha. Ainda que esses dois levantamentos oficiais possuam metodologias distintas, ambos atestam a redução da área cultivada e do número de estabelecimentos. Segundo o LUPA, a redução das áreas de matas e florestas é da ordem de 35% e do número de UPA com este uso é de 17%.

Do ponto de vista da pesca marítima, a tendência é de redução da produção do litoral paulista. De 1967 a 1999 variou de 70 mil toneladas para cerca de 25 mil toneladas, sendo 70% proveniente da Baixada Santista (ÁVILA-DASILVA, CARNEIRO; 2007). A pesca no Planalto também vem se reduzindo. Embora os dados sejam escassos, o que vem ocorrendo na represa Billings pode ser tomado como indicador. Na década de 1990, Minte-Vera (1997) estimou em 101 o número de pescadores, mas existiam aproximadamente 200 entre as décadas de 1930 e 1940 (ROCHA, 1984). De acordo com relatos de pescadores mais antigos, a Billings, em décadas passadas, chegou a abrigar cerca de 600 famílias de pescadores, mas hoje a atividade já não é praticada.

A caracterização da produção e extrativismo agropecuário nos sistemas Planalto, Costeiro e UC baseiam-se em informações

disponíveis por municípios e agregadas por regiões da RBCV. Como mencionado anteriormente, a associação à água é fundamental, por isso buscou-se inserir nesta caracterização a identificação das bacias hidrográficas e reservatórios existentes. A **Figura 1** apresenta as regiões, bacias e principais reservatórios na área da RBCV.

Na RBCV estão presentes quatro bacias hidrográficas delimitadas por cadeias de montanha. O rio Tietê é separado pela Serra do Mar das duas bacias do litoral (Iguape e Baixada Santista), que faz com que suas águas corram para o interior e atravessem o estado, até encontrar o rio Paraná. A quarta, o rio Paraíba do Sul, corre entre a Serra do Mar e a da Mantiqueira, desembocando no Atlântico, no estado do Rio de Janeiro. Sua área de drenagem é isolada do Tietê por uma área de relevo ondulado. O Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH) foi estabelecido pela Lei 9.433/1997, que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Como a legislação que estabeleceu o sistema estadual foi anterior à política nacional, o mesmo foi posteriormente adequado ao disciplinamento nacional (SÃO PAULO, 1991; BRASIL, 1997). O SIGRH paulista identifica trechos do Tietê como unidades gerenciais distintas denominando-as de bacias hidrográficas. As bacias hidrográficas da área da RBCV estão definidas pela Lei Estadual 7.663 de 30/12/1991. Na área da RBCV, no sistema Planalto, encontram-se parte da bacia do Paraíba do Sul e três unidades de gestão da Bacia do Tietê: a do Alto Tietê (que corresponde grosseiramente à RMSP), subdividida em sub-bacias e duas associadas ao seu trecho Médio: o Médio Tietê e Alto Sorocaba e o Piracicaba-Capivari-Jundiaí ou PCJ (na **Figura 1**, as bacias 2, 5, 6 e 10). O sistema costeiro é constituído integralmente da bacia da Baixada Santista e parte pequena do Ribeira de Iguape (**Figura 1**, as bacias 7 e 11).

Com o objetivo de incorporar a dimensão territorial em seu sistema de gestão, os 78 municípios da RBCV foram agrupados em sete regiões, tendo a cidade de São Paulo como uma região específica; a região da Baixada Santista e Serra do Mar; região Leste, região Norte, região Noroeste, região Oeste e região Grande ABC. Esta classificação não obedece a um critério único, mas considera o aspecto natural, social, político e administrativo:

³ A produção agrícola estadual pode ser caracterizada por meio de duas fontes de dados censitários, por município. O Censo Agropecuário dos anos 1970, 1996 e 2006, realizado pelo IBGE (1971, 2000, 2009) e o Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) (PINO, 1997; SAA, 2008) realizado pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. O IBGE utiliza o conceito de exploração, que considera como unidade de levantamento todas as áreas com autonomia na gestão. Era realizado a cada cinco anos e, mais recentemente, a cada dez. O LUPA tem como unidade de levantamento a propriedade. Foi feito levantamento em 1996 e 2008. O Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e a última atualização do LUPA, não estavam disponíveis quando este estudo foi elaborado.

- **São Paulo:** se restringe a este município e faz parte de todas as sub-bacias do Alto Tietê. No município localiza-se o reservatório Guarapiranga. Este reservatório foi construído para regularização da vazão da Billings, mas passou a ser utilizado para abastecimento em 1929. Recebe vazões revertidas da bacia do Rio Capivari (Bacia Baixada Santista) e, a partir de 2000, do braço do Taquacetuba da represa Billings. Está localizado em área sob impacto da urbanização e a maior parte da sua área de drenagem está em área rural;
- **ABC:** constituído pelos municípios que foram o berço da indústria automobilística nacional (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra) e estão organizados através de consórcio. Compõe a sub-bacia Billings, da bacia Alto Tietê, onde se localiza o reservatório de mesmo nome, além dos denominados Riacho Grande e Rio das Pedras⁴;
- **Região Leste:** constituída de duas sub-bacias do Alto Tietê e parte da bacia do rio Paraíba do Sul, cujos dois rios formadores nascem no estado de São Paulo. Nesta última sub-bacia, estão os reservatórios Paraibuna, Santa Branca e do Jaguari (no rio Jaguari), no eixo urbano-industrial Rio – São Paulo. Esta área tem menor impacto da urbanização e o uso da terra predominante é a pastagem. As duas sub-bacias do Alto Tietê são: Cabeceiras, onde há também um consórcio de municípios e a Penha-Pinheiros, nas quais estão os reservatórios Tanque Grande, Cabuçu. Nesta região, localizam-se os reservatórios do sistema de abastecimento também conhecido como Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT),

⁴ Os sistemas produtores de água Billings, Guarapiranga e Cotia (Zona Oeste) operam de forma integrada, através de reversões entre eles. Esse sistema é extremamente complexo, pois sua operação envolve aspectos de abastecimento, geração de energia, controle de inundações, recreação e preservação ambiental (CBAT, 2002). A represa Billings recebe a reversão do Rio Pinheiros, mas passou a ser usada para abastecimento no braço do Rio Grande. Nos anos 80 o braço do Rio Grande foi isolado por uma barragem, para esse fim. Localiza-se em área fortemente urbanizada e em geral sem uso agrícola.

em área de baixa densidade demográfica, com predomínio da produção de hortifruti⁵. Os municípios que fazem parte da região Leste da RBCV são Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Igaratá, Itaquaquecetuba, Jacareí, Jambeiro, Mogi das Cruzes, Natividade da Serra, Paraibuna, Poá, Redenção da Serra, Salesópolis, Santa Branca, Santa Isabel, São José dos Campos e Suzano;

- **Região Norte:** abrange os municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Jarinu, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia, Tuiuti e Vargem, localidades da bacia do PCJ que alimentam o sistema Cantareira, na sub-bacia Juqueri-Cantareira, do Alto Tietê. Esse sistema é composto pela reversão das águas dos rios Jaguari, Jacareí (represa Jaguari-Jacareí), Cachoeirinha (Represa Cachoeira) e Atibaia (Represa Atibainha) para a represa de Juqueri (Paiva Castro). Deste reservatório, a água é bombeada para o reservatório de Águas Claras. Estes dois últimos já estão situados na bacia do Alto Tietê. Os municípios onde se localizam os reservatórios não sofrem forte impacto da urbanização e, na área do PCJ, predomina a pastagem. Em Mairiporã predomina a vegetação natural. O Sistema Produtor Cantareira responde por cerca de 50% do abastecimento da RMSP;
- **Região Noroeste:** constituída pela área de drenagem do rio Jundiá, na bacia PCJ e parte das sub-bacias Juqueri-Cantareira e a Pinheiros-Pirapora, passando pela represa Edgar de Souza, que recebe as águas do Tietê, depois de passar por toda região metropolitana, até o reservatório Pirapora. É a região menos importante em termos de reservatórios de água para abastecimento e abarca os municípios de Araçariguama, Barueri, Cabreúva, Caiei-

⁵ Ponte Nova, Ribeirão do Campo, Jundiá, Biritiba-Mirim, Taiacupeba. O Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT) é responsável por 15% do abastecimento da RMSP (sub-bacia Cabeceiras). Foi inicialmente planejado para controle de enchentes. É um sistema em cascata que usa o leito do rio Tietê e canal artificial conectando os reservatórios (CBAT, 2002). Somente o último está em área bem urbanizada.

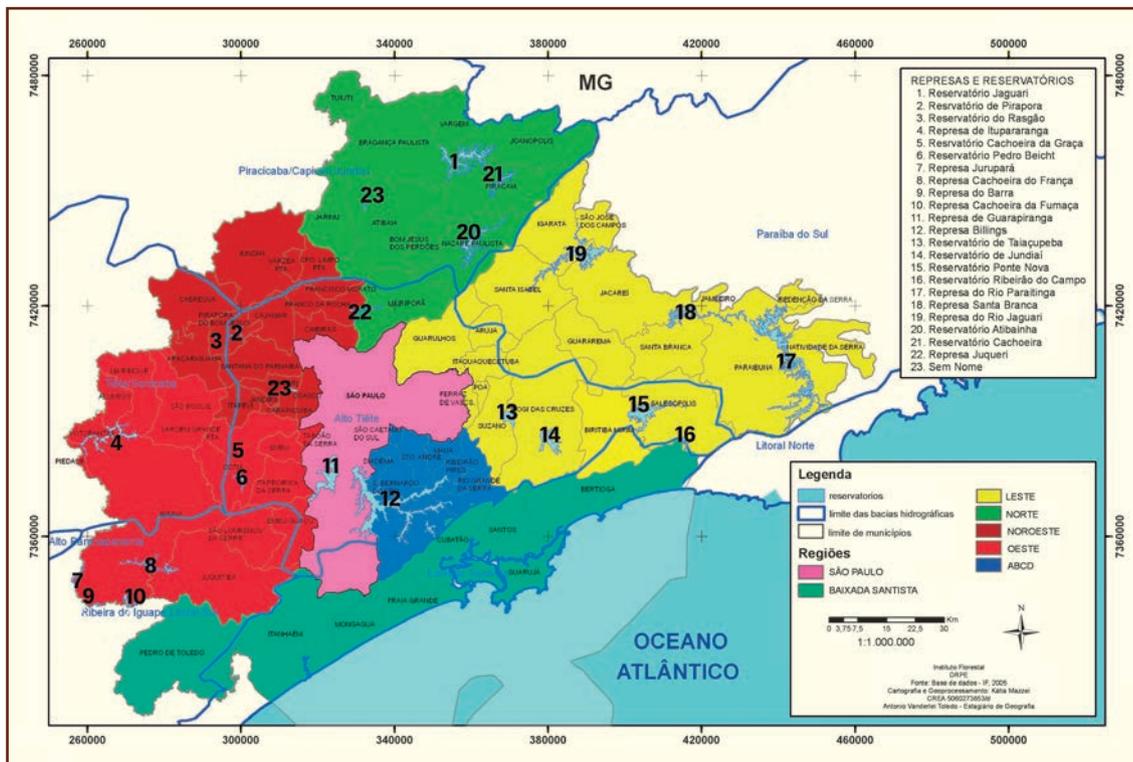


Figura 1 | As bacias hidrográficas do sistema de gestão dos recursos hídricos, os reservatórios e os municípios nas regiões da RBCV. Fonte: Elaboração própria.

ras, Cajamar, Campo Limpo Paulista, Carapicuíba, Francisco Morato, Franco da Rocha, Itapevi, Jandira, Jundiá, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba e Várzea Paulista;

- **Região Oeste:** constituída de partes da bacia do Alto Sorocaba/Médio Tietê, da sub-bacia Guarapiranga da Bacia do Alto Tietê, e da bacia do Ribeira de Iguape. A porção relevante para a RBCV refere-se ao Alto Sorocaba, em função dos rios formadores do Sorocaba (Sorocabuçu e Sorocamirim). Na área da Bacia do Alto Sorocaba/Médio Tietê está o reservatório de Itupararanga, o principal manancial do chamado *Pólo Dinâmico de Sorocaba*, denominação da região no contexto da macrometrópole paulista. Esta é uma região de forte atividade agrícola. Além desse, existem os reservatórios da sub-bacia Cotia

(Pedro Beicht, Graça e Isolina)⁶ e o reservatório Cachoeira do França (Ribeira do Iguape) em área de mata, revertido para o Planalto. Fazem parte da região Oeste os municípios de Alumínio, Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Ibiúna, Itapecerica da Serra, Juquitiba, Mairinque, Piedade, São Lourenço da Serra, São Roque, Taboão da Serra, Vargem Grande Paulista, Votorantim;

- **Região Baixada Santista e Serra do Mar:** caracteriza o sistema costeiro e corresponde à bacia hidrográfica da Baixada Santista e dois municípios da bacia do Ribeira de Iguape, que concentram a produção agropecuária regional. Este sistema pode ser caracterizado pelas encostas da região banhadas pelo oceano que avançam no mar até a isóbata de 23,6 m – limite seguido pelo zoneamento ecológico-econômico do estado de São Paulo. A região da Baixada Santista compreende a encosta da Serra do Mar voltada para a planície litorânea e a região estuarina que envolve os municípios de Santos, São Vicente, Guarujá e Cubatão. Além destes municípios, pertencem a esta região Bertiooga, Itanhaém, Itariri, Mongaguá, Pedro de Toledo, Peruíbe e Praia Grande.

⁶ O sistema Cotia é composto por barragens ao longo do rio. A de Pedro Beicht é para regularização e está a montante. A partir do reservatório da Graça é feita uma derivação para abastecimento: sistema Alto Cotia. A jusante, no mesmo Rio Cotia, a barragem de Isolina permite a derivação para o sistema Baixo Cotia (CBAT, 2002), localizada em áreas de forte impacto da urbanização.

A Bacia do Alto Tietê (**Figura 1**), em geral, apresenta condições críticas em termos da utilização dos recursos hídricos, com inúmeros fatores de estresse (CBAT, 2002): escassez de água, e por esse motivo necessita da importação de água, mais significativamente do PCJ mas com tendência a ampliar cada vez mais para outras bacias; comprometimento dos mananciais de superfície, principalmente pela ocupação urbana descontrolada, pelo recebimento de esgotos não tratados e disposição inadequada de lixo domiciliar; impermeabilização do solo e ocupação indevida das várzeas, com interferência nas questões de quantidade e qualidade da água.

Itupararanga, Cachoeira do França e os reservatórios do SPAT, principalmente os localizados próximo à nascente do Tietê, possuem águas límpidas e bem oxigenadas, com baixa condutividade e pequena quantidade de partículas em suspensão. Localizam-se em áreas fundamentalmente agrícolas e de sítios de lazer. No entanto, a maior parte dos reservatórios no Planalto está localizada em áreas de grande adensamento populacional, sofrendo impactos por parte de efluentes domésticos e industriais.

No Sistema Costeiro encontra-se a sétima região da RBCV. Na porção estuarina da região Baixada Santista e Serra do Mar, há três canais de acesso (canal dos Barreiros, do Estuário e de Bertiooga) há grande quantidade de rios em sua margem esquerda (Piaçabuçú, Mariana, Rio Branco), central (Casqueiro, Cubatão, Diana, Mogi) e direita (Jurubatuba, Quilombo, Santo Amaro, do Meio, Icanhema) (SIQUEIRA; BRAGA, 2001). O maior adensamento demográfico está nos municípios de São Vicente, Santos e Cubatão, onde se localiza o maior porto da América Latina, um importante polo petroquímico e uma das mais importantes áreas siderúrgicas do país. Estas características tornaram a região conhecida como uma das áreas mais poluídas da costa brasileira. Apesar da complexidade das diferentes atividades praticadas e dos avanços institucionais dados pelo Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (SÃO PAULO, 1998) e pelo Zoneamento Ecológico Econômico da Baixada Santista (SÃO PAULO, 2013a), não há um Plano de Gerenciamento Costeiro efetivo, o que acirra os conflitos entre diferentes atores (CETESB, 1981; 2001). A expansão

dos poços do pré-sal da Petrobrás, de petróleo e gás na bacia de Santos, está colocando maiores desafios ambientais para o ecossistema costeiro que, em 2019, teve quatro novos poços em operação (EBC AGÊNCIA BRASIL, 2019).

A ocupação urbana é limitada principalmente pelas características geomorfológicas encontradas na costa paulista. Ao norte do município de Santos observa-se uma planície costeira estreita, devido à proximidade da Serra do Mar com a linha da costa, que limita a ocupação. Em contrapartida, ao sul, as planícies costeiras mais extensas e retilíneas da costa favorecem o crescimento urbano.

Na bacia da Baixada Santista, a captação de água é feita diretamente dos rios, dentro do Parque Estadual da Serra do Mar. Parte do esgoto urbano em alguns municípios é jogada ao mar através de canais. Em 1979, o emissário submarino, o interceptor oceânico de Santos e a estação de pré-condicionamento de esgoto entraram em operação, com atendimento a Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e seu distrito de Vicente de Carvalho. O esgoto coletado em Santos é tratado (SHS..., 2007).

O rio Ribeira de Iguape possui como principal afluente o rio Juquiá, com diversos reservatórios, sendo que o situado mais a montante, Cachoeira de França, se encontra nos limites da RBCV, nos municípios de Jujutiba e Ibiúna. Este reservatório não está inserido em área de adensamento urbano.

O terceiro sistema considerado refere-se às unidades de conservação (UC) e terras indígenas. Para que os ambientes naturais da RBCV possam prestar serviços ecossistêmicos necessários ao bem-estar humano e à geração de riqueza para a metrópole paulista, são fundamentais os espaços naturais protegidos em seu território como UC.

As UC são espaços territoriais com características naturais relevantes, estabelecidas pelo poder público (em terras públicas ou em áreas particulares), com o objetivo de conservação da natureza, que inclui o seu manejo, preservação, manutenção, utilização sustentável, restauração e recuperação do ambiente natural.

O Sistema Natural de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) prevê 12 categorias complementares, a partir de diferenciados objetivos de conservação e níveis de intervenção



permitidos. Estas categorias se dividem em dois grupos. O primeiro, de proteção integral, admite apenas uso indireto dos recursos naturais (estação ecológica – EEC; reserva biológica – REBIO; parque nacional / estadual / natural municipal – PN / PqE / PNM; monumento natural – MONA; e refúgio da vida silvestre – RVS). O segundo, de uso sustentável, visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais (área de relevante interesse ecológico – ARIE; floresta nacional / estadual / municipal – FLONA / FE / FM; reserva de fauna – RF; reserva de desenvolvimento sustentável – RDS; reserva extrativista – RESEX; área de proteção ambiental – APA; e reserva particular do patrimônio natural – RPPN) (BRASIL, 2000). As áreas de mananciais possuem características similares a deste grupo.

As áreas núcleo da RBCV são formadas por UC de proteção integral (BRASIL, 2000) – parques nacionais, estaduais e municipais, estações ecológicas, reservas biológicas, monumentos naturais, refúgios de vida silvestre, reservas particulares do patrimônio natural (VICTOR *et al.*, 2011) e zonas de vida silvestre de áreas de proteção ambiental, e englobam principalmente remanescentes da Mata Atlântica, seus ecossistemas associados e algumas áreas de Cerrado.

Para 2020, foram sistematizadas informações das UC de proteção integral, em nível estadual, federal e municipal, presentes no território dos municípios que integram a RBCV, a partir do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) (MMA, 2019), dos bancos de dados geoespaciais do Instituto Florestal e da Fundação Florestal e de informações geoespaciais e normativas de criação de unidades de conservação municipais no território da RBCV. Como os dados de criação de UC são dinâmicos e dependem da atualização do órgão gestor das áreas protegidas, as UC assim estabelecidas e que não estavam registradas no CNUC ou que não constavam nos bancos de dados geoespaciais utilizados, deixaram de ser consideradas neste estudo.

São 37 as UC de proteção integral identificadas no território dos municípios que integram total ou parcialmente a área da RBCV.

Essas UC de proteção integral totalizam cerca de 271.360 ha na área terrestre e marinha da RBCV.

A maior UC de proteção integral na área da RBCV é o PqE da Serra do Mar, que se estende entre o planalto e a região costeira para além dos limites da reserva da biosfera. Delimitado em 1977, o Parque Estadual da Serra do Mar criou uma limitação de uso para as populações que ali viviam. As UC estão apresentadas na **Figura 2**.

Ao se considerar a área total das UC presentes na RBCV, estas representam cerca de 54% da área dessa reserva da biosfera, pois representam 1.299.746 ha dos 2.400.682 ha que constituem a área total (terrestre e marinha) da RBCV (com desconto de sobreposições entre UC no cálculo). Um dos conflitos inerentes ao estabelecimento destes espaços, pode ser a inadequação de sua categoria de proteção em relação às populações tradicionais existentes em seu perímetro, problema este observado, sobretudo, em UC já consolidadas e característico de toda a região da Mata Atlântica (PINTO *et al.*, 2006); este tema será tratado mais adiante.

Neste mosaico de ambiente e de terras protegidas que constituem a RBCV, estão localizadas 14 terras indígenas com algum tipo de reconhecimento pela FUNAI (Fundação Nacional do Índio), destas, a maioria (11), estão regularizadas, enquanto três estão em fase inicial de identificação. As terras indígenas da RBCV encontram-se em situação de vulnerabilidade, decorrente de uma grande diversidade de ameaças e pressões (CPISP, 2019).

As terras indígenas localizadas nos municípios que integram a RBCV e nos municípios de Miracatu e São Sebastião, cujos dados encontram-se agrupados, totalizam uma população de 3.924 indígenas em um território declarado e homologado de 39.390,25 ha (CPISP, 2019) e estão relacionadas na **Tabela 1**.

2.2 | Evolução do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos nos subsistemas considerados na RBCV

Os primeiros projetos para atração de imigrantes, na história brasileira, promoveram seu assentamento nas regiões próximas a São Paulo. Os imigrantes que vieram como colonos para as fazendas de café, na crise dos anos

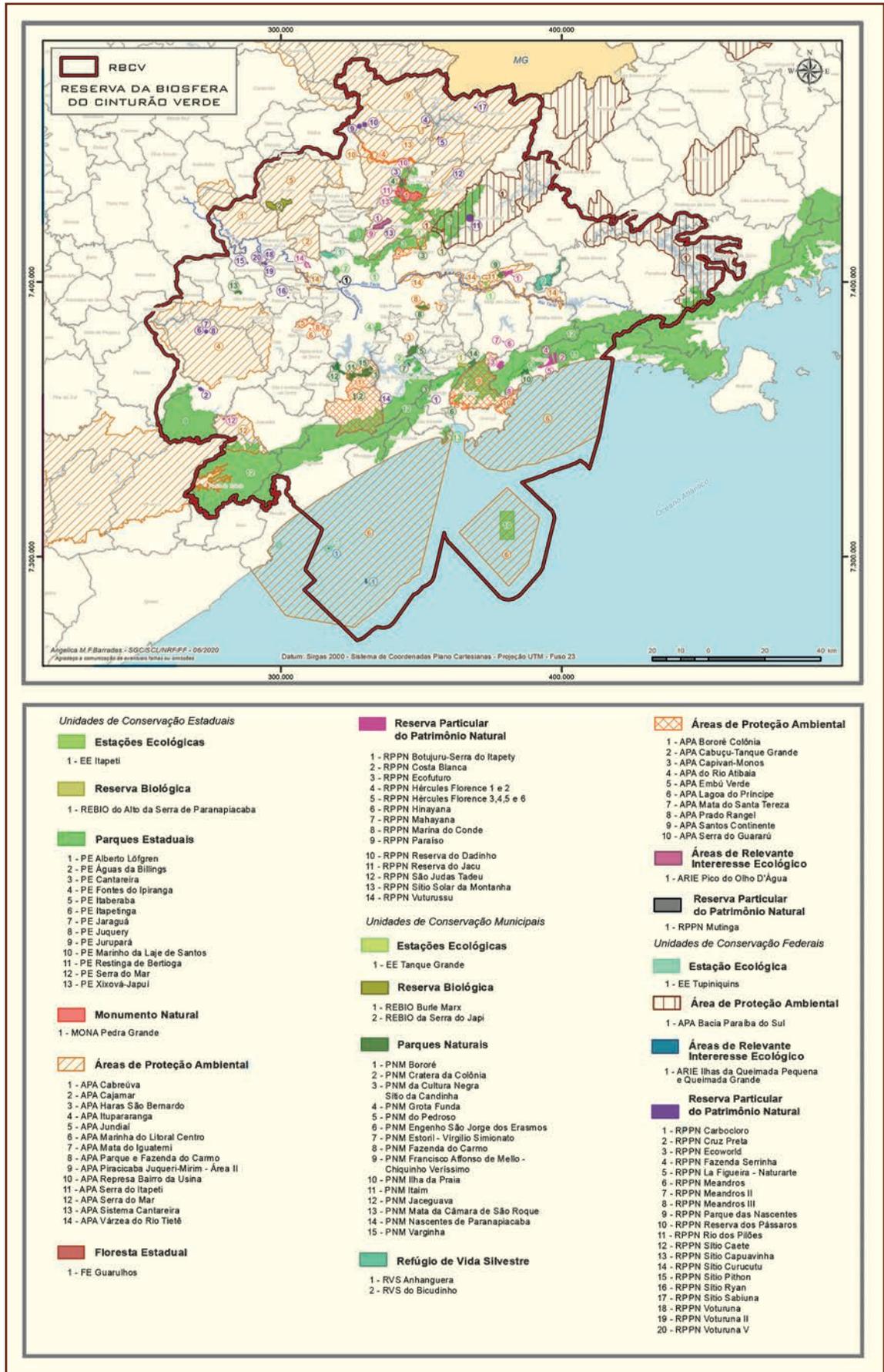


Figura 2 I
 Unidades de conservação na região da RBCV.
 Fonte: Rodrigues; Victor; Barradas (2020).



Terras indígenas	Aldeias	Povo Indígena	Pop.	Etapa do processo	Dimensão (ha)	Município
Aldeinha	Aldeinha	Tupi-Guarani (Ñandeva)	63 ¹	Sem providências	A identificar	Itanhaém
Barragem	Barragem	Guarani Mbya	867 ²	Homologada	26,30	São Paulo
Guarani de Paranapuã (Xixova Japui)	Paranapuã	Guarani Mbya	82 ¹	Em identificação	A identificar	São Vicente
Guarani do Aguapeú	Aguapeú, Cerro Corá	Guarani Mbya	109 ²	Homologada	4.372,25	Mongaguá
Itaóca	Itaóca I, Itaóca II	Guarani Mbya, Tupi-Guarani (Ñandeva)	96 ¹	Declarada	533,00	Mongaguá
Itariri (Serra do Itatins)	Rio do Azeite; Capoeirão	Tupi-Guarani (Ñandeva)	44 ¹	Homologada	1.212,47	Itariri
Jaraguá	Pyau, Itakupe, Yvy Porã, Ita Endy, Ita Vera, Ytu	Tupi-Guarani (Ñandeva), Guarani Mbya	573 ³	Homologada (1,76 ha) Declarada (532 ha)	1,76 532	São Paulo Osasco
Ka'Aguy Mirim	Uruity	Guarani Mbya	32 ¹	Identificada	1.190,00	Miracatu ⁴ Pedro de Toledo
Krukutu	Krukutu	Guarani Mbya	232 ¹	Homologada	25,88	São Paulo
Peruíbe	Bananal	Tupi-Guarani (Ñandeva)	32 ¹	Homologada	480,47	Peruíbe
Piaçaguera	Piaçaguera, Tanyguá, Tabaçu Kekopyy, Kuara'y -mimim, Nhamandu -mirim	Tupi-Guarani (Ñandeva)	199 ¹	Homologada	2.773,79	Peruíbe
Ribeirão Silveira	Ribeirão Silveira	Guarani Mbya, Tupi-Guarani (Ñandeva)	393 ¹	Homologada (948,40) Declarada (8.468,93)	948,40 8.468,93	São Sebastião ⁴ Bertioga Salesópolis
Rio Branco	Rio Branco	Guarani Mbya	74 ¹	Homologada	2.856,00	Itanhaém São Vicente São Paulo
Tenondé Porã	Karumbe'y, Pai Matias, Kalipety, Ventura oikoa, Yyrexakã, Guyrapaju, Kuaray Rexakã, Tape Mirim, Tekoa Porã	Guarani Mbya	1.128 ²	Declarada	15.969,00	São Paulo São Bernardo do Campo São Vicente Mongaguá

Tabela 1 |
Descrição das terras indígenas na área da RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em CPISP (2019).

Nota: ¹Sesai (2013) *apud*CPISP (2019); ²Funai Litoral Sudeste (s.d) *apud*CPISP (2019); ³Despacho Presidência Funai nº 544 (2013) *apud*CPISP (2019); ⁴Município não integra a RBCV.

1920/1930, associaram-se aos já instalados, comprando pequenas propriedades próximas à capital do estado. Desta forma, a produção de frutas, legumes e verduras e, mais recentemente flores, concentraram-se nesta área e provêm, fundamentalmente, de pequenas unidades de produção. As famílias de ascendência japonesa se dedicaram principalmente à produção de hortaliças e construíram fortes canais de comercialização. Estão reunidas na região Leste e no município de São Paulo, mas estão abandonando a atividade em busca de atividades mais rentáveis (CARVALHO *et al*; 2005; 2006; 2010; CARVALHO, 2015).

Os solos da região da RBCV, por se localizarem no planalto cristalino e na borda leste da depressão periférica, têm elevada suscetibilidade aos processos erosivos. Os solos são pouco férteis, ácidos e, muitas vezes, dependentes de adição de matéria orgânica (principalmente nas regiões produtoras de hortifruti) e necessitam, portanto, de correção tanto química quanto física. Essas regiões são muito semelhantes em termos de suscetibilidade à erosão, sendo o relevo o principal elemento diferenciador. Análise mais detalhada sobre solo encontra-se no capítulo *Serviço de controle de processos geohidrológicos de erosão, escorregamento, assoreamento e inundações*.

Através do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), pode-se ter o retrato mais atual da agricultura na área da RBCV.⁷ A principal região produtora é Mogi das Cruzes, com cerca de 45% do total da área agrícola regional. A seguir vem a região de Atibaia com 26%, Ibiúna com 12% a 15% e Osasco – Jundiá com 5% ou 7%, se incluir ou não os municípios que estão só parcialmente na RBCV. A área agrícola da RBCV corresponde a 3% do estado, quando considerado também os municípios parcialmente contidos na área da reserva da biosfera.

⁷ O Censo Agropecuário (IBGE, 2017) e a última atualização do LUPA, não estavam disponíveis quando este estudo foi inicialmente proposto. Nesta atualização, é utilizada somente a informação de área do Censo Agropecuário de 2017, uma vez que foram feitas mudanças na metodologia do censo que tornaram a comparação de número de estabelecimentos viesada. Os novos critérios reduziram o número de estabelecimentos por considerar as áreas não contínuas em um mesmo município como uma única unidade. Também não foram contabilizados como estabelecimentos as áreas de produtor/empregado/morador. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>>.

A força da política de distribuição de terras e de incentivo à agricultura local, acrescida do movimento espontâneo de ocupação, caracteriza-se como um esforço relevante na região para se contrapor ao movimento de expulsão da agricultura para áreas mais distantes. Destacam-se, neste sentido, o município de São Paulo, que ampliou a área em quase a mesma magnitude do que havia no município no censo anterior, o que resultou em uma taxa de expansão da área agrícola de 50,36% no período intercensitário. Outros municípios como Franco da Rocha (22%), Itapeceira da Serra (31%) e São Lourenço da Serra (29%) tiveram esforço semelhante, com resultado em expansão da área agrícola. Estes últimos casos são ainda mais significativos por apresentarem pouca agricultura no censo anterior. Entre os municípios que se destacam pela tradição agrícola, é interessante enfatizar Mogi das Cruzes e Jundiá. No primeiro, a expansão induzida pela política ou como processo espontâneo de ocupação foi de 37% da área identificada pelo censo e levou a uma taxa de variação da área, em relação ao censo anterior, de quase 94%. Em Jundiá, embora o esforço de expansão tenha sido de 25%, não foi suficiente para manter a área antes existente e apresentou uma redução de 28%. No território da RBCV houve um esforço de política e de ocupação espontânea de cerca de 6% da área agrícola existente, mesmo assim apresentou uma taxa de variação negativa entre censos de cerca de 13% – mais de 1% a.a., em média.

Os dados do Censo Agropecuário (IBGE) e do LUPA (SAA/SP) de anos anteriores permitem caracterizar a produção agrícola na RBCV. Ao se considerar as grandes categorias de uso e ocupação do solo constata-se, pelo IBGE (IBGE, 1971, 2000, 2009), que no período de 1970 a 2006 houve redução do número de estabelecimentos na ordem de 40% e da área total em 42%, o que indica estabilização do tamanho médio da exploração.

Quando considerado o período 1996/2006, observa-se aumento tanto em termos de número de estabelecimentos (28%) como de área (159%), indicando também uma ampliação da exploração média. Esses resultados são evidenciados na paisagem em que se vê a expansão de áreas com monocultura acompanhada de precarização das condições de moradia no seu



entorno, sugerindo substituição do trabalho em área própria por trabalhadores remunerados. O comportamento desses dois indicadores no período 1996/2006, entretanto, ocorre de forma desigual entre as regiões da RBCV. Nas regiões de São Paulo e Oeste houve redução do número de estabelecimentos; na Baixada Santista e Serra do Mar diminuiu a área e o ABC apresentou redução em ambos. Nas demais, houve ampliação dos dois indicadores.

No período 1996/2006 houve também redução do número de estabelecimentos com áreas de mata natural ou plantada e ampliação dos que apresentam as demais categorias. O número de estabelecimentos com pastagem foi o que menos aumentou. Em termos de área, todos os diversos usos apresentaram expansão significativa (mais do que duplicaram em todas as categorias). A pastagem teve desempenho mais fraco.

O LUPA (PINO *et al.*, 1997; SAA, 2008) também captou esta mesma tendência para o período 1996/2008, ou seja, expansão em termos de número de UPA e de área. Houve entretanto redução do número de estabelecimentos com cultura temporária (3%) e da área com cultura permanente (22%). O que mais cresceu foi o número de estabelecimentos com reflorestamento (31%) e mata natural (35%). Em termos de área a mata natural também mostrou um crescimento significativo (17,63%), além da expansão do reflorestamento (7%). Este tema será enfatizado no capítulo *Recursos Florestais Madeireiros e não Madeireiros*. Quando se considera a área, a maior expansão ocorreu com culturas temporárias (26%) e pastagem (24%). Em termos do LUPA, as principais áreas agrícolas (Leste, Oeste e Norte) apresentaram diminuição média das áreas. Isto também ocorreu nas duas regiões onde a agricultura praticamente desapareceu, sugerindo a ampliação de uma nova atividade, espontânea ou fruto de política pública, associada à complementação de renda ou geração de emprego. Em ambos os casos há aumento do número de pequenas unidades de produção, ainda que com perfil diferenciado. Em São Paulo e na região Noroeste, onde existe

atividade agrícola significativa juntamente com importante atividade econômica no setor secundário (industrial) e terciário (serviços), ocorreu a tendência oposta: expansão do tamanho das UPA.

Essas considerações indicam⁸ que ainda existem áreas de fronteira que atraem famílias de agricultores a se estabelecerem no espaço geográfico da RBCV. Em algumas áreas, onde a agricultura é uma atividade de menor importância econômica (por ter desaparecido ou em comparação com alternativas econômicas), seu desenvolvimento parece favorecer unidades maiores de exploração. Isso determina um perfil social diferenciado para o espaço rural e para a rede social local, com impacto na definição das ações voltadas à conservação do espaço rural e de seus atributos ambientais.

Em termos de uso e ocupação do solo, os dados do ano de 2006 (IBGE, 2009) demonstram a heterogeneidade da região. Alguns municípios da RBCV não possuem mais estabelecimentos agropecuários. Na RMBS, 38% dos municípios não apresentam área agrícola e mais 25% (Santos e São Vicente) contam com área insignificante. Dois municípios da área litorânea da RBCV, que não fazem parte da RMBS, contribuem fortemente à área agrícola regional que está concentrada no extremo sul da região, afastada do polo urbano. Predominam ali as matas naturais e a lavoura permanente. Essa região concentra a produção de banana (67%) e palmito juçara (77%) da RBCV. A mandioca, importante para a subsistência da população local, corresponde a 31% do que é produzido na área da RBCV. Apesar de não ser uma agricultura muito dinâmica, localizam-se aí 8% das UPAs e 12% da área agrícola da RBCV. Nesta região não existem reservatórios de água para abastecimento.

Na RMSP, a região industrial do ABC tem perfil ainda mais urbanizado. Cerca de 58% dos municípios não possuem área agrícola e os restantes 42% possuem área insignificante, com domínio de culturas temporárias: alface, almeirão, brócolis, couve e rúcula. Nessa região está o reservatório Billings, que se encontra bastante poluído.

Na região Noroeste há uma área de forte dinamismo econômico e social, que se localiza na faixa que liga Sorocaba a Jundiaí e separa as regiões metropolitanas de Campinas e São

⁸ A divergência entre as duas fontes sugere que, nos dados do IBGE, houve incorporação de estabelecimentos em 2006 que não foram considerados em 1996.

Paulo, além de apresentar alguns municípios não impactados pelas atividades urbanas. Cerca de 50% dos municípios fazem parte da RMSP e, entre estes, estão os que não possuem área agrícola (25% do total da região). Os demais, apesar da forte urbanização, também apresentam áreas agrícolas. Nessa região predomina área de pastagem (40%), lavoura temporária (27%) e matas e florestas naturais (24%). Em 36% dos estabelecimentos há presença de matas e florestas naturais. Essa é a principal região produtora de uva de mesa (75%), pêsego (31%), tangerina (27%), ameixa (26%), caqui (16%) e laranja (16%) na RBCV, concentrada no município de Jundiaí. A produção de frango de corte também tem alguma relevância (21%), mas não está associada à produção de milho para a criação (6%). A pecuária bovina, que justificaria a importância das pastagens, é pouco relevante (leite 1% e corte 4%), sugerindo que estas são (áreas que perderam sua biodiversidade e deixaram de ser interessantes para a atividade agropecuária). Estão abertas à expansão urbana. O plantio de alface (3%) é uma atividade significativa para a região, mas não é representativa para a totalidade da área da RBCV. De forma geral, pode-se definir essa região da RBCV como importante produtora de frutas, mas não de hortaliças. Os reservatórios de água dessa área recebem o rio Tietê após passar por São Paulo e são os mais poluídos. Localizam-se nos municípios de Bom Jesus de Pirapora e Santana do Parnaíba. Estes municípios não possuem área agrícola.

A região Oeste é bastante heterogênea em termos de urbanização. Cerca de 66% dos municípios fazem parte da RMSP, enquanto outros 33% não estão em áreas associadas a forte industrialização e urbanização. Cerca de 50% dos municípios têm uma significativa área agrícola. Essa é uma das principais regiões produtoras de hortaliças do estado e abastece principalmente o município de São Paulo. Os demais, 50%, dividem-se igualmente entre os que não dispõem ou possuem pouca área agrícola. De forma geral, a região caracteriza-se pela predominância de áreas de lavoura temporária, matas e florestas naturais. Esta é a característica de 42% dos municípios da região Oeste, fortemente influenciada por dois deles. Ibiúna, onde se localiza parte do reservatório Cachoeira de França e

Itupararanga, é o principal município produtor de hortaliças (50% do total da região). O segundo é Itapecerica da Serra, onde se destaca a preservação das áreas de matas e florestas (99%). Em 33% dos municípios prevalecem composições diferentes destas categorias de uso do solo. No restante dos municípios (25%), a área agrícola é insignificante. Todas as áreas de produção de cebola e alcachofra da RBCV estão nesta região, assim como parcela significativa da área de batata (52%), mandioquinha (74%), cenoura (48%) e beterraba (37%). A região é importante na produção de folhas e temperos. A contribuição em termos de alface, por exemplo, é de 27%, e do repolho chega a 40%.

Na região Norte, 60% dos municípios estão fora da influência dos processos fortes de urbanização e industrialização, enquanto somente 10% encontra-se na RMSP e 30% na área de dinamismo econômico e social de Sorocaba – Jundiaí. Esta área distingue-se das demais pela importância da área de pastagem (77% da área agrícola total), que se configura como o uso do solo mais importante em 70% dos municípios. Nos 30% restantes destacam-se a lavoura permanente, matas e florestas naturais, além da lavoura temporária. A característica fundamental dessa região é a importância do solo com baixa cobertura vegetal e predominância da pecuária. Essa região contribui com pequenos animais (frangos 77% e suínos 84%), bovinos de corte (53%) e de leite (54%), assim como milho forrageiro (85%) e milho (88%) – alimentos importantes para a criação. Vem também dessa região todo feijão preto, sorgo e parte considerável do feijão fradinho (78%) produzido na RBCV. Entre as culturas anuais, destacam-se ainda a vagem (66%) e a couve-flor (56%). Entre as culturas permanentes, a principal é o café (71%), mas produz também algumas frutas (figo, laranja, pêsego e ameixa). A fruta mais importante para a região é o morango (88%), cujo cultivo é anual.

Na região Leste predominam os municípios da RMSP (73%), mas existe também município (7%) que está na área de forte expansão econômica e social de São José dos Campos, enquanto os demais (20%) não sofrem impacto da urbanização e industrialização. Sobressaem na região as áreas de matas e florestas naturais

(38%), embora a pastagem natural também seja importante (36%). Este sistema de produção predomina em 47% dos municípios. A pastagem é a atividade mais importante em 14% dos municípios. Essa região é, entretanto, a mais significativa no abastecimento de hortaliças para a RMSP ainda que, em termos de uso do solo, represente somente cerca de 10% de sua área. O uso e ocupação do solo por cultura temporária, permanente e a preservação de matas e florestas naturais predominam em 33% dos municípios, todos eles na área de drenagem do SPAT, importante para o abastecimento de água da RMSP. Uso do solo com preponderância da cultura temporária e pastagem natural representam 7% dos municípios dessa região.

Em termos das hortaliças, essa região tem uma estrutura semelhante à da região Oeste sendo responsável, por exemplo, por 59% da alface, 48% do repolho e 70% de tomate produzido na RBCV, com uma produção um pouco menor da batata inglesa (49%). Todavia, difere no que diz respeito à produção de ovos (85%) e de frutas, pois é o principal produtor de caqui (76%). Por outro lado, assemelha-se à região Norte, na área limítrofe. Predominam ali a pecuária, em termos de gado de corte (38%) e leite (42%), com importante produção de forrageiras (88%) e de cana forrageira (79%). Por ser área estratégica para o abastecimento de água à RMSP, o conflito pelo uso da água é forte. Apesar disso, responde por 100% da produção de agrião da RBCV, a cultura que mais utiliza água. Agricultores próximos aos reservatórios observam aumento da umidade e maior incidência de doenças nas hortaliças.

Resta tratar do município de São Paulo. Predominam, na sua área rural, as áreas de matas e florestas (75%) com peso equivalente das culturas temporárias e pastagens naturais. O principal alimento produzido é o chuchu, combinado com toda a gama de produtos hortícolas, como nas regiões Leste e Oeste, mas em pequena dimensão. Plantas ornamentais e pinheiros de natal ocupam áreas relevantes. Apesar da importância das áreas classificadas como de pastagem, a atividade pecuária é insignificante. Essas áreas são de fato campos naturais ou áreas abertas pela extração de madeira, conservadas para ocupação urbana. O reservatório de Guarapiranga

encontra-se neste município, embora sua área de drenagem se estenda por municípios vizinhos. Nessa região, em função da saída da nova geração das famílias de origem japonesa para trabalhar no Japão, bem como devido à legislação e à efetividade da fiscalização para desmatamento para uso agrícola, era comum encontrar áreas arrendadas a custo zero, como estratégia para manter a área como agrícola. A volta dos imigrantes foi estimulada durante o período de crescimento da economia brasileira e a recente crise no Japão (CARVALHO *et al.*, 2005) (CARVALHO, 2015).

Uma caracterização da evolução do número e da área dos estabelecimentos para o mais importante município agrícola e para o total da região foi colocada sobre a área demarcada nos municípios pertinentes e pode ser observada no **Figura 3**. A informação para a RBCV, como um todo, está ao lado do mapa. O ano de 1970 é representado em marrom claro e o de 2006 em marrom escuro. Pode-se observar a tendência geral à redução da área e número de estabelecimentos em cada uma e no conjunto das regiões da RBCV. A evolução do uso e da ocupação do solo é apresentada na **Figura 4**, onde os diversos usos são apresentados em gráfico em forma de pizza para os anos de 1995/1996 e 2007/2008. As áreas em marrom claro representam matas nativas. Predominam na RBCV e em muitas das suas regiões. Na RBCV, entretanto, a importância das pastagens, reflorestamentos e cultura temporária juntas superam em pouco as áreas de mata nativa.

Nas regiões Norte e Leste da RBCV, todos os municípios possuem área agrícola e é também onde estão os principais reservatórios e áreas de drenagem dos principais sistemas de abastecimento de água da RMSP: Cantareira, alimentado por águas do PCJ e SPAT, respectivamente. No município de São Paulo, a área rural preservada é onde se concentra a atividade agrícola, o reservatório Guarapiranga e parte da sua área de drenagem. As margens do reservatório estão quase totalmente integradas à mancha urbana.

Parece, portanto, existir forte correlação espacial entre áreas agrícolas e ocorrência de reservatórios de água para abastecimento, sugerindo a necessidade de mensurar esta superposição e a indagar sobre o impacto do



Figura 3 |
Número de estabelecimentos, área do principal município e área total de cada região da RBCV, para os anos de 1970 e 2006. Fonte: Elaboração própria. Com base em IBGE (1971, 2009).

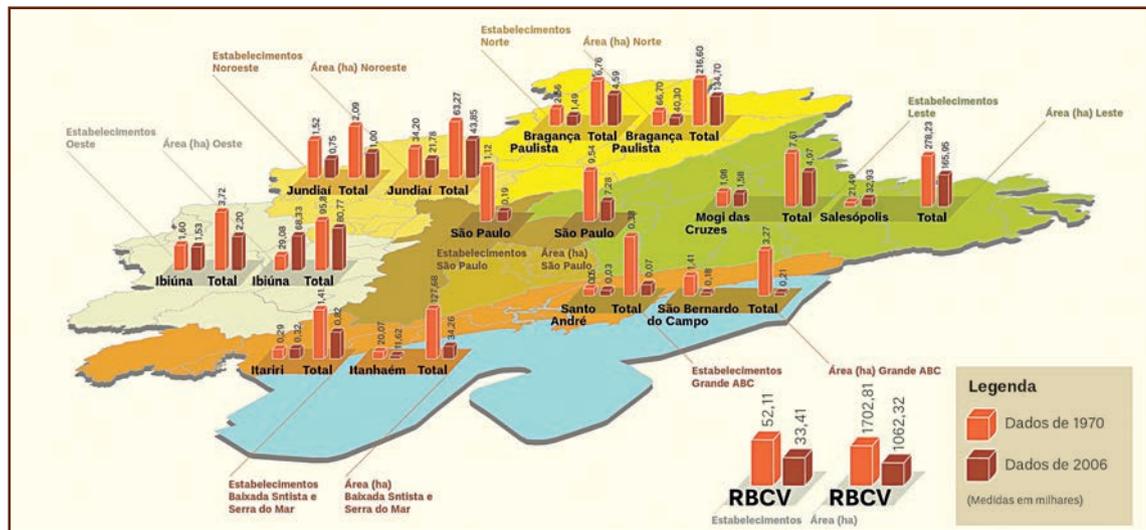
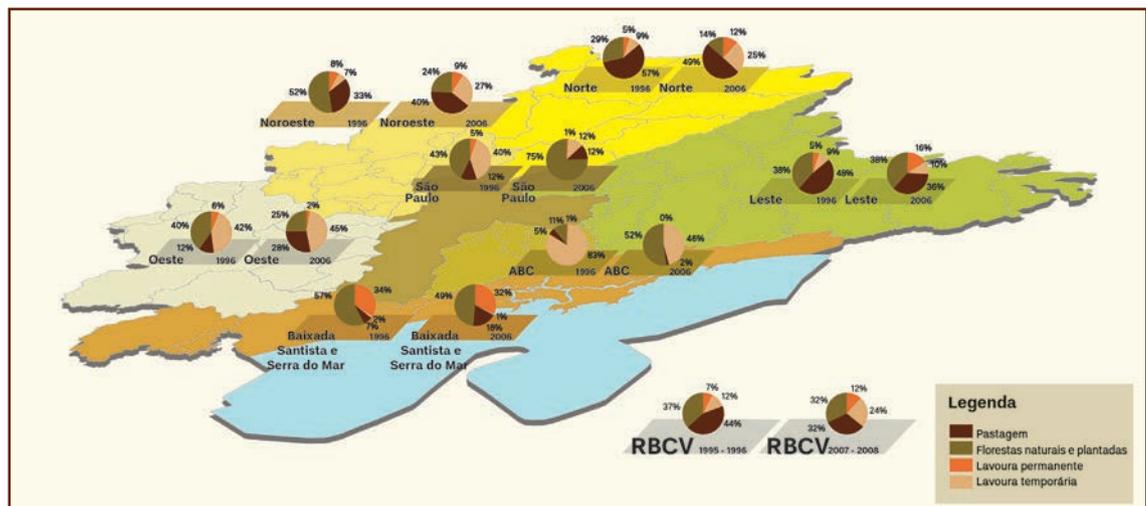


Figura 4 |
Percentual da área das regiões da RBCV por grandes classes de uso, 1996 e 2007. Fonte: Elaboração própria. Com base em SAA (2008).



serviço ecossistêmico de provisão de alimentos sobre o serviço de provisão e regulação da água. Ainda que, os reservatórios sejam sempre construídos em áreas de baixa densidade de ocupação, a expansão urbana desordenada acaba alcançando-os. Manter um uso produtivo e uma ocupação menos impactante parece ser a melhor forma de preservar as fontes de abastecimento de água, indicando a importância da opção tecnológica na agropecuária. No entanto, há que se considerar também o impacto que a construção dos reservatórios tem sobre o microclima e a atividade agropecuária.

Em 2006, ao se considerar a área total da RBCV as áreas de matas e florestas naturais (32%) e de pastagem plantada (32%) se equivalem e caracterizam as formas predominantes do uso e ocupação do solo na região; todavia, as áreas de lavoura temporária (24%) e permanente (12%) em conjunto são ligeiramente superiores

às anteriores. As áreas de mata predominam no município de São Paulo (75%), Baixada Santista e Serra do Mar (57%) embora a lavoura permanente seja aí relevante (34%); ABC (52%) com presença forte da lavoura temporária (40%). Já na região Oeste predomina a temporária (50%) mas as áreas de mata são bastante significativas (26%). A região Leste apresenta equilíbrio entre área de mata (38%) e pastagem. Onde predomina mata, desenvolvem a lavoura temporária e permanente (26% somadas). A Região Norte tem forte presença da pastagem (78%) enquanto a noroeste, apesar do predomínio da pastagem (40%), tem também área de mata significativa (24%). As áreas de pastagem são, muitas vezes, campos abertos sem ocupação econômica e de fácil conversão à expansão urbana. De forma geral, existe diversidade na produção agropecuária, que é voltada ao abastecimento do mercado interno regional (SAA, 2008).

2.2.1 | Especificidades do serviço ecossistêmico da produção de alimentos nos diversos sistemas

A agricultura desenvolvida na RBCV assume características próprias, em decorrência do sistema no qual se insere. A seguir será caracterizada a agricultura praticada no sistema Planalto Paulista (6 das 7 regiões da RBCV), no Costeiro, que se refere a Baixada Santista e Serra do Mar e as incrustadas nestes sistemas, mas dentro de UC.

2.2.1.1 | Agricultura no Planalto

Existe grande diversidade de sistemas de cultivo e criação na região da RBCV. Em termos de consumo de água, o mais importante envolve a produção de hortaliças. Na produção de hortaliças por agricultores familiares, o canteiro é a unidade de planejamento. O que plantar leva em conta o ciclo da variedade, as condições de mercado, o clima, as necessidades de consorciação e rotação de culturas para adequar a irrigação e aproveitar melhor o fertilizante do solo e as próprias preferências. Isso torna a definição da produção sempre muito conjuntural. Esta é uma atividade de mão-de-obra intensiva, na qual é difundida a contratação de meeiros, responsáveis por área própria cultivada com os mesmos produtos, para comercialização conjunta. Na região Leste, é significativa a utilização de adubação orgânica em caráter complementar à química. O preparo do solo é, em geral, mecanizado e pode ser usado o arado ou a enxada rotativa – esta última causa compactação na sub-superfície do solo e pulverização do perfil superficial, tornando-o mais suscetível à erosão (FERREIRA, 2006).

Na região Leste, no período de menos chuva, são buscadas áreas mais férteis próximas a sua fonte de água o que permite a redução do custo da energia para irrigação, sendo utilizadas preferencialmente as áreas de várzea. Na época de chuvas, quando a necessidade de água é menor e há risco de inundação das várzeas, são ocupadas as áreas onduladas. Nestes casos, muitas vezes são realizados plantios morro abaixo para evitar que a água *estoure* os canteiros. Em desacordo com a orientação técnica para evitar escoamento e erosão (FERREIRA,



Figura 5 | Região Leste da RBCV, município de Mogi das Cruzes. Foto: Elcio Kenji Nakagawa (2004).



Figura 6 | Região Oeste da RBCV, Sistema Agroflorestal (SAF) em implantação, no município de Ibiúna. Foto Ágata Cobos (2010).



Figura 7 | Região Nordeste da RBV, área produtora de uva, no município de Jundiá. Foto: João Paulo Soares de Andrade (2002).



Figura 8 | Região Leste da RBCV, município de Guarulhos. Foto: Elaine Zuchiwski (2004).

2006). Em geral, é usada água de nascente represada em tanque de captação, que muitas vezes recebe escoamento da área de plantio. O preparo do produto para comercialização envolve lavagem em água de boa qualidade. Quando a água superficial está contaminada, são empregadas fontes subterrâneas.

Os equipamentos de irrigação são muitas vezes colocados de maneira que as áreas próximas aos canteiros também possam receber água. Principalmente na região Oeste é comum ver lançamento ou escoamento da água da irrigação nas estradas. Em estudo realizado na região Leste, principal produtora de hortaliças da RBCV, Arruda *et al.*, (2006) avaliou a eficiência de 8 sistemas de irrigação. A eficiência tecnológica na irrigação é obtida ao se aplicar água em intervalos adequados para a planta não sofrer déficit hídrico que prejudique a produção econômica da cultura; de maneira mais uniforme possível, sem causar erosão; e molhando o perfil de solo explorado pela maioria do sistema radicular da cultura (WINTER, 1984; PIRES *et al.*, 2000). As evidências são de que o período entre regas praticado pelos agricultores é inferior ao que, em média, é necessário; portanto, há desperdício de água. Os equipamentos utilizados foram considerados razoáveis, sendo apenas um considerado excelente e um muito pobre. No geral, bastaria orientação técnica, pequenos reparos e boa manutenção para reduzir o consumo de água. Foi constatada a forte necessidade de controle de enxurradas e da erosão e verificou-se também o bom nível da produção agrícola, embora o aperfeiçoamento das práticas possa levar a aumentar ainda mais a produtividade (ARRUDA *et al.*, 2006).

Na região Leste, ao lado dos agricultores familiares, convivem outros de maior porte que são parceiros estratégicos para o escoamento da produção para os supermercados. Em geral, possuem estrutura para preparar e embalar (*packing house*) a produção

e frota para transporte. Nas *packing houses*, o consumo de água na pós colheita pode ser excessivo. As áreas de monocultura crescem no município de São Paulo e na região Oeste. No primeiro caso, parece estar associado ao arrendamento sem custo⁹. No principal município produtor de hortaliças da região Oeste, observou-se no campo, em 2008, grandes áreas arrendadas com monocultura, principalmente de repolho. A crise econômica no mercado de um produto específico causa o não plantio e o desemprego rural. Essas tendências ameaçam a rede social dos agricultores familiares, o modo de vida rural e a preservação da multifuncionalidade da agricultura.

Em trabalhos de campo realizados, observou-se que a produção de frutas muitas vezes compõe o sistema de produção com as hortaliças, mas outras vezes é feito de forma independente. A prática principal é a busca da ampliação e do deslocamento do período da colheita pela poda, para obter melhores preços. Em áreas com declive é recomendado não somente o plantio em nível, mas a rebrota natural para proteção do solo. Estas práticas, muitas vezes, não são observadas. É especialmente preocupante nas áreas de solos argilosos presentes tanto na região Leste como Noroeste – principais áreas de produção de frutas.

De forma geral, pode-se dizer que a agricultura no Planalto causa erosão, poderia usar água de forma mais eficiente e deve estar provocando contaminação do solo pelo uso inadequado de agroquímicos e fertilizantes carregados para os cursos de água, principalmente pelos escoamentos.

Com relação à pecuária, existem padrões diferenciados, mas em geral é empregada a pecuária extensiva e com baixa utilização de tecnologia. O exemplo da sub-bacia Cabeceiras demonstra o diferencial tecnológico pois, segundo o LUPA, 9,7% do total de UPA fazem vermifugação e 9% a mineralização. No entanto, quando consideradas somente as propriedades com mais de 50 ha, esses percentuais sobem para 28,8% e 28,2%, respectivamente (VICENTE *et al.*, 2004). O rebanho é predominantemente misto, permitindo obtenção de renda pela venda do leite e abate dos machos. A contaminação hídrica ocorre principalmente pelo acesso do gado aos cursos de água.

⁹ Pelos dados do LUPA de 1995/1996 para a bacia do Guarapiranga, os arrendatários representavam 4,1% das formas de acesso à terra às UPA, enquanto na sub-bacia do Itaim, mais impactada pela ocupação urbana representava 6,1% (VICENTE *et al.*, 2004). Trabalho de campo realizado nesta região identificou que este arrendamento era fundamentalmente sem pagamento de renda.



2.2.1.2 | Agricultura na Baixada Santista e Serra do Mar

As atividades agropecuárias na região da Baixada Santista e Serra do Mar são praticadas fundamentalmente (89%) em estabelecimentos de até 50 ha, na porção sul da região, e se estende também por Pedro de Toledo e Itariri. Além da bananicultura, da mandioca e do milho usados para subsistência, o cultivo da pupunha para produção de palmito e a criação de peixes de água doce estão emergindo como alternativas. O artesanato produzido com fibra de bananeira e o turismo, tanto o rural quanto o ecológico, são atividades que despontam, mas exigem maior apoio do Poder Público.

O cultivo da banana começou em 1870 na região de Santos e se expandiu para sul e norte ao longo do litoral paulista, atingindo Pedro de Toledo em 1950, época em que a ação pública se mobilizou após o surgimento do *mal de sigatoka* (doença causada pelos fungos *Mycosphaerella musicola* ou *Pseudocercospora musae*) e o desenvolvimento de tecnologia para o seu combate. A expansão foi facilitada devido à disponibilidade de terras virgens e o baixo nível técnico. A produção de banana foi implantada em morros e vales principalmente por meio de investidores que contratavam empreiteiros para formar o bananal, ou pelo próprio proprietário que o implantava e o entregava aos cuidados de empregado residente. A introdução da cultura se deu por meio de duas cooperativas sediadas em Santos que tinham como objetivo a exportação. Em meados da década de 1980, estas cooperativas perderam competitividade e o destino da produção passou a ser majoritariamente o mercado interno. Aproximadamente 70% dos produtores comercializam para intermediários que embalam a fruta no campo e a transportam para os centros consumidores (SAES, 2001).

Já a palmeira pupunha é planta exótica na região. Lotes de plantas sem espinhos foram adaptadas em campo de experimentação regional e introduzidas com sucesso em 1991, como alternativa econômica ao palmito Jussara (*Euterpe edulis*) extraído da mata.

2.2.1.3 | A agricultura em unidades de conservação

Como o estabelecimento de unidades de conservação, em especial em décadas passadas, não levou em conta a complexidade do território, muitas vezes as restrições de uso em áreas declaradas como UC de proteção integral imprimiram nova configuração às relações entre as pessoas e entre essas e o ambiente.

A EEC Juréia-Itatins, nos municípios de Itariri, Peruíbe e Iguape, em 1986, foi transformada em modalidade de UC que não permite atividade humana, com isso os moradores passaram a sofrer pressão para deixar a região. A maior parte dos residentes (48%) foram criados na região e, entre eles, mais da metade chegou à região antes da constituição da UC. Em estudos da década de 2000, verificou-se que os moradores se dedicavam fundamentalmente à agropecuária e ao comércio relacionado ao turismo, apesar da restrição legal imposta pela categoria EEC. Parte dos moradores considerava que a proibição de caça, o maior vetor de degradação, prejudicou a alimentação dos moradores que não tinham recursos para consumir outro tipo de proteína animal. As associações de moradores reivindicavam, desde 1991, alteração na categoria da UC. As condições de vida dos agricultores são semelhantes em outras UC de proteção integral (PANZUTTI, 2003).

Constatou-se que a atividade agrícola desenvolvida era de base familiar, eventualmente organizada em grupos de vizinhança sem especialização do trabalho, desenvolvida de forma precária como atividade de subsistência nas áreas planas. Plantava-se arroz, feijão, milho, mandioca, frutas adaptadas às condições locais, cana, batata e gengibre. A mandioca e a cana eram comercializadas entre os moradores locais para obtenção de renda monetária. Não compravam ou utilizavam qualquer insumo químico ou mineral. Os equipamentos utilizados eram rudimentares, sem uso de tração animal ou arado. Era comum a criação de pequenos animais para consumo próprio. Poucos possuíam algum gado de leite e de corte. O animal era vendido vivo e o leite usado para consumo próprio (PANZUTTI, 2002). As condições econômicas

dos agricultores eram muito precárias e a renda monetária – quando não proveniente da aposentadoria ou da venda de serviços de membros da família, era originada do excedente destes poucos produtos comercializados.

Informações de campo atestaram que em Peruíbe alguns produtores praticavam a bananicultura (banana ouro) no interior do então Núcleo Itariru do Parque Estadual da Serra do Mar (que abrange a área dos municípios localizados entre Jujuitiba a Peruíbe, e tem sua sede instalada em Pedro de Toledo). Raramente usavam insumos agrícolas por falta de recursos financeiros. Comercializavam para intermediários que faziam a climatização e revendiam nas estradas. Estes produtores indicaram a pupunha como atividade em expansão. No Núcleo Itariru, o cultivo era autorizado somente na área de entorno da UC, se o produtor assinasse um documento comprometendo-se a não permitir que as plantas produzissem frutos, impedindo assim, a sua contaminação para a área protegida.

Segundo informação dos técnicos de campo, trabalhos de apoio a agricultores familiares em UC têm buscado promover a agricultura orgânica. Na verdade, é uma prática com tecnologia rudimentar e introdução das técnicas de manutenção e recuperação da fertilidade do solo e de combate alternativo das pragas e doenças. Todavia, a ilegalidade das atividades agrícolas em UC com restrição de uso, dificulta a obtenção de certificação para comercialização diferenciada.

A UC Juréia-Itatins vigorou como EEc entre os anos 1986 a 2013, em situação conflitiva, uma vez que não permitia a ocupação por moradores tradicionais caiçaras, sendo registrado um acentuado histórico de lutas políticas. Em 2006, a UC foi transformada no Mosaico de Unidades de Conservação Juréia-Itatins com seis categorias, incluindo a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) da Barra do Una, com o objetivo de atender as comunidades tradicionais. Em 2009, uma ação de inconstitucionalidade obrigou o retorno da área à sua configuração original de Estação Ecológica (FERREIRA; RAIMUNDO, 2016).

Em 2013, a Lei 14.982, ampliou os limites da EEc da Jureia-Itatins, e reclassificou a área, que passou a ter a seguinte configuração: (i) PqE do Itinguçu (5.040 ha); (ii) PqE do Prelado

(1.828 ha); RDS da Barra do Una (1.487 ha); (iv) RDS do Despraiado (3.953 ha); (v) EEc da Jureia-Itatins (84.425 ha) (SÃO PAULO, 2013b).

A criação de duas RDS no Mosaico permite moradores caiçaras o desenvolvimento de atividades controladas, o que resolve parte dos conflitos. Residem na região famílias que não são consideradas tradicionais, por isto os conflitos persistem. Quando da criação do Mosaico, em 2013, verificou-se também que haviam famílias tradicionais estabelecidas nas áreas dos parques ou da estação ecológica; para estes casos, poderão ser assinados termos de compromisso, a título precário, para que essas pessoas possam continuar onde vivem até sua realocação para uma das RDS, ou indenização, caso precisem deixar o local (ALESP, 2013).

2.2.1.4 | Pesca continental no Planalto

A pesca continental no estado é praticada em áreas represadas e em trechos livres de grandes rios, geralmente, de forma artesanal e em pequena escala, individual ou em grupos, constituindo-se em importante fonte de renda, geração de emprego e produção de proteína para as populações socialmente menos favorecidas (MARUYAMA, 2007). É praticada como fonte total ou parcial de emprego e alimentação em três modalidades: artesanal (profissional), amadora-esportiva e de subsistência. O gerenciamento da pesca é de responsabilidade do poder público federal (Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA) e seus escritórios estaduais, que atuam no estabelecimento de regras que levam em conta medidas de ordenamento, como petrechos permitidos, definição de tamanhos mínimos de captura, épocas de defeso, etc.

Conhecimento de campo permite afirmar que na região abrangida pela RBCV, a atividade pesqueira artesanal-profissional é mais significativa na sub-bacia do Alto Tietê-Billings (região ABC) e secundariamente no rio Sorocaba (região de Ibiúna). Nas demais regiões da RBCV, a pesca profissional é muito pequena. Prevalece a pesca amadora praticada por aposentados e moradores locais, sendo basicamente com cunho de lazer. Essa atividade é intensa



nos finais de semana no complexo Billings e Guarapiranga, principalmente nos braços do rio Pequeno e Capivari, nos reservatórios do rio Grande e das Pedras, locais menos afetados pela poluição. Não se tem uma estimativa real da quantidade de pessoas que a praticam. De acordo com Matarazzo-Neuberger (1994), na região do complexo Billings em 1990, havia diariamente cerca de 600 pescadores amadores.

Alguma informação existe em relação a esta atividade nos reservatórios. Segundo Giamas *et al.* (2004), a pesca na represa de Ponte Nova (Salesópolis) não apresenta grande expressão na economia da região sendo realizada por poucos pescadores artesanais; em função da escassez de peixes disponíveis na represa, os pescadores migraram para outras regiões. Barbieri *et al.* (2000) observou na Guarapiranga (São Paulo), a existência de apenas uma dezena de pescadores que sobreviviam da pesca artesanal-profissional e de subsistência. Grande parte dos frequentadores utilizavam a represa para fins de lazer e turismo, principalmente nos fins de semana. Em 2008, na represa de Taiacupeba (Suzano), foi fundada a cooperativa de pescadores do Alto Tietê (COOPAT). Segundo informações obtidas em oficinas entre pescadores e pesquisadores do Instituto de Pesca, realizadas pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), na época estavam cadastrados 30 pescadores profissionais mas, atualmente acredita-se que este contingente seja muito maior. Com exceção da represa Billings, são escassas ou inexistentes as informações sobre a atividade pesqueira nos demais reservatórios da RBCV.

No reservatório Billings, apesar do forte impacto urbano, a atividade de pesca artesanal-profissional é antiga e resistente, por isto é a mais estudada. A construção do Rodoanel Mário Covas parece ter provocado forte impacto sobre a atividade, embora ainda não existam estudos disponíveis.

Na década de 1990, Mente-Vera (1997) estimou em 101 o número de pescadores, anteriormente totalizados em cerca de 200 entre as décadas de 1930 e 1940 (ROCHA, 1984). De acordo com relatos de pescadores mais antigos, a Billings em décadas passadas, chegou a abrigar cerca de 600 famílias de pescadores na região. Maruyama (2007) relata que 17%

dos pescadores que atuavam no reservatório de Barra Bonita vieram da capital e do Grande ABC, mudança ocasionada pela escassez de peixes. Em levantamento realizado por Alves da Silva (2008), foram entrevistados 52 pescadores, identificados nove núcleos pesqueiros e chegou-se a uma estimativa de 113 pescadores regularmente atuantes nos diversos locais visitados, distribuídos entre São Paulo (57%), São Bernardo do Campo (31%) e Ribeirão Pires (10%). Sabe-se, entretanto, que o número de pescadores vem diminuindo através dos anos em função da qualidade da água e disponibilidade de peixes. De forma geral, os locais de pesca e os pontos de desembarque se localizam na parte oeste da Billings, menos impactada pela urbanização e próxima à Guarapiranga.

A pesca de pequena escala praticada no reservatório Billings é constituída, geralmente, por grupo familiar, composta em geral por quatro pessoas, de baixa renda (cerca de 1,5 salários mínimos), com idade média de 38 anos (18-60 anos) e 13 anos na profissão. A maioria possui outras atividades complementares, embora existam famílias de pescadores tradicionais na região que trabalhem há mais de trinta anos. A principal arte de pesca empregada é a rede-de-espera, com diversos tamanhos de malha, para a captura da maioria das espécies e a pesca da batida, método mais eficaz para a piscaria da tilápia do Nilo e africana (*O. niloticus* e *T. rendalli*). A pesca da batida é a estratégia mais utilizada no reservatório para a captura da tilápia. É bastante empregada nos açudes do Nordeste do Brasil, mas ainda não foi legalizada no Estado. Consiste no uso da rede-de-espera de modo ativo, já que tal espécie dificilmente cai em redes paradas devido a sua visão apurada. As redes malhadeiras são posicionadas próximas às margens. São realizadas pancadas na água com um soquete de madeira e/ou bambu, fazendo com que os peixes se movimentem, fiquem atordoados e caiam nas malhas da rede. A pesca de batida causa também efeito em outras espécies nativas mais delicadas.

Foram identificadas 22 espécies capturadas pela pesca profissional, entre elas, 11 nativas, sete alóctones (de outras regiões do Brasil) e cinco exóticas (de outros países). O acará (*Geophagus brasiliensis*), o lambari (*A. fasciatus*,

A. eigenmanniorum) e duas espécies de tilápias representaram mais de 80% do volume desembarcado (ALVES DA SILVA, 2008).

O fechamento das comportas do rio Pinheiros, em meados da década de 1990, está associado à substituição da tilápia (*O. niloticus* e *T. rendalli*), como a espécie com maior volume desembarcado, pelo acará (*G. brasiliensis*). Tal declínio foi observado pelos pescadores e comprovado pelos trabalhos de Minte-Vera (1997), segundo o qual 81,4% do total capturado, nos anos de 1996 a 1997, foi de tilápia; e por Alves da Silva (2008), que identificou que o acará foi a principal espécie, contribuindo com 42,9% do total capturado, enquanto a tilápia passou a representar somente 25,2% nos anos de 2005 a 2007. Nos anos intermediários aos trabalhos citados, não foram encontrados registros sobre a produção pesqueira, impossibilitando uma análise integrada e comparativa da produção e da qualidade da água ao longo de todo o período. A diminuição da tilápia no reservatório vem sendo observada pelos pescadores, desde a década de 1970, após a desativação das estações de piscicultura. O rendimento pesqueiro observado para o triênio 2005-2007 foi de 23,74 kg/dia e 320,8 kg/mês, considerando os pescadores monitorados que atuavam na captura e no comércio do pescado, em trabalho de campo do Instituto de Pesca.

Os pescadores consideram que a tilápia diminuiu no reservatório em função da retirada de aguapés, habitat de proteção aos alevinos e pequenos peixes, e pela maior transparência da água observada nos últimos anos. Estas condições facilitam a pesca pelos biguás (tipo de ave) e a fuga das redes pelas tilápias. A pesca excessiva da tilápia também pode ser um dos fatores explicativos, mas não existem trabalhos comprobatórios.

Pode-se assim concluir que há uma clara perda da biodiversidade e redução dos estoques pesqueiros, trazendo impacto econômico e nutricional para o segmento da população que a realiza como complementação alimentar. Assim, a continuidade da atividade pesqueira está bastante ameaçada na Billings e em todos os reservatórios da RBCV, com condições semelhantes em termos de qualidade da água.

2.2.1.5 | Pesca na Baixada Santista e Serra do Mar

A área costeira é acessível às pequenas embarcações, principalmente pela proximidade da terra firme, o que possibilita a pescaria de sol a sol praticada normalmente sem a utilização de instrumentos de navegação. A prática da captura do alimento pode ocorrer por vários métodos, sendo muitas vezes realizada sem embarcação ou qualquer petrecho de pesca, como no caso da cata de mariscos e ostras. A continuidade da atividade depende da preservação desses ecossistemas, fortemente ameaçados pelas ações antrópicas.

Parte da biomassa está disponível para ser capturada no estuário enquanto outra parte migra para o oceano. Até o ano de 2019, era pouco conhecido o número correto de pescadores profissionais e os volumes capturados de diferentes recursos no ambiente estuarino. O grau de dependência dos usuários deste recurso é variável quando avaliada a cadeia do pescado. O elo mais frágil são os pescadores artesanais que dependem desses recursos para subsistência.

Ao se considerar a pesca realizada na Baixada como um todo, a Unidade Laboratorial de Referência em Controle Estatístico da Produção Pesqueira do Instituto de Pesca, que integra a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), estima que, de dezembro de 2008 a novembro de 2009, foram obtidas 19.662 t, sendo 97% proveniente da região Santos – Guarujá. Essa estimativa não inclui a captura realizada no estuário, particularmente, do camarão-branco. Na safra, pescadores profissionais e ilegais povoam o estuário para fornecer ao varejo. A pesca ilegal, artesanal e industrial, é normalmente praticada por barcos e/ou pescadores sem licença ou com petrechos proibidos.

Verificou-se que a produção vem declinando. De 1967 até 1999, a produção do litoral paulista oscilava ao redor de 70 mil t e, a partir daí, se mantém em torno de 25 mil t. A Baixada Santista contribui em média com 70% dessa produção (ÁVILA-DA-SILVA; CARNEIRO, 2007). Mantém-se o hábito do consumidor local de



adquirir o pescado fresco, apesar da maioria das embarcações artesanais trabalhar sem cuidados com processos de conservação.

A presença do polo industrial de Cubatão, área portuária com alta densidade demográfica e atividades de agricultura e pecuária, tornam a área bastante suscetível à poluição. A eutrofização causada pelo despejo de efluentes do polo industrial e o lançamento de esgotos clandestinos comprometem a qualidade da água (ANCONA *et al.*, 2006). Atualmente, a poluição mais preocupante ainda é a proveniente do esgoto e lixo doméstico, apesar do emissário submarino.

Na disputa pela produção de alimentos do ambiente costeiro há conflito entre pescadores artesanais e industriais; minimizados pela formação de áreas de proteção ambiental (APA) marinha (SÃO PAULO, 2008), que definiu áreas de exclusão da pesca industrial.

A poluição das águas e a pesca predatória comprometem o recurso pesqueiro e o próprio estilo de vida dos pescadores, que podem vir a se tornar atores importantes na preservação do recurso natural.

2.2.2 | Influência das mudanças das preferências do consumidor sobre o serviço ecossistêmico de produção de alimentos

A característica fortemente urbana e cosmopolita das grandes cidades no território da RBCV influencia as preferências dos consumidores, com especificidades qualitativas ao serviço ecossistêmico da produção de alimentos de ordem tecnológica (agricultura orgânica ou agroecológica) e de preocupação cidadã (proximidade entre produção e consumo, e/ou geração de emprego e renda) associados ao fortalecimento da agricultura urbana.

2.2.2.1 | Agricultura urbana

O conceito de agricultura urbana inclui tanto aquela realizada dentro da cidade (intra) como a periurbana (MOUGEOT, 2000). A integração da agricultura com o mercado consumidor é o ponto fundamental na caracterização dessa agricultura. A agricultura urbana enfatiza que a lógica econômica da agricultura de escala não é válida para a agricultura desenvolvida

integrada à cidade. Economias de aglomeração prevalecem sobre as de escala (MOUGEOT, 2000) – mais importante do que a quantidade produzida é ter maior diversidade, agregar valor ao produto e torná-lo mais facilmente disponível para o comprador (CARVALHO, 2015).

O conceito de agricultura urbana na política brasileira (MDS, 2018) aponta dois parâmetros de identificação: a) o uso de insumos e mão-de-obra local; e b) a articulação com a gestão territorial e ambiental da cidade ou metropolitana (ARRAES; CARVALHO, 2015)

O estudo de Santandreu e Lovo (2007), *Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção*, de iniciativa do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), abrangeu 11 regiões metropolitanas e registrou 635 experiências. O estudo apontou que 75% dessas experiências estão concentradas nas capitais. Das experiências da região Sul e Sudeste, 50% se auto-definem como orgânicas ou agroecológicas. A partir de uma amostra de 77 experiências da região Sul e Sudeste, constatou-se que 52% recebem apoio, promoção ou financiamento da sociedade civil, academia e/ou do setor privado, 26% do governo federal e 22% dos governos estadual ou municipal.

Na região da RBCV, vários municípios têm desenvolvido atividades de agricultura urbana e periurbana, sendo, em geral, programa das prefeituras. Em Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André e Guarulhos são denominados de *Programas de Agricultura Urbana*, enquanto em São Paulo se identifica também a *Agricultura Periurbana*. Em Embu, é denominado de *Colhendo Sustentabilidade: Práticas em Segurança Alimentar e Agricultura Urbana*. Em Osasco, o projeto da prefeitura foi iniciado em parceria com o Centro de Pesquisa Mokiti Okada, depois passou a ser realizado pela ONG Instituto Auá, mas está atualmente desativado. Alguns destes projetos têm inovado suas estratégias, dando ênfase a parcerias com o terceiro setor. A prefeitura de São Paulo, por exemplo, utilizou-se de editais para identificar projetos que sejam de interesse da política pública e que, ao mesmo tempo, fossem apoiados pela sociedade civil, fortalecendo a Agenda 21 local.

A abertura de novas oportunidades de comercialização direta, através de feiras livres

ou vendas institucionais estimularam a presença de agricultores tradicionais nas áreas periurbanas e a iniciativa de novas famílias atraídas pelos possíveis ganhos econômicos. Os dados do Censo Agropecuario (IBGE, 2017), apresentados anteriormente, tornaram evidente o impacto destas políticas em alguns municípios.

Nas informações disponíveis nos sites das prefeituras, revistas e organizações ligadas ao meio ambiente ou inclusão social, comprovam-se as conclusões do estudo de Santandreu e Lovo (2007): a grande insegurança de continuidade das ações governamentais de estímulo à produção, que ficam à mercê da vigência das gestões municipais. A **Tabela 2** apresenta indicadores ilustrativos das informações disponibilizadas em sítios da internet sobre agricultura urbana em municípios da RBCV.

Ao se considerar as informações disponíveis no Perfil dos Municípios Brasileiros para o ano específico de 2018, dos 78 municípios da RBCV, 17% (13 municípios) indicaram desenvolver atividades de agricultura urbana – Atibaia; Bragança Paulista; Diadema; Franco da Rocha; Guarulhos; Itaquaquecetuba; Mauá; Mongaguá; Osasco; Peruíbe; Santos; São Paulo; e Suzano (IBGE, 2018).

2.2.2.2 | Agricultura alternativa

A Lei 10.831 de 23/12/2003 define sistema orgânico de produção no Brasil como todo aquele em que se adotam técnicas específicas, que consideram a otimização do uso dos recursos

naturais e dos socioeconômicos disponíveis, bem como o respeito à integridade cultural das comunidades rurais (BRASIL, 2003).

O sistema orgânico tem por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização de benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não-renovável. Para tal, faz uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos – sempre que for possível, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, bem como elimina o uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização e cuida da proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

Com base no levantamento por município de Previsões e Estimativas das Safras, de 2004, foi apresentado um indicador de área, número de produtores e principais produtos da agricultura orgânica naquele período para a região da RBCV¹⁰. Na RBCV foram identificadas como principais regiões produtoras de orgânicos, em termos de área, a Oeste (40%) e o município de São Paulo (33%). A região Leste contribuiu com 14%, a Noroeste com 12% e a Norte com 1%. Todavia, a informação apresenta algumas inconsistências. A área plantada com a cultura pode ter sido contada pela agregação das áreas de cada safra ou pela da área do imóvel dedicado exclusivamente ao plantio orgânico. No caso de São Paulo, a área média cultivada com orgânico seria 15,60 ha. Em 2009, foram identificadas 11 UPA com produção

Tabela 2 |
Indicadores sobre política de agricultura urbana em alguns municípios da RBCV.
Fonte: Elaboração própria.

	Ano de criação do programa/projeto	Área de cultivo	Número de pessoas envolvidas
Diadema ¹	-	Bairros	-
Embu das Artes ²	2008	13	230 famílias
Guarulhos ³	2008	-	56 agricultores cadastrados ⁸
Osasco ⁴	2007	11 hortas	53 produtores
Santo André ⁵	2005	2,8 mil m ²	20 agricultores
São Bernardo do Campo ⁶	2003	7 hortas	70 famílias
São Paulo ⁷	2004	256	-

Nota: ¹ Diadema (2019); ² Embu (2019); ³ O Eco (2009); SEAE (2015); ⁴ Osasco Agora (2010); Osasco (2019); ⁵ Santandreu; Lovo (2007); ⁶ São Bernardo do Campo (2017); ⁷ São Paulo (2004); ⁸ Informações relativas a 2010.

¹⁰ Levantamento de Previsão de Safra realizado pela CATI/IEA, cinco vezes ao ano. Os questionários são preenchidos pelos técnicos responsáveis pelas Casas de Agricultura de cada município do estado, de acordo com seu conhecimento da região, mas com a supervisão de um técnico regional (Escritório de Desenvolvimento Regional – CATI). A informação é indicativa, pois depende de vários fatores, entre eles: existência de técnico no município, interesse pela questão, conhecimento da realidade, tempo de trabalho no município, etc. Os dados são tabulados e analisados pelo Instituto de Economia Agrícola.



orgânica ou em transição, o que resultaria em uma área de 172 ha com orgânicos, superior a Ibiúna, o que é contestado pela experiência de campo. A região Oeste é a que apresentou a menor área média (2,73 ha) possivelmente com estimativa da área média destinada especificamente ao cultivo orgânico. A importância de Ibiúna seria então ainda maior.

O município de Ibiúna apareceu como o maior produtor (66 ha), fato consistente com a percepção de campo, seguido de Mogi das Cruzes (31 ha), Cotia (30,2 ha), Piedade (30 ha) e São Roque (27 ha). Todos, exceto Mogi das Cruzes, localizados na região Oeste da RBCV onde se encontra o Centro de Referência em Agroecologia da APTA, voltada a agricultura ecológica. Em conformidade com aquele levantamento, foram produzidos 39 produtos diferentes, sendo 13 deles frutas, cogumelos, legumes e verduras. Os cinco principais produtos em termos de área foram: alface (119 ha) proveniente principalmente de Ibiúna; couve (60 ha) procedente principalmente de Mogi das Cruzes; repolho (46 ha) oriundo principalmente de São Roque e beterraba (45 ha) e cenoura (44 ha) produzido principalmente em Ibiúna. A maior área com frutas foi a de caqui, com 12 ha produzidos fundamentalmente em Cotia. A área de frutas representou somente 6,5% da área total de produtos orgânicos da região da RBCV (CAMARGO FILHO *et al.*, 2006).

De forma complementar, o Decreto 7794 de outubro de 2012 criou o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO, para orientar o desenvolvimento sustentável, com participação e controle social, através da indução à transição agroecológica. Tem como diretrizes promover a soberania e segurança alimentar, o uso sustentável dos recursos naturais, sistemas justos e sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, a valorização da agrobiodiversidade, valorização de experiências locais, redução das desigualdades de gênero e participação da juventude. Foram elaborados dois Planos: 2013/2015 e 2016/2019. No primeiro período do Plano foram investidos R\$ 2,9 bilhões em várias ações públicas promovendo integração entre agentes públicos e privados nas três esferas de governo. O segundo Plano avançou nos ensinamentos da primeira experiência. As ações propostas



Figura 9 | Região Oeste da RBCV, município de Vargem Grande, Tico, agricultor orgânico. Foto: Hamilton Trajano (2006).

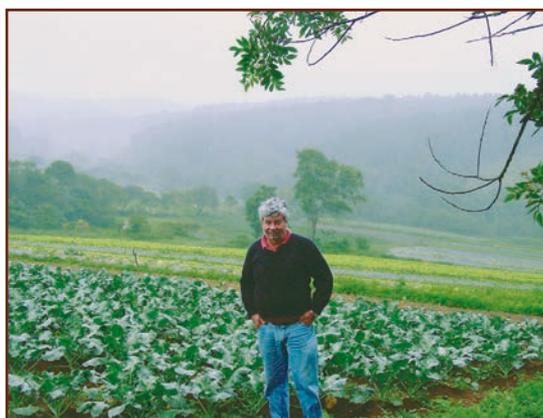


Figura 10 | Região Oeste da RBCV, município de Ibiúna, José Jacinto, agricultor orgânico. Foto: Hamilton Trajano (2006).

organizam-se em 6 eixos temáticos: produção; uso e conservação dos recursos naturais; conhecimento, comercialização e consumo; terra e território; sociobiodiversidade.

Em 2018 foi implantada a Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica – PEAPO no estado de São Paulo; com destaque para o conceito de transição ecológica, processo gradual orientado de transformação das bases produtivas e sociais com o objetivo de recuperar a fertilidade e o equilíbrio do agroecossistema, tendo como base os princípios da Agroecologia, que deve priorizar o desenvolvimento de sistemas agroalimentares locais e sustentáveis (SÃO PAULO, 2018). Os dados de 2019 mostram que, enquanto o Brasil apresenta 22,5% dos municípios com algum projeto orgânico, o estado de São Paulo conta com 44,5% dos municípios (287 localidades), com projetos orgânicos, e um total de 2.236 produtores (KAMIYAMA, 2019).

Embora não se tenha informação sobre o manejo orgânico agroecológico estabelecido nestas áreas, há informação sobre o impacto

no solo em campos de experimentação com este tipo de manejo. Foram cultivadas 15 espécies de hortaliças, em rotação com as culturas de milho, feijão e adubos verdes, com manejo orgânico, de 1990 até 2010. Nestas condições, a média dos teores de matéria orgânica (MO) dos solos mostrou elevações significativas, revelando aumento do teor médio observado de 1,70% em 1990 (ano inicial), atingindo valor máximo de 3,7% em 2006 (elevação de 118%). Conhecendo-se os benefícios que pequenas frações de matéria orgânica representam para o solo e todo o sistema produtivo, pode-se afirmar que esta elevação nos teores de matéria orgânica tem propiciado a manutenção e melhoria da fertilidade, com reflexos extremamente benéficos nas demais características do solo e no desenvolvimento das culturas (SOUZA; PEREIRA; PREZOTTI, 2010).

2.2.3 | A perspectiva do consumo

Na perspectiva do consumo, é analisada a PE, indicador do padrão de consumo de uma dada sociedade (demanda) frente à capacidade de provisão de alimentos. Apesar das limitações, a análise apresentada demonstrou que o consumo de alimento na RMSP (evidenciado pelas hortaliças) não está em equilíbrio com sua oferta.

2.2.3.1 | Serviço de provisão de alimentos e consumo

A pressão do consumo sobre o ecossistema da RMSP foi avaliada pela PE. Com os dados do IBGE, foi estimado que, em 1986, a RMSP usava 8% a mais da sua biocapacidade; em 1996 passou a usar 182% a mais, com redução de 21% em 2006. Por outro lado, os dados do LUPA sugerem que se caminha de forma contínua para a sobrecarga. Em 1996, a RMSP usava 153% a mais que sua biocapacidade, passando em 2006 para 209%. Esta diferença entre as duas bases de informações provavelmente decorre de problemas nos dados do IBGE para estes dois últimos anos.

A disponibilidade de alimentos está diretamente associada à composição da dieta consumida e está fortemente relacionada ao bem-estar da população. Na **Tabela 3** são apresentados alguns indicadores relacionados às recomendações de consumo dos grupos de alimentos propostos pelo *Guia Alimentar para a População Brasileira*, a realidade de consumo na região Sudeste e o perfil da produção na região (MS, 2006).

Contrapondo a questão da proporção nutricional recomendada dos alimentos e os utilizados na região Sudeste, apresenta-se a produção na área da RBCV de acordo com a

Grupos de alimentos	Quantidade recomendada (% das calorias totais – Valor Energético Total (VET))	Quantidade produzida na RBCV (% kg)	Quantidade consumida (% das calorias totais – Valor Energético Total (VET))	
			Área urbana	Área rural
Cereais, raízes, tubérculos e derivados	45 – 65	10,26	38,6	46,3
Feijões	5	0,61	5,3	9,9
Frutas, verduras e legumes	6 – 7	70,85	2,9	1,4
Leite e derivados, carne e ovos	25	13,32	19,57	12,9
Óleos, gorduras, sementes de oleaginosas	até 10	0	16,0	15,2
Açúcares e doces	até 10	4,95	14,1	15,0

Nota: O Guia Alimentar propõe um consumo de 9 a 12% do VET. (MS, 2006).

Tabela 3 | Recomendação e consumo de grupos por alimentos no Sudeste e característica da produção na RBCV. Fonte: Adaptados de IBGE (2004); MS (2006).



classificação nutricional. Interessante notar que a produção se concentra nos perecíveis: frutas, verduras e legumes; leite e derivados; carne e ovos. Entre os cereais predominam também produtos de maior perecibilidade e de consumo popular. Isto sugere a preferência pelo consumo por produtos frescos.

2.2.3.2 | Pegada ecológica (PE)

Foram examinadas as tendências históricas do consumo de hortaliças na RMSP, a região mais rica e povoada da RBCV. O padrão de consumo alimentar no Brasil tem mudado conforme mudanças econômicas e de preferência de consumo. Assim, foi utilizada a PE para calcular as mudanças no consumo de hortaliças na RMSP de 1976 a 2006 a partir de dados do maior mercado atacadista da América do Sul.

A PE tem sido amplamente usada como uma ferramenta que indica o impacto da demanda de recursos naturais por uma população dentro de uma área e para determinar se esta população está usando mais recursos do que a biocapacidade da área onde residem. Por esta razão tem sido chamada de um indicador de (in)sustentabilidade. O conceito tem capturado a atenção de acadêmicos e daqueles envolvidos na elaboração de políticas públicas, pois

reduz as complexas inter-relações ambientais em uma única unidade (hectares *per capita*).

O alimento consumido na RMSP vem de regiões cada vez mais distantes e, por isto, os possíveis efeitos adversos nem sempre são notados no local de consumo. Isto acontece mesmo para as folhosas, alimentos que são preferencialmente cultivados próximos ao mercado consumidor, por serem altamente perecíveis e pela preferência do consumidor de que tenha sido colhido no dia anterior.

A apropriação *per capita* de hortaliças dentro da RMSP caiu de 297 kg em 1976 para 278 kg em 1986. Em 1996, o consumo cresceu para 366 kg e atingiu seu pico em 2006, com 405 kg *per capita* (GADDA, 2012) (**Tabela 4**). Este resultado (consumo calculado com base na apropriação tanto do mercado atacadista quanto varejista) difere dos dados sobre consumo domiciliar (POF) do IBGE¹¹, devido ao crescimento do hábito de comer fora de casa e/ou do crescimento do lixo gerado antes do consumo domiciliar. Nota-se que mesmo cidades como Tóquio, que faz grandes esforços para diminuir os resíduos provenientes de alimentos, têm sofrido uma tendência de aumento do descarte (GADDA, 2006). Com base na fórmula de Wada (1999), calculou-se a PE das hortaliças e a pegada *per capita* para os anos de 1976, 1986, 1996 e 2006.

Variáveis	Ano			
	1976	1986	1996	2006
Apropriação total ¹ (t)	2.981.640	4.238.385	6.067.029	7.969.337
Apropriação total ¹ (kg)	2.981.640.410	4.238.384.890	6.067.029.360	7.969.336.920
Apropriação <i>per capita</i> (kg/capita)	297	278	366	405
População total da RMSP	10.041.132	15.233.512	16.581.933	19.677.506
Pegada Ecológica total dos vegetais (ha)	115.206	163.764	234.420	307.922
Pegada Ecológica dos vegetais <i>per capita</i>	0,0115	0,0108	0,0141	0,0156
Biocapacidade total pelo IBGE ² (ha)	221.396	151.848	83.032	254.652
Déficit ecológico (ha)	106.190	- 11.916	- 151.388	- 53.270
Biocapacidade total pelo LUPA ³ (ha)			92.480	99.808
Déficit ecológico (ha)			- 141.940	- 208.114

Tabela 4 | Cálculo da Pegada Ecológica das hortaliças na RMSP (1976 a 2006).
Fonte: Gadda (2012).

Notas: ¹soma do varejo e atacado que permanece na RMSP; ²inclui a soma de cada ano das áreas de lavoura temporária, áreas em descanso e terras produtivas, mas não utilizadas; ³ soma das áreas de lavoura permanente, temporária e inaproveitada.

¹¹Em 1987 o consumo *per capita* de hortaliças foi 47,98 kg, em 1996 passou a 34,42 kg e em 2002 a 29,00 kg. Isto é, o consumo domiciliar de hortaliças encolheu 40%, quando comparamos 1987 e 2002.

PE = Suprimento de hortaliças na RMSP**Produção primária**

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação (FAO) apresenta na *Food Balance Sheets* (FAO, 2010) o suprimento de alimentos para o Brasil até 2005 (no qual os valores para 2006 foram considerados iguais aos de 2005). Estimou-se que 10% se referem à RMSP, obedecendo a relação existente em termos de população. Questões como a diferença entre população residente e a que se alimenta de fato na RMSP são irrelevantes frente à hipótese feita para a estimativa da fórmula de Wada. Os possíveis descartes e perdas no local de produção ou no transporte não puderam ser incluídos por falta de dados, subestimando a PE.

A produtividade primária (PP) é a quantidade total de carbono inorgânico fixado por organismos produtores (plantas) através da fotossíntese, por unidade de área. A PP conta principalmente com a luz, mas também depende de outros fatores como água, dióxido de carbono, temperatura e nutrientes. Por esta razão, diferentes regiões geográficas (em ecossistemas terrestres ou aquáticos) apresentam diferentes produções primárias. Os valores para as hortaliças da RMSP foram extraídos de Camargo Filho e Camargo (2008).

Biocapacidade é a quantia de terra (ou água) necessária para produzir as mercadorias e serviços demandados pela população humana (GADDA; MARCOTULLIO, 2007). O suprimento ecológico, ou a biocapacidade da área terrestre, é igual à produção máxima de um recurso renovável por unidade de área. Uma maneira de medir a biocapacidade é através da PP da unidade espacial, ou a quantidade de biomassa por unidade de área. Por falta de dados para a RMSP, todas as áreas foram consideradas como igualmente produtivas. A RMSP conta com 39 municípios que se estendem por uma área de 805.100 ha. Em 2006, 31% eram de produção agrícola (IBGE, 2009) indicando o potencial de expansão.

A partir dos dados do Censo Agropecuário do IBGE, considerou-se que as áreas de lavoura classificadas como de uso temporário seriam adequadas para esta análise. A descontinuidade

nos critérios de agregação dos dados levou, entretanto, a buscar alternativas. A melhor opção é considerada muito conservadora, por abarcar mais área do que a área de produção efetiva. Nesta opção, estão incluídas a soma de cada ano das áreas de lavoura temporária, permanente, em descanso e terras produtivas, mas não utilizadas. Foram considerados os valores para os censos agropecuários de 1975, 1985 e 1996 como iguais aos dos anos de 1976, 1986 e 1996, respectivamente. Como hortaliças costumam ter seu plantio realizado quatro vezes ao ano (segundo as informações de campo, o cultivo é feito de 3 a 4 vezes na mesma área, durante o ano), a área considerada para estimar a biocapacidade para produção de hortaliças na RMSP foi quadruplicada. O cálculo não considerou a demanda por outros alimentos e demais produtos agrícolas necessários para o bem-estar humano; assim como a questão tecnológica e outros impactos na produtividade como poluição, erosão, mudança climática, etc., não foram examinados. Também não foi incluída a energia e os recursos incorporados a uma determinada mercadoria (WACKERNAGEL; REES, 1996), ou seja, a energia e materiais usados para sua produção, transporte, armazenagem, empacotamento e descarte. Por todas estas razões a estimativa da biocapacidade é considerada conservadora.

A biocapacidade foi calculada para os anos de 1976, 1986, 1996 e 2006 com base nos dados do IBGE. A informação censitária totaliza uma área agrícola variável que acompanha as mudanças de uso do solo. Há fortes críticas sobre a cobertura dos dados de 1996 e falhas nos dados publicados referentes a 2006. Isto pode estar associado à estimativa de intensificação no uso da biocapacidade até 1996, o que aumenta o estresse sobre o ecossistema, bem como sua redução devido à expansão da biocapacidade de 1996 a 2006. Por isto, recorreu-se também aos dados do LUPA (PINO *et al.*, 1997; SAA, 2008) para 1995/1996 e 2007/2008. No LUPA, a categoria utilizada de uso do solo refere-se à lavoura temporária.

A comparação entre a PE e a biocapacidade revela se o capital natural existente é suficiente para dar suporte aos padrões de consumo e produção. Qualquer unidade geográfica cuja PE exceda sua biocapacidade sofre de



déficit ecológico (MONFREDA; WACKERNAGEL; DEUMLING, 2004), que é a diferença entre a biocapacidade da RMSP e sua PE; este *déficit ecológico* somente acontece quando o valor é negativo. Estes déficits encontram resposta através de duas alternativas: importação de outras unidades geográficas e degradação do capital natural (*overshoot* ecológico).

O uso da PE como único indicador para o desenvolvimento sustentável é, ao mesmo tempo, poderoso e limitado. Neste estudo, o histórico da PE das hortaliças consumidas na RMSP demonstrou uma associação entre apropriação crescente e crescimento da renda (**Tabela 4**).

A PE das hortaliças, tanto em termos gerais quanto *per capita*, mostrou aumento constante de 1976 a 2006. A PE aumentou 30% de 1976 a 1986 e outros 30% na década seguinte. De 1996 a 2006, o ritmo de crescimento diminuiu para 24%. Já a PE *per capita* diminuiu 6,7% de 1976 a 1986, saltou para 24% de 1986 a 1996 e sofreu aumento de 10% na última década. Estes resultados refletiram a ligação entre o crescimento econômico e o consumo e, também, entre o consumo e os padrões de alimentação fora de casa¹².

Assim, tendo como base para o cálculo da biocapacidade os dados do IBGE, aparentemente, desde 1986 já havia *déficit* ecológico. Em 1986, a RMSP usava 8% a mais da sua biocapacidade, subindo para 182% em 1996, mas reduzindo para 21% em 2006. Já, quando a base de dados é o LUPA, o *overshoot* é crescente de 1996 (a RMSP usava 153% a mais do que a sua biocapacidade) para 2006 (209% a mais que sua biocapacidade).

A partir de meados dos anos 80 foram introduzidos os restaurantes *fastfood*, que oferecem ao consumidor várias combinações de alimentos (inclusive folhosas). Isto parece estimular o consumo de uma maior variedade de folhosas por refeição¹³. Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Alimentação (ABIA),

são aproximadamente 15 milhões de brasileiros que se utilizam do chamado *fastfood*. Este serviço representa 25% do total de venda de alimentos, movimentando R\$ 10 bilhões em 1997 (SEBRAE, 1999). Este crescimento no consumo de hortaliças ocorreu ao longo da década de 1980, apesar do ritmo de crescimento populacional na RMSP ter se reduzido à metade do verificado na década anterior.

A PE encoraja os tomadores de decisão a considerar os efeitos dos padrões de consumo e produção e os seus efeitos ambientais, assim como a equidade no uso de recursos naturais. Por outro lado, tem fragilidades: a) a subjetividade envolvida nos fatores de equivalência e hipóteses simplificadoras; b) um falso senso de algo concreto gerado pelo uso de área de terra como indicador agregante (VAN DEN BERGH; VERBRUGGEN, 1999; VAN VUUREN; SMEETSE, 2000); e c) pode encobrir aspectos problemáticos relacionados ao consumo.

O resultado das aplicações da PE para cidades varia com as diferentes suposições e os níveis de detalhe dos dados usados (WARREN-RHODES; KOENIG, 2001). Entretanto, apesar das diferenças metodológicas, estes estudos mostram que as PE das cidades atuais são de duas a três ordens de magnitude maiores do que as áreas geográficas ou políticas que elas ocupam (REES, 2002). Apesar das limitações, há evidência do estresse crescente que a RMSP coloca sobre seus recursos naturais remanescentes para produzir o serviço ecossistêmico alimento, necessário ao bem-estar de sua população. Estes resultados sugerem a importância de fortalecer a preservação dos ecossistemas.

2.3 | Impactos ambientais negativos da produção de alimentos: uma análise dos *trade-offs* negativos

A atividade econômica de produção de alimentos pode ter impactos ambientais negativos que a transformam em vetor de degradação do ecossistema. O impacto positivo ou negativo sobre o benefício percebido de outros serviços ecossistêmicos é conhecido pelo termo *trade-off* (ASH *et al.*, 2010) que será analisado a seguir para o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos.

¹²Consultar *Food Service: Quem come fora, come mais horti-fruti* (VIANA; SABIO, 2009).

¹³O sucesso deste tipo de restaurante está associado também à inflação. Por exemplo, em março de 2008, com a alta da inflação, comer fora de casa havia ficado 1,13% mais caro, contra 4,48% da refeição residencial (CPT, 2019).

Figura 11 |
Região Leste da
RBCV, município de
Biritiba Mirim,
sistema de irrigação.
Foto: Elcio Kenji
Nakagawa (2006).



Figura 12 |
Região Leste da
RBCV, município de
Paraibuna, produção
de cambuci,
Sítio do Bello.
Foto: Aniello de Vita
- Expressão Studio.
Fonte: TUR.SP (2019).



2.3.1 | *Trade-off* negativo entre os serviços ecossistêmicos de produção de alimento e de regulação do processo geohidrológico: erosão

Na RBCV, a susceptibilidade à erosão está associada fundamentalmente ao relevo acidentado e ao manejo inadequado do solo. Práticas agrícolas conservacionistas referem-se principalmente ao plantio acompanhando as curvas de nível, o terraceamento e à utilização de processos de cultivo mínimo. Na região, entretanto, não se verifica a utilização dessas práticas. Em alguns locais é comum observar o plantio conhecido como *morro abaixo*, que facilita o escoamento superficial e a erosão. O plantio em nível é mais comum, no entanto, sem obedecer rigorosamente às orientações técnicas. Contudo, a agricultura não é a única nem a principal causa da erosão na área da RBCV. Destaca-se o impacto das estradas rurais mal planejadas e com manutenção precária e a urbanização, principalmente decorrente da ocupação desordenada que provoca distúrbios muito

mais relevantes, não só em termos de erosão, mas também deslizamentos, assoreamentos, enchentes e inundações, conforme detalhado no capítulo *Controle de processos geohidrológicos de erosão, escorregamentos, assoreamentos e inundações*.

2.3.2 | *Trade-off* negativo entre os serviços ecossistêmicos de produção de alimento e de produção e regulação da água: poluição

A atividade agrícola afeta a qualidade da água através do impacto do uso de fertilizantes cuja principal consequência é a eutrofização e pelo uso de defensivos agrícolas, que são tóxicos e colocam em risco a saúde e o bem-estar de todas as espécies. Trabalho realizado na região do Alto Tietê (SENDACZ *et al.*, 2005) identificou que, independente da poluição provocada pela agricultura, o impacto da urbanização é o elemento mais relevante da deterioração da qualidade da água.

A eutrofização pode ser decorrente do uso de fertilizantes químicos na agricultura ou por produtos compostos por polifosfatos. Esses, produzem mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, redução das qualidades cênicas, morte extensiva de peixes e aumento de incidência de florações de microalgas e cianobactérias (AZEVEDO; VASCONCELOS, 1998). O mesmo acontece com a utilização de ração em viveiros e pesque-pagues, que contribui para o enriquecimento de nutrientes nesses corpos de água.

O acúmulo de metais pesados nos reservatórios é outro problema que agrava o comprometimento da qualidade da água, pois os mesmos apresentam alta taxa de enriquecimento e baixa taxa de remoção (MCELDOWNEY; HARDMAN; WAITE, 1993), sendo considerados severos poluentes inorgânicos devido ao seu efeito tóxico na biota (ALLOWAY; AYRES, 1997) e na saúde humana. Geralmente esses compostos são provenientes de efluentes industriais, mas também de defensivos agrícolas.

Apesar do alto consumo de agrotóxicos e do relativo grau de liberalidade no seu uso, não existe um sistema de monitoramento dos diversos princípios ativos que colocam em risco a qualidade das águas, dos solos e dos alimentos



produzidos. Programas de monitoramento de agrotóxicos em água, de modo geral, objetivam proteger a saúde pública e o meio ambiente, garantir a qualidade hídrica para os diferentes usos a que se destinam, determinar a razão de dissipação dos agrotóxicos nos corpos hídricos, reduzir ou prevenir a contaminação das águas por agroquímicos, bem como avaliar o grau, a extensão e a rota ambiental de contaminação dos corpos hídricos. Embora existam protocolos para o monitoramento de agrotóxicos no campo, a infraestrutura requerida é muito dispendiosa. No Brasil, existem poucos laboratórios capacitados para essa atividade. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) monitora a qualidade da água para alguns indicadores, mas tem consciência da limitação tecnológica para um monitoramento efetivo na agricultura.

Diversos modelos matemáticos e sistemas computacionais têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial de contaminação da atividade agrícola no ambiente hídrico, como etapa preliminar ao monitoramento. O *Pesticides Impact Rating Index* (PIRI) foi desenvolvido por Kookana; Correll; Miller (2005). Trata-se de um sistema computacional que elenca os ingredientes ativos dos agrotóxicos em relação aos impactos que podem causar aos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, ao considerar a mobilidade e a toxicidade dos agrotóxicos, bem com os parâmetros do local de aplicação como, por exemplo, pluviosidade e distância do corpo hídrico.

Luchini e Vieira (2009) avaliaram o potencial de risco de contaminação dos solos e águas superficiais e subterrâneas no Alto Tietê Cabeceiras em áreas de produção de hortaliças e frutas, utilizando o simulador PIRI. Foi simulada a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, a partir da mobilidade dos agrotóxicos bem como da toxicidade de agrotóxicos a organismos aquáticos-alvo, como a *Daphnias* sp. A avaliação dos impactos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos foi feita para hortaliças e frutas. Os resultados mostraram que essas culturas não oferecem risco de contaminação para o lençol freático. São utilizados 14 ingredientes ativos na produção de hortaliças sendo três inseticidas, seis fungicidas e cinco herbicidas. O glifosato

foi o princípio ativo mais utilizado, seguido da azoxistrobina. Os princípios ativos que apresentam possibilidade de contaminação em águas superficiais são o glufosinato (sal de amônio), glifosato, metolacoloro, clorotalonil e azoxistrobina, sendo que os três primeiros são herbicidas e os dois últimos fungicidas. O clorotalonil e azoxistrobina são também problemáticos para a *Daphnias* sp. Porém, cipermetrina e lambda cialotrina, embora não apresentem problemas para águas superficiais, atingem este organismo. Na produção de frutas são utilizados sete ingredientes ativos, sendo dois inseticidas, quatro fungicidas e um herbicida. O metamidofós e o tiofanato metílico são os pesticidas que oferecem maior perigo de contaminação de águas superficiais. Na avaliação de toxicidade, os mesmos princípios ativos se encontram no topo como os mais preocupantes, embora somente o metamidofós se mostre como muito perigoso para a *Daphnias* sp.

As elevadas cargas de nitrogênio e fósforo, assim como os elevados valores de coeficientes de exportação obtidos em pesquisas sobre pesque-pague (CASTRO *et al.*, 2006) na região da bacia hidrográfica do Alto Tietê, indicaram que os pesqueiros contribuíram com o incremento dos nutrientes nos tributários e reservatórios inseridos nas sub-bacias. Tais empreendimentos, conjuntamente com as atividades agrícolas, industriais e urbanas respondem por grande parcela do aporte de nutrientes, promovendo um aumento no processo de eutrofização desses sistemas. Tanques-rede não são significativos nesta região, de forma que não existem estudos indicativos da contaminação das águas nesses locais em consequência desta atividade.

As evidências são de que há necessidade urgente de introdução de melhores práticas agrícolas e pesqueiras, com monitoramento dos princípios ativos nas regiões agrícolas da RBCV, de capacitação e fiscalização dos pesque-pague, elaboração e divulgação permanente da lista de produtos a serem proibidos, a partir da avaliação do impacto para a saúde do ecossistema e o bem-estar humano.

Por outro lado, ao se considerar a base de dados oficiais e cruzamento de informações sobre produção agrícola e qualidade das águas

nos reservatórios, conclui-se que a agricultura não é o principal vetor para a deterioração da qualidade de água dos reservatórios, e sim a urbanização.

A análise da qualidade se baseia no monitoramento regular dos corpos hídricos do estado de São Paulo, realizado pela CETESB. O Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA) foram usados para caracterizar os reservatórios da RBCV e relacionar com a atividade agropecuária próxima ao reservatório (IBGE, 2009). O cálculo do IQA leva em consideração nove variáveis de qualidade da água, que podem ser afetadas pela atividade agropecuária: 1) coliformes fecais, provenientes de adubo orgânico e dejetos de animais, se provenientes da agricultura; 2) pH, alterado pelas características do solo, uso de calcário e alguns pesticidas carreados do solo para o corpo hídrico; 3) DBO proveniente de restos culturais, dejetos de animais, matéria orgânica e agrotóxicos que causam a mortalidade de organismos vivos, bem como derramamento acidental de insumos que consomem o oxigênio para decomposição; 4) nitrogênio total, principalmente proveniente da adubação; 5) fósforo total, também proveniente da adubação; 6) temperatura associada a falta de mata ciliar; 7) turbidez causada pela erosão e pela falta de mata ciliar; 8) resíduo total resultante do revolvimento do solo para plantio, erosão e falta de cobertura vegetal entre a colheita e plantio; e 9) oxigênio dissolvido resultante do impacto da agricultura, que estimula a eutrofização e aeração da água.

No período de 2003 a 2010, não houve uma deterioração clara da qualidade da água medida em termos do IQA em nenhum reservatório. Houve uma melhora em alguns reservatórios, particularmente Jaguari e Jundiá e uma pequena degradação na Billings, Paiva Castro, Taiáçupeba e Rio Grande.

Na **Figura 13** apresenta-se o cruzamento das informações agrícolas com o indicador de qualidade dos reservatórios (IQA). Os dados agrícolas referem-se ao principal uso da área agrícola em cada município com base no IBGE de 2006, segundo categorias de uso. Identificaram-se os usos informados que representam mais que 50% da área. A ordem com que

foi citado é a mesma da importância do uso. É um indicador grosseiro na medida em que uma segunda categoria pode ter sido incluída em função de uma contribuição ínfima (0,50%) ou por valores representativos (de até 25%), além de não haver coincidência entre os limites municipais e a área de drenagem. Além disso, há uma defasagem de três anos entre os dados agrícolas e o de qualidade da água. Os dados da CETESB utilizados foram os de 2011. O valor utilizado refere-se à média simples dos valores disponíveis para cada reservatório.

Os reservatórios com qualidade ótima estão localizados em municípios em que prevalece mata; mata com cultura permanente; pastagem com mata; e exclusivamente culturas temporárias ou pastagem. Nestes dois últimos casos tende-se, conceitualmente, a associar mais com sedimentos e escoamento de agroquímicos. Por outro lado, os reservatórios com qualidade de água ruim ou péssima estão localizados no ponto mais a jusante do Rio Tietê, dentro da área da RBCV e, portanto, recebem as águas deste rio após passar por toda área de concentração urbana de São Paulo. Localizam-se em municípios onde o uso do solo pela agricultura foi caracterizado por ter informação estatística sem relevância ou sem informação. Santana do Parnaíba, onde está localizado o reservatório Edgar de Souza, possui somente 20 estabelecimentos, um pouco acima do número de corte para considerá-lo sem estatística relevante (IBGE, 2009). Estas considerações são consistentes com a concepção de que, apesar do impacto da agricultura, o IQA reflete, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos.

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral. Fornece informações não só sobre a qualidade da água, em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia (CETESB; SABESP, 2011).

Com relação ao IVA, o comportamento observado no período 2003 – 2010 apresentou certa homogeneidade com relação à bacia hidrográfica a que pertence. Na bacia do rio Paraíba e no médio Sorocaba houve claramente uma melhora. O primeiro, caracterizou-se pelo menos como *regular*, enquanto o segundo

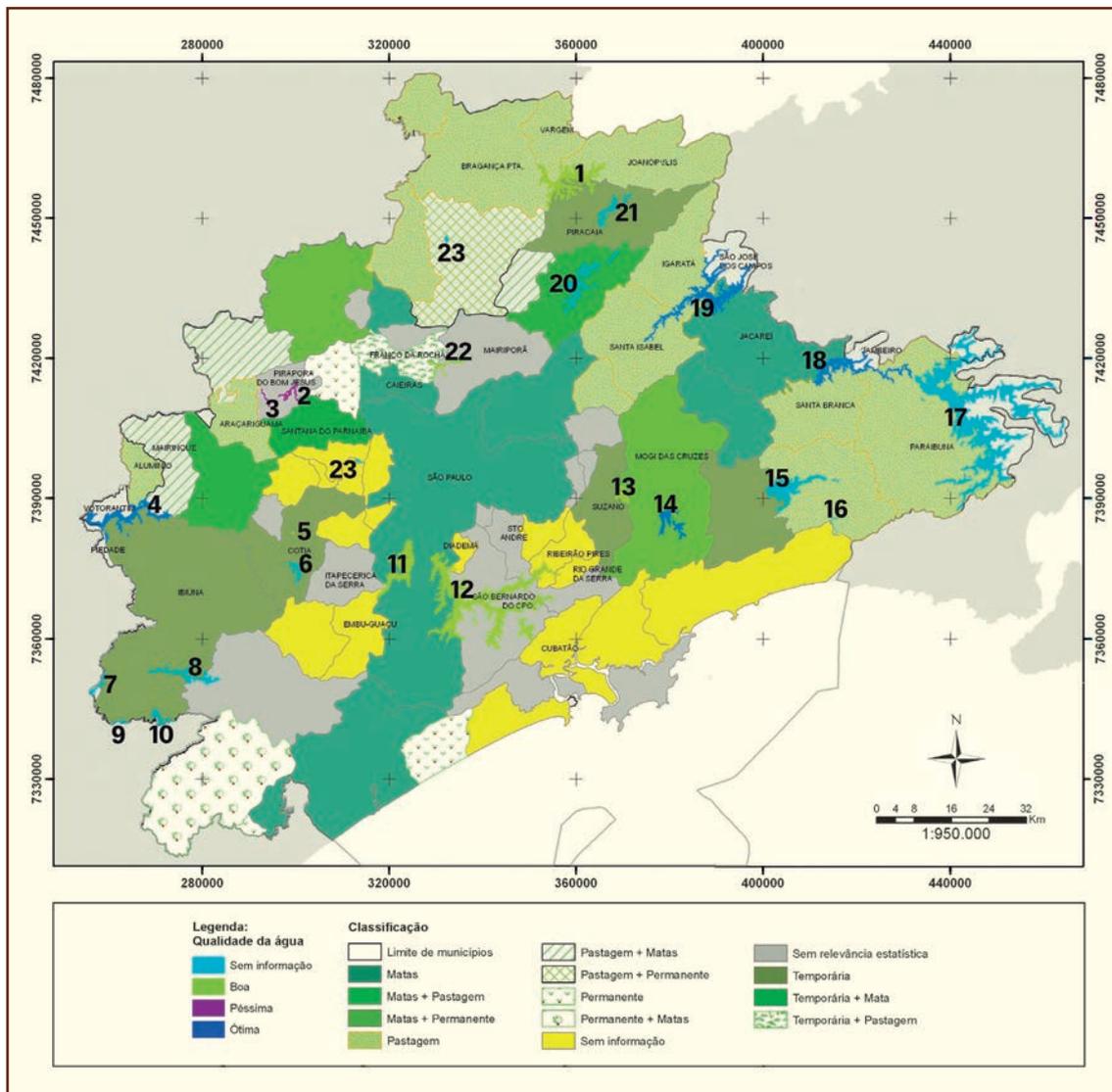


Figura 13 | Uso agrícola preponderante e qualidade da água (IQA) nos reservatórios da RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em IBGE (2009); CETESB (2011).

Nota: ¹ Reservatório Jaguari; ² Reservatório de Pirapora; ³ Reservatório do Rasgão; ⁴ Reservatório de Ituparanga; ⁵ Reservatório Cachoeira da Graça; ⁶ Reservatório Pedro Beicht; ⁷ Represa Jurupará; ⁸ Represa Cachoeira do França; ⁹ Represa do Barra; ¹⁰ Represa Cachoeira da Fumaça; ¹¹ Represa de Guarapiranga; ¹² Represa Billigs; ¹³ Reservatório de Taiacupeba; ¹⁴ Reservatório de Jundiá; ¹⁵ Reservatório Ponte Nova; ¹⁶ Reservatório Ribeirão do Campo; ¹⁷ Represa do Rio Paraitinga; ¹⁸ Represa Santa Branca; ¹⁹ Represa do Rio Jaguari; ²⁰ Reservatório Atibainha; ²¹ Reservatório Cachoeira; ²² Represa Juqueri; ²³ Sem nome.

atingiu melhor avaliação. Na bacia do Alto Tietê a característica geral foi de *degradação*, sendo que alguns reservatórios mostraram certa tendência à estabilidade em uma situação *regular*: das Graças, Guarapiranga no ponto de coleta de água para abastecimento da SABESP e Jundiá; outros, mostraram estabilidade em uma situação *ruim*: Billings e o ponto urbano da Guarapiranga. Comportamento menos claro apresentaram Taiacupeba e Rio Grande. Somente Tanque Grande e Paiva Castro mostraram tendência a *melhora*. Os três reservatórios, localizados mais a jusante do rio Tietê, nos limites da RBCV,

apresentaram condições sistematicamente *péssimas* ou nem se coleta a informação.

Na **Figura 14** busca-se estabelecer a relação entre uso do solo e o IQA. Os indicadores foram estimados de forma semelhante aos descritos para a **Figura 13**. A situação crítica dos reservatórios pareceu não estar associada ao uso do solo, como aqui caracterizado, o que sugere a necessidade de estudos mais aprimorados. O reservatório com qualidade *ótima* está localizado em área com predomínio de lavoura temporária e de pastagem, exatamente ao contrário do que seria de esperar se

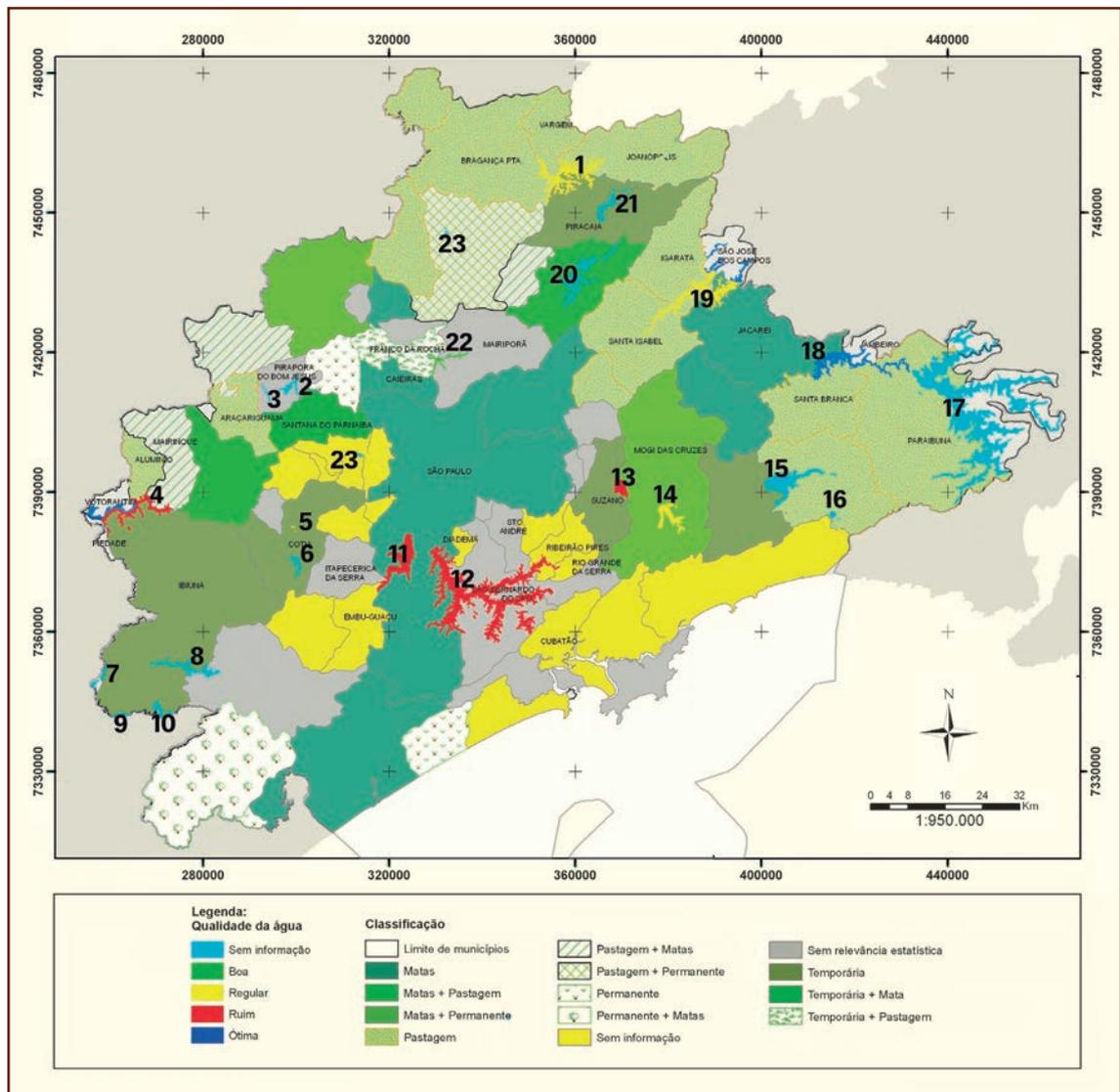


Figura 14 |
Uso do solo e
qualidade da
água (IQA) dos
reservatórios
da RBCV.
Elaboração própria.
Com base em
IBGE (2006);
CETESB (2011).

Nota: ¹ Reservatório Jaguari; ² Reservatório de Pirapora; ³ Reservatório do Rasgão; ⁴ Reservatório de Ituparanga; ⁵ Reservatório Cachoeira da Graça; ⁶ Reservatório Pedro Beicht; ⁷ Represa Jurupará; ⁸ Represa Cachoeira da França; ⁹ Represa do Barra; ¹⁰ Represa Cachoeira da Fumaça; ¹¹ Represa de Guarapiranga; ¹² Represa Billings; ¹³ Reservatório de Taiaçupeba; ¹⁴ Reservatório de Jundiá; ¹⁵ Reservatório Ponte Nova; ¹⁶ Reservatório Ribeirão do Campo; ¹⁷ Represa do Rio Paraitinga; ¹⁸ Represa Santa Branca; ¹⁹ Represa do Rio Jaguari; ²⁰ Reservatório Atibainha; ²¹ Reservatório Cachoeira; ²² Represa Juqueri; ²³ Sem nome.

existe grande escoamento de insumos agrícolas. O que apresentou qualidade *boa* está em área com predominância de matas. Por outro lado, os de qualidade *ruim* parecem estar associados fundamentalmente ao uso urbano, sem relevância estatística para mata, lavoura temporária e mata com pastagem (IBGE, 2009).

Os dados oficiais da CETESB e do IBGE, usados para uma primeira aproximação da relação do *trade-off* negativo entre agricultura e qualidade da água, não são conclusivos. O *trade-off* claro é entre urbanização e qualidade da água.

2.3.3 | Trade-off negativo entre os serviços ecossistêmicos de produção de alimento e de biodiversidade

Fica explícita a insustentabilidade crescente da metrópole de São Paulo pela ampliação da sua PE, mesmo que estimada somente em termos do consumo de verduras, e o *overshoot* (sobrecarga) em termos da biocapacidade da área definida estatisticamente como agrícola pelo IBGE e LUPA. Embora não seja a agropecuária o vetor primordial do esgotamento desse ecossistema, seu impacto também precisa ser considerado.



A produção biológica dos recursos pesqueiros é condicionada por uma gama de fatores bióticos e abióticos que estão fora do controle humano, o que torna difícil estabelecer com suficiente confiabilidade os máximos de produção e captura e, assim, manejar e ordenar a atividade de forma mais efetiva. A dificuldade em garantir um processo sustentável relaciona-se ao fato de o homem controlar apenas alguns elementos, ainda que com muita dificuldade, como a quantidade, o tamanho dos peixes, os locais e as épocas das capturas. A mobilidade dos recursos pesqueiros, dentro de uma mesma bacia hidrográfica, dificulta a estimativa da biomassa disponível. Ainda se tem pouco controle sobre os petrechos utilizados para captura que incluem outras espécies (como fauna acompanhante), e sobre o conflito e a competição entre atores que se utilizam dos recursos de livre acesso, bem como sobre a escassez do recurso pesqueiro, que aumenta o preço e estimula a sobrepesca, sobrecarga ou exploração.

A introdução de espécies exóticas é uma das principais ameaças à fauna de peixes de água doce do Brasil. Por outro lado, Minte-Vera (1997) considerou a introdução da tilápia na Billings como benéfica, porque esta represa já vem sofrendo diferentes alterações antrópicas há décadas. Essa espécie pode ser a solução, principalmente, para o período de defeso, já que a tilápia é uma espécie exótica e pode ser capturada mesmo durante esse período. Existe, entretanto, efeitos negativos como a bioturbação, ou seja, o revolvimento do sedimento aumentando o aporte interno de fósforo e, assim, causando a eutrofização.

Em consequência dos impactos antrópicos nos ecossistemas costeiro e estuarino, o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos proveniente da pesca marítima está cada vez mais ameaçado, principalmente a pesca artesanal realizada no estuário. Tais atividades resistem, muitas vezes, apenas por ser a única forma de sobrevivência de seus atores, respondendo por parte das necessidades proteicas e econômicas da população que a desenvolve.

O conjunto de *habitats* constituintes de uma bacia hidrográfica é relevante à manutenção da ictiofauna. Esses ambientes são naturalmente distribuídos em forma de mosaicos ou manchas, não sequenciais, onde as espécies de

peixes se instalam em conjunto com diferentes composições e abundância de indivíduos. Alguns desses *habitats* são únicos e abrigam um conjunto determinado e particular de peixes. Desse modo, sua contaminação e destruição também têm contribuído para a diminuição da biodiversidade (BARRELLA, 1997). Na área estuarina, nos canais de navegação que são margeados por manguezais, o turismo náutico é o maior vetor, causando conflito com a atividade pesqueira e, muitas vezes, com o modo de vida das comunidades residentes. Nos locais próximos das expansões urbanas desordenadas, principalmente em áreas sobre palafitas, o lixo urbano é o motivo de maior preocupação. A ameaça no canal de Bertiooga vem da expansão do Porto de Santos e da cava subaquática, que recebe resíduos sólidos de Cubatão.

De modo geral, é esperada uma diminuição da oferta de produtos da pesca na região do estuário, na área costeira da Baixada Santista e no Planalto quando se consideram, principalmente, os corpos de água (rios e reservatórios) localizados em áreas urbanas ou periurbanas.

2.4 | Impactos ambientais positivos da produção de alimentos: uma análise dos *trade-offs* positivos

A atividade de produção de alimentos pode auxiliar na preservação dos ecossistemas. A principal contribuição advém da multifuncionalidade do espaço rural, em função da atividade de produção de alimentos e da rede social formada em torno das populações tradicionais, dos agricultores familiares e pescadores.

2.4.1 | *Trade-off* positivo entre os serviços ecossistêmicos de produção de alimento e o serviço de produção e regulação da água: volume de água superficial

A redução do volume de água superficial é observada por moradores antigos que viveram o processo de desmatamento crescente e é também relatado por praticantes de esportes náuticos. No caso da represa Guarapiranga, durante a elaboração do diagnóstico

participativo, coordenado pelo Instituto Socioambiental - ISA, este fato foi relatado por velejadores, o que levou à proposta de prolongamento dos limites do PqE da Várzea do Embu-Guaçu até o espelho de água da represa Guarapiranga, devido ao rebaixamento do nível da água em um período de cerca de 10 anos (SEMINÁRIO GUARAPIRANGA, 2006). O desmatamento próximo às nascentes pode promover o desaparecimento de cursos d'água. Quando realizado em áreas de alta declividade e ao longo dos corpos hídricos, pode causar o assoreamento dos rios; no entanto, a causa parece estar mais fortemente associada à urbanização. Neste sentido, a rede social de agricultores familiares e pescadores pode tanto coibir usos predatórios como auxiliar no monitoramento.

Moraes e Carvalho (2006) analisaram o uso e ocupação do solo na sub-bacia Tietê-Cabeceiras nos anos de 1977, 1988 e 2001 pela técnica de sensoriamento remoto, a partir da compilação de mapeamentos existentes, processamento digital de imagens de satélite e interpretação de ortofotos aéreas. Os usos foram classificados em mata primária, secundária, reflorestamento, pastagem, culturas anuais e horticultura-fruticultura. Na primeira década analisada observaram forte redução das áreas de várzea (19%) e expansão das áreas urbanas (96%). Nesse período, ocorreu também uma forte redução (40%) das principais atividades agrícolas da região (horticultura-fruticultura). No período seguinte, cresceu a ocupação das áreas de várzea (24%) com expansão urbana menor (14%). Para o período compreendido entre 1988 e 2001, os autores destacaram o aumento de 39% das áreas de mineração ou solo exposto e de reflorestamento (28%), além da redução de 29% das culturas temporárias, como a batata. Apesar disto, a horticultura-fruticultura manteve-se bastante estável (-2%). Mostraram, ainda, que no período de 1977-2001 o aumento das áreas urbanizadas ocorreu principalmente sobre áreas de várzea. Nesse período, a produção de hortifruti se expandiu sobre áreas de reflorestamento (33%) e menos significativamente nas de várzea (13%). Como conclusão, os autores demonstraram que embora a agricultura também ocupe áreas de várzea, a urbanização foi

o principal vetor da sua ocupação na principal região agrícola da RBCV sendo, mais provavelmente, a principal responsável pelo impacto de redução do volume de água na região.

Como o processo de ocupação urbana segue a lógica de ocupar áreas desocupadas, a manutenção da atividade agrícola pode ser importante para conter a tendência à redução do volume dos cursos de água. Cresce a visão da importância da relação agricultura e água nos espaços multi-setoriais das regiões metropolitanas e da RBCV.

2.4.2 | *Trade-off* positivo entre os serviços ecossistêmicos de produção de alimento e o serviço ecossistêmico cultural do turismo e folclore: multifuncionalidade e a preservação do patrimônio histórico e cultural

A complexidade do espaço rural da RBCV exige estudos locais ainda inexistentes, uma vez que a história das diversas áreas resulta em formas distintas de ocupação. O conceito de *rugosidade* ajuda a compreender a diversidade da configuração territorial hoje existente, uma vez que oferece, mesmo sem tradução imediata, restos de uma divisão de trabalho internacional manifestada localmente por combinações particulares do capital, das técnicas e do trabalho utilizado (SANTOS, 1986). Assim, a configuração socioeconômica de cada região resulta das forças sociais, políticas e econômicas globais que atuam e são lapidada pelas características da sociedade local, resultando em uma conformação, em processo contínuo de redefinição, determinada no âmbito da divisão internacional do trabalho.

As regiões da RBCV se diferenciam pelo grau de impacto da expansão urbana sobre sua área periurbana, seja diretamente por conta das forças de expansão da urbanização, seja como resposta às políticas públicas ou à organização social que tenham procurado conter este avanço.

Carvalho e França (2006) analisaram três microbacias do Alto Tietê pertencentes à RBCV, na perspectiva da multifuncionalidade dos espaços rurais. Associaram ao agricultor e à sua rede social o papel central da preservação

da paisagem e da produção de água. Os autores enfatizaram a questão do território, a identidade social dos atores com o espaço, a existência de perspectivas “*mais ou menos associadas ou dependentes*” dos diversos atores e a disponibilidade para participar de processos de concertação, que poderá ser fortalecido mediante ação pública. Concluíram que as três regiões estudadas (sub-bacias Guaraçau, em Guarulhos; do Itaim, em São Paulo; e Balainho, em Suzano) podem ser consideradas como ilustrativas do efeito progressivo da urbanização sobre sua área periurbana ao considerar a política urbana, o impacto da proximidade da cidade e sua história de ocupação. Destacaram a importância de identificar as áreas onde ainda seja possível resgatar e fortalecer a organização social, ou seja, onde a configuração territorial ainda permita promover uma política de multifuncionalidade da agricultura.

Muito pouco tem sido feito para se resgatar e valorizar a história dessas regiões. Os bairros rurais das regiões Leste e Oeste são ainda o centro de uma vida rural; os violeiros e a tradição de Reis em Ibiúna, permanecem, ainda que de forma frágil. No passado promoviam a integração dos bairros do *sertão*, todavia, presentemente, como relatado por jovens locais, somente alimentam conflitos. As igrejas rurais antigas, que sinalizam os primeiros anos da ocupação do planalto pelos jesuítas; os roteiros de peregrinação à Pirapora do Bom Jesus ou a locais como São Sebastião, em Ibiúna; a recuperação da Casa de Chá em Mogi das Cruzes, tombada pelo Patrimônio Nacional; as festas tradicionais de pescadores da Baixada Santista: Bom Jesus na comunidade da Ilha Diana e Dia de São Pedro, padroeiro dos pescadores, bem como a cultura caipira e caiçara e as áreas indígenas, são lembranças vivas de um tempo que já não se reconhece, mas que começa a ser valorizado por políticas de turismo. Manter o bem-estar das famílias de agricultores familiares e pescadores artesanais é fundamental para preservar este patrimônio cultural. Este tema é detalhado nos capítulos *Serviços culturais folclóricos: a dimensão do folclore caipira e Lazer e turismo: uma reflexão sobre o ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura*.



Figura 15 |
Região Leste da RBCV,
Casa de Chá no
município de Mogi
das Cruzes.
Foto: João Paulo
Soares Andrade (2003).



Figura 16 |
Região Oeste da
RBCV, bairro rural
no município de
Mairinque.
Foto: Yara M. C.
Carvalho (2003).



Figura 17 |
Região São Paulo da
RBCV, bairro rural
Marsilac.
Foto de Yara M. C.
Carvalho (2004).



Figura 18 |
Região Leste da RBCV,
bairro São Lázaro,
no município de
Biritiba Mirim.
Foto: João Paulo Soares
Andrade (2003).



Figura 19 |
Região Noroeste da
RBCV, pesqueiro no
município de Jundiá.
Foto: João Paulo
S. Andrade (2010).



Figura 20 |
Região Leste da
RBCV, sítio de lazer
no município de
Salesópolis.
Foto: João Paulo
S. Andrade(2004).



Figura 21 |
Região Oeste da
RBCV, SPA Aventura no
município de Ibiúna.
Foto: Ágata Cobos
(2010).



Figura 22 |
Região Norte da
RBCV, Hotel Paradies,
no município de
Jarinú.
Foto: Paulo Li –
Expressão Studio.
Fonte: TUR.SP (2019).

2.4.3 | *Trade-off* positivo entre o serviço de provisão de alimentos e o serviço cultural de lazer e turismo: o turismo no rural

A apropriação do espaço rural, para satisfazer as necessidades de ócio e lazer da sociedade urbana, tem potencializado enormemente as suas aptidões turísticas, não para a prática do turismo massificado, mas de diversas formas alternativas de turismo, caracterizadas pela baixa densidade e adaptadas às especificidades do espaço rural (SILVEIRA, 2001). Em especial, o turista de grandes concentrações urbanas busca o turismo no espaço rural, como algo distinto da vida que leva em seus locais de origem. Esta atividade econômica é vista como uma alternativa para geração de emprego e renda, em especial em áreas com restrições ambientais e/ou em ecossistemas vulneráveis. Na sequência, são tratados alguns aspectos ligados ao turismo agrícola.

O circuito das frutas nasceu no final da década de 1990 na região de Jundiá como uma nova alternativa de agregação de valor aos produtos e propriedades rurais. Apoiado pela Associação de Turismo Rural do Circuito das Frutas, criada em outubro de 2000, a partir da união de vários proprietários rurais. Em 2019 incorpora dez municípios, sendo três deles na área da RBCV: Atibaia, Jarinu e Jundiá (CIRCUITO DAS FRUTAS, 2019).

O modelo de gestão do circuito das frutas está apoiado na regionalização do turismo e incorpora a noção de território e de arranjos produtivos. Promove a preservação e conservação do patrimônio cultural e ambiental e o engajamento das comunidades rurais com a atividade turística, valorizando a relação do homem com o meio rural (OTANI; FREDO; RAMOS, 2012).

Outro circuito que vem se desenvolvendo está relacionado à produção de uva e vinho artesanal, com atividades realizadas principalmente em São Roque, São Miguel Arcanjo, Louveira e Jundiá (VERDI *et al.*, 2007; OTANI, 2010).

As diversas atividades implementadas com os turistas podem levar ao aperfeiçoamento e a promoção do artesanato local e da arte popular, bem como ao resgate de atividades como a cavalgada e o *tropeirismo*, além de possibilitar ao visitante a vivência com os sítiantes



e o contato com os processos que envolvem a sua alimentação diária. Este tipo de atividade é ainda muito frágil na região.

O circuito das frutas vem fortalecendo social e economicamente o agricultor e a população rural para permanecerem na atividade e na região. Desta forma, a agricultura, base fundamental para o turismo rural, gera *trade-offs* positivos sobre os serviços ecossistêmicos culturais folclóricos, fortalecendo a manutenção da paisagem e da cultura.

2.5 | Evolução dos principais vetores que impactam o serviço ecossistêmico da produção de alimentos

A perspectiva do serviço ecossistêmico alimento está, antes de tudo, baseada na evolução da tecnologia empregada, considerando os avanços científicos e como esses são apropriados pela sociedade tanto em termos de uso como do monitoramento de sua utilização. As preocupações ambientais na área da RBCV são crescentes. Cada vez mais se associa a agricultura em áreas de mananciais à práticas alternativas. A Lei específica da Guarapiranga (SÃO PAULO, 2006a; 2006b)¹⁴ e mais recentemente o programa Guarapiranga Sustentável¹⁵ são exemplos disso.

¹⁴Lei Estadual 12.233/06 foi regulamentada pelo Decreto Estadual 51.686/07. O Artigo 42 da referida lei prevê a elaboração de um programa que contemple: boas práticas agrícolas; instrumentos para difusão das boas práticas agrícolas, com ênfase em agricultura orgânica; critérios para determinação de normas e parâmetros para a atividade agropecuária; medidas para o controle, uso e manejo adequado de agroquímicos e descarte adequado de embalagens de agroquímicos. Isto deve compor um manual de boas práticas para a atividade na APRM-G.

¹⁵Em março de 2010, para garantir práticas sustentáveis de agricultura na região do reservatório Guarapiranga, a então Secretaria de Estado do Meio Ambiente, SAA, Prefeituras, ONGs e outras representações da sociedade civil deram início ao Projeto Guarapiranga Sustentável. O objetivo era promover o desenvolvimento da agroecologia nos municípios da bacia da Guarapiranga. Uma das estratégias foi a criação de um Protocolo a ser seguido. O Manual de Boas Práticas, a extensão rural agroecológica, a Rede de Agroecologia, a premiação de propriedades-modelo, a criação de Centro de Referência em Agroecologia e o acesso a mercados especializados são outras estratégias do Projeto. O Projeto foi iniciado em São Paulo, onde os trabalhos continuam, mas não houve expansão para outros municípios.

Por outro lado, existem também condicionantes sociais, econômicos, políticos e culturais que constituem a base ampla em que se organiza a produção de alimentos na RBCV. Compreender a complexidade destas forças e como atuam é tarefa complexa. Optou-se aqui por restringir a algumas das principais forças identificadas, fazendo breves comentários a serem aprofundados em outra oportunidade.

2.5.1 | Vetor: contaminação química dos alimentos: segurança alimentar e saúde

O modelo predominante da tecnologia da agricultura brasileira se baseia no uso de insumos químicos e minerais para aumentar a fertilidade e combater pragas e doenças. A contaminação dos produtos agrícolas produzidos na região da RBCV pode ocorrer em função do uso inadequado de agrotóxicos ou de água contaminada. O Laboratório de Resíduos do Instituto Biológico manteve um convênio com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) para a realização de análises de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados em frutas e hortaliças comercializadas nesse entreposto. As amostras são identificadas de acordo com a sua origem, e os dados obtidos fornecem subsídios à orientação de agricultores, quanto ao uso adequado dos agrotóxicos. O monitoramento não inclui a produção comercializada diretamente nos hipermercados e outros equipamentos de varejo. Como exemplo, pode-se considerar o caso do morango no qual, entre julho de 1994 e outubro de 1996, foram analisadas 123 amostras por cromatografia gasosa. Foram pesquisados 68 princípios ativos e os resultados indicaram a presença de resíduos de praguicidas em 57,7% das amostras analisadas, sendo 39,0% de produtos não autorizados pela legislação vigente para uso em morango, 17,9% resíduos de praguicidas abaixo do limite máximo de resíduos (LMR) estabelecido pela legislação vigente e 0,8% acima desse limite (GEBARA, 2000). Mais recentemente, (GEBARA; CISCATO; MONTEIRO, 2008), com base neste mesmo programa, foram analisadas 1.779 amostras de frutas, entre 2002 a 2005, e

os resultados mostraram 26,6% de amostras positivas para praguicidas sendo que, destas, 46,4% continham resíduos não autorizados para as culturas e 2,9% excederam os LMR. Alguns dos resíduos encontrados no estudo não tinham uso autorizado ou haviam sido proibidos no Brasil, tais como: aldrim, carbofenotona, dicotofós, formotiona, fosadona, HCB, alfa HCH, mirex, ometoato, parationa etílica e quintozene. Entre as frutas analisadas, as que apresentaram maior número de amostras com resíduos foram maçã, pêssego e morango. Os praguicidas mais frequentemente encontrados foram: captana, clorpirifós e dimetoato. Os resultados encontrados mostram que, ao se avaliar o risco da ingestão crônica destes praguicidas para amostras de frutas, os valores não ultrapassam os limites toxicologicamente aceitáveis. Estes limites estão relacionados com o conceito de *ingestão diária aceitável*, que estabelece o quanto uma pessoa pode ingerir de uma determinada quantidade de praguicidas ou outro composto qualquer, todos os dias, por toda a vida, sem que acarrete danos.

Nestes estudos constata-se que o pequeno número de amostras acima dos LMR vem sendo uma constante e indica que os praguicidas são utilizados de acordo com as recomendações técnicas. As amostras que apresentam resíduos não autorizados é um problema recorrente, uma vez que está relacionado às práticas inerentes de solicitação pelas empresas de agroquímicos do registro de uso para culturas menores ou *minorcrops*¹⁶, junto às agências governamentais. Atualmente as amostras de frutas e vegetais do CEAGESP são enviadas ao LabTox do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), como parte do Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCR), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O PNCR foi criado pela IN SDA/MAPA 42 de 31/12/2008. O programa nacional coleta amostras de agricultores mas também beneficiadores

e centrais de abastecimento. As análises são realizadas em laboratórios oficiais do MAPA ou credenciados, todos acreditados pelo INMETRO. Paralelamente, em 2001 foi criado o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos (PARA), com foco no consumidor. Coordenado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Trabalha em conjunto com órgãos estaduais e municipais de vigilância sanitária e laboratórios estaduais de saúde. As amostras são obtidas em equipamentos de varejo.

O PNCR foi criado pela IN SDA/MAPA 42 de 31/12/2008. O programa nacional coleta amostras de agricultores mas também beneficiadores e centrais de abastecimento. As análises são realizadas em laboratórios oficiais do MAPA ou credenciados, todos acreditados pelo INMETRO. Paralelamente, em 2001 foi criado o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos (PARA), com foco no consumidor. Coordenado pela ANVISA. Trabalha em conjunto com órgãos estaduais e municipais de vigilância sanitária e laboratórios estaduais de saúde. As amostras são obtidas em equipamentos de varejo.

No que diz respeito à produção pesqueira, é necessário considerar a contaminação da água e seus reflexos na produção, principalmente estuária e dos pesque-pague, assim como a refrigeração dos barcos pesqueiros artesanais que comercializam o produto fresco na região litorânea.

2.5.2 | Vetor: pobreza

O modelo primário-exportador, característico da origem histórica brasileira fundamentado na *plantation* e no trabalho escravo, definiu a estrutura social que ainda hoje influencia as escolhas das políticas públicas no país, mantendo a estrutura dual caracterizada pela grande concentração de renda. Costuma-se referir a isto como Os *dois Brasis* (LAMBERT, 1959) que convivem: o Brasil moderno e o arcaico, levando parte da população a viver em condição de pobreza e pobreza absoluta.

Na periferia das cidades da RBCV a pobreza é um desafio bem conhecido, que compromete o bem-estar humano devido à falta de segurança alimentar e de nutrição suficiente e adequada à saúde, além do já considerado impacto ambiental das ocupações urbanas desordenadas.

¹⁶Culturas cuja produção não compensa financeiramente aos produtores de agrotóxicos regularizar seu uso no país. Em 2010 o Brasil adotou procedimento equivalente ao internacional e passou a utilizar a denominação de *culturas com suporte fitossanitário insuficiente*. O registro passou a ser para um grupo de culturas como nos demais países (IN conjunta 01 de 23/02/2010 revogada pela IN conjunta 1 de 16/06/2014) (MAPA; IBAMA; ANVISA, 2010; 2014).



Vários estudos demonstraram a relevância do tema nas áreas metropolitanas, principalmente em São Paulo. A **Tabela 5** reproduzida do trabalho de Torres e Marques (2004) evidencia este fato ao considerar somente o indicador renda. Nestes locais de concentração de pobreza faltam serviços públicos e redes sociais pessoais que possam ajudar a sair desta condição. No entanto, já se evidenciou que este é somente um entre muitos aspectos a serem considerados. Nas regiões metropolitanas, as aquisições de bens e serviços dominam quase inteiramente as relações de troca e os meios para a sobrevivência diária, com menor acesso às chamadas rendas não monetárias. Os padrões de consumo urbano criam expectativas e valores que se impõem em todas as diferentes camadas sociais. Ao lado disso, a pobreza metropolitana tem especificidades próprias, em que o custo de vida costuma ser mais elevado e em que os vínculos sociais se mostram mais frágeis do que os apresentados nas pequenas cidades e nas áreas rurais (MINGIONE, 1999; MENEZES, 2010).

A Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL, 2014), distingue a pobreza da pobreza extrema. Neste último grupo, a questão fundamental é garantir a alimentação e os serviços públicos básicos. Utilizando os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), mostrou-se sua evolução entre 2005 e 2013. Em 2005, 36,4% da população era caracterizada como abaixo da linha da pobreza, enquanto a pobreza extrema atingia 10,7%. Houve uma grande melhora nos anos que se seguiram, até 2012 quando os percentuais passaram a ser 18,6% e 5,4%, respectivamente. O ano de 2013 já demonstrava reversão da tendência em relação a pobreza extrema: 18% e 5,9%, respectivamente.

Entre as políticas públicas voltadas a essa população, enfatiza-se o “*Bolsa Família*” (política pública de transferência de renda), a distribuição direta de alimentos, a agricultura urbana como forma de diminuir a dependência da compra de alimentos de qualidade e complementar a renda familiar, além do apoio à agricultura periurbana, com melhoria nas condições de mercado para venda dos produtos.

Estes elementos impactam fundamentalmente o serviço ecossistêmico produção de alimentos na perspectiva da alimentação e nutrição, mas também há que se considerar a relação entre pobreza e ocupação de áreas periféricas para habitação, tratada a seguir, e a agricultura urbana, já mencionada.

2.5.3 | Vetor: crescimento populacional e expansão urbana desordenada

O crescimento desigual da economia brasileira está na base do forte movimento migratório que transformou a realidade da região, principalmente a partir dos anos 1970. Com base nos censos demográficos brasileiros, pode-se dizer que a população do estado cresceu continuamente em proporção à brasileira. Em 1872, data do primeiro censo, a população do estado representava somente 8,43%. Em 1920 este percentual passa para aproximadamente 15% para atingir, no último censo de 2010, o percentual de 22,15%. Este crescimento populacional se dá inicialmente no município de São Paulo para depois se distribuir na RMSP, e no estado. Em 1872 a população do município representava 3,75% da população estadual, atingiu o máximo de 33,84% em 1980, e a partir daí começou a cair, chegando em 2010, com 26,63%. Por outro lado, a RMSP, criada em 1973 e regulamentada no ano seguinte,

Região	Tipo de aglomeração		
	Metropolitana ¹	Urbana não metropolitana	Rural
Brasil	19,1	46,6	34,3
Nordeste	11,04	43,8	45,16
Sudeste	38,78	43,13	18,09
Estado de São Paulo	54,91	37,64	7,45

Tabela 5 | Distribuição de pessoas residentes em famílias com renda familiar inferior a 1/4 do salário mínimo, *per capita*, por tipo de aglomeração urbana: Brasil, Nordeste, Sudeste e estado de São Paulo, 2001 (em %). Fonte: IBGE/PNAD (2001) *apud* Torres e Marques (2004).

Nota: ¹Inclui: Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre.

passou de 21,84% da população estadual em 1940 para 36,93% em 1960; 45,32% em 1970 e 49,61% em 1980, quando começou a perder importância como polo atrativo da imigração para o resto do estado. Em 2010, o índice era de 46,56%. Os anos 1980 marcam, portanto, a reversão da tendência crescente da atuação do vetor crescimento populacional sobre os serviços ecossistêmicos do território da RBCV. Internamente, na RMSP, a cidade de São Paulo foi perdendo importância para os demais municípios, com queda contínua do percentual de habitantes da capital em relação à RMSP, que passou de 84,58% em 1940 para 57,17% em 2010. Os dados podem ser observados na **Tabela 6**.

Esta população migrante ocupa áreas na franja da cidade, sem infraestrutura urbana, com pressão sobre os recursos naturais. Ocupam a área através da compra pelo parcelamento de propriedade rural e/ou através da ocupação de áreas desocupadas.

No que diz respeito a estrutura agrária, os dados do Censo Agropecuário no período de 1970 – 2006 mostram que houve uma variação de cerca de 60% no número de estabelecimentos acompanhada de uma redução menor da área¹⁷. Quando considerados os dados de área de 2010, como descrito anteriormente, houve uma

redução geral de 13,09% no território da RBCV, apesar de vários municípios significativos para a agricultura regional apresentarem expansão da área agrícola.

A pressão do crescimento urbano sobre as áreas agrícolas foi salientada pelos trabalhos de Ueno (1985; 1989). Este autor, com base na origem das hortaliças comercializadas no CEAGESP, identificou que o abastecimento de São Paulo, durante o período de 1973–84, passou a vir de regiões cerca de 50 a 80 km mais distantes e que os legumes se distanciaram ainda mais.

Quando a comparação é feita entre 1996 e 2006 esta variação é influenciada pela clara subestimação dos dados de 1996, uma vez que os estabelecimentos cresceram em 28% enquanto a área agrícola cresceu em 59%. Outra fonte de informação, o LUPA, sugere esta subestimação, embora as unidades nos dois levantamentos sejam diferentes (no IBGE a unidade é a exploração agropecuária, ou seja, qualquer unidade em que haja um responsável pela produção independentemente da propriedade; para o LUPA a unidade está associada a propriedade). Segundo o LUPA, o aumento do número de propriedades na área da RBCV foi de 11% enquanto o da área foi de 6% para o período 1995/1996 a 2007/2008.

Tabela 6 | Relação entre população do município de São Paulo e Brasil; município de São Paulo e estado de São Paulo; Grande São Paulo e Brasil; Grande São Paulo e estado de São Paulo; e município de São Paulo e Grande São Paulo, entre 1872-2010. Fonte: Censos demográficos de 1872 a 2010 (em alguns anos é fornecida a população presente) *apud* Pasternak (2011).

Ano	% São Paulo (município)/ Brasil	% São Paulo (município)/ São Paulo (Estado)	% Grande São Paulo/ Brasil	% Grande São Paulo / São Paulo (Estado)	% São Paulo (Município)/ Grande São Paulo
1872	8,43%	3,75%			
1890	9,66%	4,69%			
1900	13,09%	10,51%			
1920	14,99%	12,61%			
1940	17,41%	18,47%	3,80%	21,84%	84,58%
1950	17,59%	24,06%	5,18%	29,44%	81,75%
1960	18,28%	29,48%	6,75%	36,93%	79,84%
1970	19,00%	27,72%	8,61%	45,32%	61,17%
1980	20,95%	33,84%	10,39%	49,61%	68,22%
1991	21,47%	30,52%	10,51%	48,97%	62,32%
2000	21,84%	28,10%	10,54%	48,28%	58,20%
2010	22,15%	26,63%	10,32%	46,59%	57,17%

¹⁷Para 2006 foram utilizados dados preliminares que indicam redução do número de estabelecimentos em 64% enquanto a área foi reduzida em 25%. Os dados definitivos disponibilizados trazem classificação distinta, dificultando a comparação. Neste caso, a estimativa pode estar subestimada por não incluir forrageiras. A redução seria de 60% e 48%, respectivamente.

De qualquer forma, fica evidente que a redução da taxa de crescimento da população urbana vem acompanhada da expansão da atividade agrícola na região até 2006: uma agricultura de menor escala, provavelmente dependente de formas diretas de consumo e comercialização. Os dados de 2017 indicam redução da área agrícola na RBCV de 13%, no período intercensitário.

A política nacional de correção das desigualdades regionais e a política paulista de descentralização do parque industrial alteraram o fluxo migratório dentro do estado e, mais recentemente, entre as regiões do país. Associado a isso, o avanço da política urbana e a obrigatoriedade da elaboração de Planos Diretores em municípios com mais de 20.000 habitantes (CF, 1988: art. 182, §1) atua sobre este vetor de grande impacto na prestação do serviço de provisão alimentos. A ocupação desordenada localiza-se principalmente nas áreas de baixo valor de mercado, caracterizadas como áreas de risco: encostas íngremes e várzeas. Sem serviço de saneamento, a ocupação dessas áreas compromete os corpos hídricos, usados para irrigação, e a disponibilidade de água para abastecimento urbano.

A proximidade física das áreas de produção agrícola com a população marginalizada expõe ambos, agricultor e agricultura, ao roubo e à violência. Estes fatores associados à valorização econômica da terra e ao custo crescente da força de trabalho vêm expulsando a agricultura tradicional da região para localidades cada vez mais distantes, deixando estas áreas para expansão urbana. Este processo vem sendo observado desde os anos 1970 (UENO, 1985; MORAES e CARVALHO, 2006).

O desenvolvimento da economia globalizada transforma São Paulo em um centro de serviços. Isto exige mão-de-obra especializada e gera pouco emprego de baixa qualificação, com estímulo à reversão do fluxo migratório, e com possibilidade de ampliação da força desse vetor.

2.6 | Situações de estresse acentuado nos ecossistemas que colocam em risco a continuidade do serviço ecossistêmico

Os dois recursos naturais fundamentais à produção agropecuária, solo e água,



Figura 23 | Região São Paulo da RBCV, o rural e o urbano. Foto: Jéssica F. Viégas (2004).

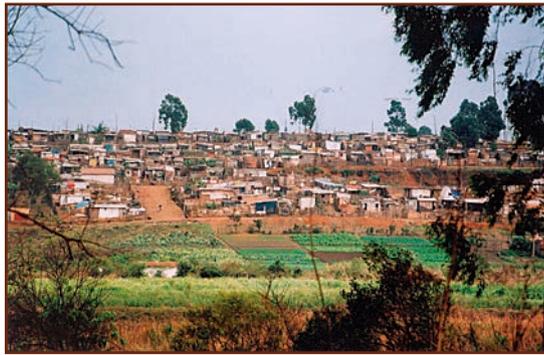


Figura 24 | Região Leste da RBCV, o rural e o urbano no município de Guarulhos. Foto: Elaine Zuchiwisch (2004).

estão sob estresse na região da RBCV. No caso do solo, a questão fundamental refere-se à expansão da urbanização e à precarização das condições de produção com expulsão contínua da atividade para áreas mais distantes e sua recriação dentro de um movimento inovador, mas não consolidado. Evidências do censo de 2017 trazem algum otimismo por haver crescimento de área agrícola em municípios relevantes, como resposta espontânea ou induzida pelas políticas que estimulam a agricultura urbana regional.

A insustentabilidade da metrópole de São Paulo, identificada pela ampliação crescente da sua pegada ecológica e ampliação da sobrecarga (*overshooting*), demonstra que efetivamente a disponibilidade de solo agrícola na área da RBCV sinaliza estresse, podendo vir a comprometer a capacidade de produção do serviço ecossistêmico alimentos.

A expansão da população regional transformou uma região de alta precipitação pluviométrica e abundantes recursos hídricos superficiais em local de escassez da água para uso doméstico e produtivo. A disponibilidade depende de um sistema complexo de transposição entre bacias que está se mostrando insustentável e gradativamente se estende para



regiões mais distantes. A bacia do Alto Tietê recebe águas de duas bacias (PCJ e Baixada Santista) e diante da crise hídrica de 2016 estão sendo realizadas obras em bacias vizinhas (Ribeira de Iguape e Paraíba do Sul). Existem planos técnicos para expandir esta transferência para bacias ainda mais distantes (COBRAPE, 2009). Os comitês de bacia, que possuem legalmente autonomia para definir o preço do recurso natural transferido, estão pressionando o comitê do Alto Tietê por um preço mais elevado e/ou redução do volume utilizado. A negociação com o PCJ já exigiu a interferência da ANA. É imperativo reduzir o consumo, ampliar o reuso e proteger as fontes de água.

A agricultura consome cerca de 37% da água no estado de São Paulo. Nas bacias que fazem parte da RBCV o comportamento é muito variado. Nas bacias do litoral o uso pela agricultura é inexistente (na Santista) ou muito baixo (Ribeira do Iguape, com 1,3%). Nas bacias do Alto Tietê o uso agrícola é também baixo (4,2%). Assume valores médios, mas abaixo da média do estado, no PCJ (19,1%) e no Paraíba do Sul (28,1%), onde existe plantio de arroz irrigado por inundação, porém fora da área da RBCV. A única bacia onde há consumo acima da média do estado é a do Sorocaba/Médio Tietê, onde está inserida a região oeste da RBCV, que consome 46,4% e produz principalmente hortaliças (COBRAPE, 2009).

A **Tabela 7** apresenta na primeira coluna a demanda de água sobre a vazão disponível nas bacias hidrográficas que compõem a RBCV. Fica evidente a situação crítica da bacia do Alto Tietê e a do PCJ, da qual depende. A quarta coluna estabelece a relação entre o consumo de água pela agricultura e o total; e demonstra que a irrigação representa somente um pequeno percentual da água consumida na bacia do

Alto Tietê. Assume importância maior na bacia do Paraíba do Sul e na do Sorocaba, mas nestes casos, a disponibilidade hídrica ainda é alta (é demandando 27% e 29% do disponível). No PCJ a questão é preocupante não somente porque o consumo se aproxima do volume disponível, mas também porque o uso agrícola está próximo a 20%. Nesta região da RBCV os municípios são voltados à pecuária, embora cana-de-açúcar e frutas estejam entre as principais atividades agrícolas da região.

A crise hídrica trouxe a discussão de uma política para promover o uso eficiente da água na agricultura, em um primeiro período, e depois a mudança de tecnologia, para privilegiar aquelas de menor consumo. Os agricultores somente receberam orientação técnica sobre irrigação dos próprios vendedores de equipamentos. Não existiu um programa oficial de capacitação técnica intensivo sobre o tema e o desafio é fazer chegar a eles este conhecimento, já que a cobrança pelo uso da água é um fato real. Do ponto de vista dos agricultores familiares, a dificuldade está em obter a outorga, em função da complexidade da documentação exigida e do alto custo para obtê-la, primeiro passo para a implantação da cobrança, que deverá estimular o uso racional da água em todos os setores. Durante a crise hídrica de 2015, os equipamentos de irrigação na região leste da RBCV foram lacrados, até que os agricultores regularizassem sua situação em relação a outorga.

A alternativa simplista de transferir o volume consumido pela agricultura para uso doméstico tende a agravar o problema não só pela não adequação da demanda doméstica, mas também por eliminar o uso produtivo da terra que age como barreira à ocupação desordenada das áreas de mananciais.

Com relação à água, observam-se localmente os principais desafios do século 21

UGRHI	Demanda/ vazão %	Demanda Global M ³ /seg	Demanda Irrigação M ³ /seg	Demanda Irrigação/ Global %
Paraíba do Sul	27	19,63	5,52	28,10
Piracicaba-Capivari-Jundiaí	95	40,83	7,80	19,1
Alto Tietê	432	86,42	3,59	4,2
Baixada Santista	61	23,29	0	0
Ribeira do Iguape	29	3,20	0,4	1,3
Sorocaba-Médio Tietê	29	17,98	8,35	46,4
Estado		417,26	155,54	37,3

Tabela 7 |
Vazão e demanda de
água (m³/s) nas
bacias hidrográficas
da RBCV.
Fonte: COBRAPE
(2009) e Silva (2008).



referentes à crise hídrica: a escassez de água; a deterioração de sua qualidade; a falta de percepção de gerentes e do público em geral sobre a gravidade da crise; a fragmentação e dispersão do gerenciamento dos recursos hídricos. Nas últimas décadas, o aumento das cargas de nitrogênio e fósforo, de substâncias tóxicas e da produção de toxinas por cianobactérias são alguns dos muitos fatores que têm atingido os ecossistemas aquáticos continentais (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ROCHA, 1999).

A atividade agrícola pode interferir nas condições da água dos rios pela maior exposição do solo, com aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Esse efeito, associado à adição de fertilizantes minerais, acarreta maior transporte de sedimentos e nutrientes, particularmente nitrogênio e fósforo para os rios, contribuindo com sua eutrofização. A adição de outros produtos, como os vários tipos de praguicidas, também contribui para o aporte nos corpos d'água.

Do ponto de vista do ambiente aquático, as modificações vêm afetando diretamente a abundância dos estoques, a composição da ictiofauna e a produtividade pesqueira em diversas regiões do estado de São Paulo (BARBIERI *et al.*, 2000; CASTRO *et al.*, 2006). Em ambientes eutrofizados a diversidade de espécies tende a ser pequena, sendo dominado por poucos grupos específicos, conforme observado nas represas de Guarapiranga (BARBIERI *et al.*, 2000) e reservatório Billings (MINTE-VERA, 1997). A baixa riqueza de espécies presentes na pesca e a alta dominância de algumas são indicativos de comunidades submetidas a estresse, tais como: transformação do ecossistema lótico em lêntico, através do represamento; eutrofização e contaminação do ecossistema; e a introdução de espécies (MINTE-VERA, 1997; BARBIERI *et al.*, 2000).

Constata-se assim que a disponibilidade de solo agricultável e hídrica, assim como sua qualidade, são os grandes fatores que colocam em risco a viabilidade dos ecossistemas na região da RBCV continuarem a prestar o serviço de produção de alimentos. A atividade agropecuária pode estar comprometendo seriamente a qualidade do recurso hídrico, embora seja importante ressaltar que o setor não é o principal vetor de alteração, quando se considera os dados oficiais da

CETESB sobre qualidade da água. De forma geral, por utilizar água de nascentes, a agropecuária local não representa um risco para quem consome os alimentos. É preocupante, principalmente, a tendência de expulsão da atividade agropecuária da região e sua substituição por novos atores; neste cenário, perder-se a possibilidade de fomentar uma política de multifuncionalidade do espaço rural, costeiro e marítimo que, como salientado, é dependente do capital social construído pela vida em comunidade dos agricultores familiares e pescadores. Através dos *trade-offs* positivos, contribui para a preservação do ecossistema e a continuidade do fornecimento dos serviços ecossistêmicos.

3 | ALTERAÇÕES NO ECOSSISTEMA, O SERVIÇO ECOSSISTÊMICO ALIMENTO E O BEM-ESTAR HUMANO NA RBCV

A capacidade do ecossistema continuar a prover o serviço alimentos pode ser alterada pela forma como o serviço é produzido, pelos *trade-offs* positivos e negativos estabelecidos com outros serviços identificados como água (quantidade e qualidade), cultura, lazer, turismo, silêncio (paisagem), entre outros, e também pelos vetores que podem atuar diretamente no ecossistema. O objetivo da produção agropecuária é atender as necessidades humanas para promover o bem-estar humano, particularmente alimento saudável e de nutrição da população.

3.1 | A contribuição à preservação do espaço rural

A política urbana no Brasil surge somente com a Constituição de 1988. Até então o espaço rural sempre teve um papel passivo de criar condições para o crescimento urbano. Assim sendo, os trabalhos de Ueno (1985, 1989), Moraes e Carvalho (2006), além dos dados censitários do IBGE e do LUPA demonstraram que a atividade agrícola contribui para contenção da expansão urbana desordenada, principal vetor de degradação do ecossistema. A família agricultora se configura como barreira à ocupação urbana e pode assim

contribuir à organização social defensora e promotora do desenvolvimento local. Com base em valores culturais tradicionais, preservação da paisagem, do silêncio, promoção do desenvolvimento humano integral e holístico, do lazer e do turismo, promovem o espaço rural como um museu vivo da história que ali transcorre. Através disto, pode contribuir também para regulação da quantidade e qualidade da água, com redução do estresse sobre os recursos solo e água que colocam em perigo a continuidade da prestação do serviço ecossistêmico da produção de alimentos na região da RBCV, determinante fundamental do bem-estar humano.

O aspecto mais relevante para que isto seja possível é o fortalecimento do capital social construído ao longo da história pelas comunidades locais, empoderando-as para implementarem, juntamente com o poder público e os novos atores econômicos e sociais na região, a proposta de desenvolvimento territorial local. Casas de chá, casas de taipa, igrejas barrocas, trilhas de romeiros, festas religiosas, comidas típicas, culinária no fogão a lenha, turismo rural, entre outros, criam condições para a promoção do bem-estar humano associado à preservação do espaço rural, alimentando os valores que mantêm uma sociedade democrática, na busca do bem-estar comum.

Este estudo identificou que o serviço ecossistêmico produção de alimentos está diretamente ligado ao bem-estar humano, não somente pela disponibilidade do próprio alimento, mas em especial pela preservação do espaço rural e costeiro/marítimo e suas condições de sustentabilidade. Para a agropecuária, isto remete a escolha da tecnologia a ser empregada que, sendo alternativa, contribui para a recuperação do solo e cria um *trade-off* positivo com o serviço de suporte¹⁸, produz alimento saudável com melhores condições nutricionais e gera mais empregos de baixo custo, aliviando a pobreza.

Indicadores associados à preservação do espaço rural, da biodiversidade, da produção

de água de qualidade, do patrimônio cultural estão associados ao bem-estar da população que procura o rural para viver ou para suas horas de lazer.

3.2 | Geração de emprego de baixo custo: indicador de bem-estar humano

A pobreza e a marginalização de parte da população nas grandes cidades têm levado os municípios a darem ênfase crescente à política de agricultura urbana. A produção de alimentos dentro das cidades tem o potencial de aumentar a eficiência do uso da terra urbana e diminuir o risco de redução ou mesmo interrupção no fornecimento de alimentos às pessoas. Dentre os benefícios sociais alcançados estão a possibilidade de melhoria na qualidade dos alimentos ingeridos pelas pessoas mais pobres, especialmente crianças, idosos e gestantes; e a criação de alternativa de renda e emprego para os habitantes. As vantagens ambientais estão associadas à reciclagem de resíduos, à menor demanda por combustíveis fósseis e à conservação dos espaços verdes. A limpeza e a revegetação de terrenos baldios, ou o seu uso para o plantio e outras formas de produção também proporcionam a diminuição da proliferação de vetores de doenças, contribuindo para o controle das mesmas (MACHADO; MACHADO, 2002).

Ao permitir uma atividade econômica de baixo custo, a agricultura urbana de geração de emprego e renda resgata as condições de vida e viabiliza alimentos saudáveis de baixo custo, contribuindo para melhor bem-estar humano da parcela da população de baixa renda, que seria privada pelas condições econômicas que imperam no país.

O estímulo a permanência de produtores tradicionais e atração de novos produtores se dá pela implementação de políticas de fomento à produção local de qualidade, através da criação de novos pontos de comercialização para produtos de qualidade diferenciada (orgânico, área de manancial, local), da assistência técnica e da definição de zoneamento de áreas rurais. Os dados apresentados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) sugerem a eficácia das estratégias políticas dos últimos anos. Da mesma forma, políticas

¹⁸Embora não seja objetivo do presente estudo, é importante observar que práticas agrícolas, como várzeas construídas, podem ser incentivadas para promover a recuperação da água.



de apoio aos pescadores artesanais têm buscado reduzir o impacto da degradação do ecossistema e da concorrência com formas mais capitalizadas de exploração dos recursos pesqueiros. O impacto das novas estratégias políticas do governo federal, iniciado em 2019, parecem comprometer estas expectativas.

3.3 | Aspectos nutricionais e segurança alimentar

O bem-estar humano está diretamente relacionado com a quantidade (segurança alimentar) e a qualidade dos alimentos (nutrição) consumidos. Aspectos nutricionais como subnutrição, obesidade e saúde tem relação direta com o serviço ecossistêmico alimentos pois são indicadores de bem-estar providos por este serviço. Situações de insegurança alimentar e nutricional podem ser detectadas a partir de problemas como fome, obesidade, doenças associadas à má alimentação, consumo de alimentos de qualidade duvidosa ou prejudicial à saúde, estrutura de produção de alimentos predatória em relação ao ambiente, bens essenciais com preços abusivos e imposição de padrões alimentares que não respeitem a diversidade cultural.

3.3.1 | Consumo alimentar

Os resultados da POF de 2002/2003 (IBGE, 2004) apontaram que a disponibilidade domiciliar média de alimentos no Brasil foi estimada em 1.811,2 kcal por pessoa/dia (1.689,7 kcal no meio urbano e 2.401,9 kcal no meio rural). No estado de São Paulo, na RMSP e na cidade de São Paulo, esses valores ficaram em torno de 1.677,4; 1.327,6 e 1.401,4 kcal/dia, respectivamente. Destaca-se que a recomendação média para as calorias totais da dieta do brasileiro é de 2.300 kcal/dia. A menor disponibilidade de calorias na área urbana precisa ser relacionada com a maior frequência das refeições fora de casa (não contabilizada pela POF) e menores necessidades energéticas (IBGE, 2004). Levy-Costa *et al.*, (2005) acrescentam que não é possível avaliar a adequação deste indicador de disponibilidade calórica, uma vez que não se dispõe de uma avaliação direta dos alimentos realmente consumidos pelas famílias.

A participação relativa de alimentos e grupos de alimentos nos domicílios brasileiros indicou que os alimentos básicos de origem vegetal (cereais, leguminosas, raízes e tubérculos) corresponderam a cerca de 50% das calorias totais enquanto os alimentos essencialmente calóricos (óleos e gorduras vegetais e animais, açúcar, refrigerantes e bebidas alcoólicas) atingiram aproximadamente 28%. Produtos de origem animal (carnes, ovos, leite e derivados) corresponderam a 18% e as frutas, verduras e legumes a 2,3%, ou seja, cerca de 1/3 do recomendado (6-7% das calorias totais da dieta de 2.300 kcal/dia) (IBGE, 2004).

No estado, na RMSP e na cidade de São Paulo, esse quadro é similar ao de outras regiões do Brasil. A participação dos alimentos básicos de origem vegetal correspondeu a aproximadamente 44% das calorias totais, seguidos de óleos e gorduras vegetais, gordura animal, açúcar e refrigerantes, e bebidas alcoólicas, com cerca de 30%, 26%, e 25%, e os produtos de origem animal com 20%, 23% e 23%, respectivamente. Frutas, verduras e legumes corresponderam somente a 2,9%, 3,6% e 4,0% das calorias totais. Em comparação ao que ocorre no país, é observado maior consumo de produtos de origem animal, frutas, legumes e verduras e menor de alimentos básicos (**Tabela 8**).

Com relação à aquisição de sal para consumo domiciliar, dados da POF mostraram que a aquisição *per capita* anual corresponde a 3kg. Isso sugere um consumo diário de 8,2 g *per capita*/dia, correspondendo a 1,4 vezes o limite recomendado, que é de 5 g *per capita*/dia. Considerando uma estimativa de 16,7% para o sal indireto (consumido a partir de produtos prontos adquiridos para consumo no domicílio), obtém-se um consumo *per capita*/dia de 9,6 g/dia, que corresponde a quase duas vezes o consumo recomendado. O consumo de sal nos alimentos consumidos fora do domicílio não está computado (MS, 2006).

Destaca-se, em relação à disponibilidade domiciliar de alimentos entre as regiões do país, que a área urbana da região sudeste apresentou contribuições significativas na dieta de açúcar, refrigerantes e bebidas alcoólicas. No que diz respeito ao consumo do grupo de frutas, verduras e legumes, a região Sudeste apresentou

Tabela 8 |
Participação relativa
de alimentos e
grupos de alimentos
no total de calorias
no estado de
São Paulo, área
urbana da RMSP e
área urbana do
município de
São Paulo, para o
período 2002-2003.
Fonte: Elaboração
própria. Com base
em IBGE (2004).

Alimentos e grupos de alimentos	Participação relativa de alimentos e grupos no total de calorias (%)		
	Estado de SP	RMSP	Município de SP
Cereais e derivados	37,3	36,7	37,0
Feijões e outras leguminosas	4,8	4,5	4,7
Raízes, tubérculos e derivados	1,6	1,8	2,0
Óleos e gorduras vegetais	14,8	13,7	13,0
Gordura animal	1,0	0,9	1,2
Açúcar	11,0	8,8	8,4
Refrigerantes	2,1	2,3	2,3
Bebidas alcoólicas	0,7	0,7	0,6
Carnes	12,1	14,1	13,7
Leite e derivados	8,2	8,9	9,2
Ovos	0,0	0,0	0,0
Frutas e sucos naturais	2,1	2,7	2,8
Verduras e legumes	0,8	0,9	1,0
Refeições prontas e misturas industrializadas	2,5	2,9	3,0
Condimentos	0,9	1,0	1,0
Oleaginosas	0,1	0,1	0,1

consumo de 1,9% e 0,8%, respectivamente, aquém das recomendações preconizadas. A área rural apresentou um consumo de frutas ainda menor (0,9%) que a da área urbana (2,0%). O mesmo pode ser observado no consumo de verduras e legumes (área rural 0,5% contra 0,9% na área urbana). A pesquisa aponta que regiões economicamente mais desenvolvidas, como a Sudeste, e no geral as áreas urbanas e as famílias com maior rendimento, apresentam inadequações na dieta, e, além do consumo insuficiente de frutas e hortaliças, um consumo excessivo de açúcar, gorduras e gorduras saturadas.

A composição da dieta em relação aos macronutrientes¹⁹ mostrou adequação do teor proteico (de 12,0 a 14,0% das calorias totais) e adequação no teor de carboidratos (55,0 a 64,8%) nas cinco regiões brasileiras. Na região

Sudeste observou-se um excesso no teor de gorduras (mais de 30% das calorias totais) e percentuais muitos próximos do limite para gorduras saturadas (9,3% das calorias totais). A área urbana da região Sudeste apresentou teor excessivo de gorduras totais e saturadas chegando a valores de 30,9% e 9,5% quando comparada à área rural que apresentou porcentagens de 27,8% e 8,2%, respectivamente. O excesso de açúcar (sacarose) ocorreu em todas as regiões brasileiras, com destaque para a região Sudeste (contribuição de 14,5%). Nessa região, a área rural apresentou porcentagens maiores no consumo de carboidratos totais e açúcares simples (64,3% e 15,3%, respectivamente) do que a área urbana (56,7% e 14,4%).

Considerando-se os estudos sobre a disponibilidade domiciliar de alimentos nas áreas metropolitanas desde a década de 70 até 2003, observam-se os seguintes aspectos negativos da dieta do brasileiro: redução do consumo de alimentos como arroz, feijão, raízes e tubérculos, aumento de até 400% do consumo de biscoitos e refrigerantes e, ao longo deste período, consumo excessivo de açúcar e o consumo reduzido de frutas e hortaliças (LEVY-COSTA *et al.*, 2005).

¹⁹ As recomendações nutricionais da OMS e da FAO é de que sejam de 10,0% a 15,0% das calorias totais para proteínas, de 15,0% a 30,0% para gorduras totais, sendo menos de 10,0% para gorduras saturadas. Em relação aos carboidratos, a recomendação é de 55% a 75% das calorias totais, sendo que o consumo de açúcares simples deve ser menor que 10% (WHO, 2003).



3.3.2 | Estado nutricional: indicador do bem-estar humano

A avaliação do perfil antropométrico-nutricional da população adulta usada na POF segue a recomendação proposta pela OMS: Índice de Massa Corporal (IMC), que consiste no peso em quilos dividido pelo quadrado da altura em metros. Segundo esta avaliação, os indivíduos adultos são classificados como portadores de déficits de peso ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$), excesso de peso ($IMC \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$) ou de obesidade ($IMC \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$). A **Tabela 9** apresenta estes dados para o conjunto do país, região Sudeste, São Paulo, RBCV e município de São Paulo.

Segundo a POF, não existe déficit de peso no Brasil de acordo com o padrão internacional (5%). Na região Sudeste, a prevalência do déficit de peso foi maior no meio rural (6,2%). A prevalência de déficits ponderais em mulheres ficou abaixo de 5% nas áreas urbanas. Por outro lado, quando se comparou valores de déficit de peso no estado de São Paulo, na RMSP

e na cidade de São Paulo, observou-se maior prevalência em mulheres com valores de 4,7%, 4,0% e 3,8%, respectivamente (**Tabela 9**).

No estado de São Paulo e na RMSP observou-se que a proporção de adultos com excesso de peso é preocupante, principalmente no caso dos homens. A obesidade feminina apresentou índices mais elevados, no estado, RMSP e cidade de São Paulo, com valores de 14,7%, 13,7%, 13,2%, respectivamente.

Observou-se que as prevalências de déficit de peso-para-idade entre as crianças na região Sudeste são de 3,7% no total para crianças de 0 a 4 anos (3,8% na zona urbana e 2,9% na rural) e 1,5% para crianças de 5 a 9 anos (1,4% na zona urbana e 2,3% na rural). Ao se comparar dados de outras regiões, verificou-se que a região Sudeste está entre as que apresentam as menores prevalências de déficit em crianças de 0 a 4 anos.

O déficit de altura para idade de adolescentes apresentou prevalências de 7,1% para a população de meninos (maior na área rural, 10,9%) e 5,9% para as meninas (menor na

Localidade	Prevalência de déficit de peso, excesso de peso e obesidade na população adulta (com mais de 20 anos de idade) (%)					
	Masculino			Feminino		
	Total	Situação do domicílio		Total	Situação do domicílio	
		Urbano	Rural		Urbano	Rural
Déficit de peso						
BRASIL	2,8	2,7	3,5	5,2	5,1	6,1
Sudeste	2,8	2,7	4,2	5,0	4,9	6,2
Estado de SP	2,4	-	-	4,7	-	-
RMSP	2,8	-	-	4,0	-	-
Município de SP	2,5	-	-	3,8	-	-
Excesso de peso						
BRASIL	41,1	43,8	28,5	40,0	39,9	40,7
Sudeste	44,4	45,7	32,0	40,7	40,5	43,1
Estado de SP	47,5	40,9	-	40,9	-	-
RMSP	46,5	39,9	-	39,9	-	-
Município de SP	45,3	36,2	-	36,2	-	-
Obesidade						
BRASIL	8,9	9,7	5,1	13,1	13,2	12,7
Sudeste	10,0	10,3	7,0	13,8	13,9	13,0
Estado de SP	11,3	-	-	14,7	-	-
RMSP	11,4	-	-	13,7	-	-
Município de SP	10,3	-	-	13,2	-	-

Tabela 9 | Prevalência de déficit de peso, excesso de peso e de obesidade na população adulta (com mais de 20 anos de idade), por gênero e situação de domicílio no Brasil, na região Sudeste, no estado de São Paulo, área urbana da RMSP e área urbana do município de São Paulo, para o período 2002/2003. Fonte: Elaboração própria. Com base em IBGE (2004).

área rural, 5,4%) na região Sudeste inferior aos indicadores para o país (11,3% e 8,3%, respectivamente).

O baixo peso foi observado em 5,3% dos meninos e 8,6% das meninas, ambos com maior prevalência na área rural, com valores semelhantes ao país. O excesso de peso e a obesidade, respectivamente, foram constatados em 21,5% e 1,9% dos meninos e 18 e 3,8% das meninas do Sudeste, ambos com maior prevalência na área urbana e superior ao conjunto do país. A situação dos adolescentes é menos contundente do que entre adultos, mas segue a mesma tendência.

A POF enfatiza que existem restrições quanto à interpretação dos resultados com relação ao estado nutricional das crianças, porque os dados contaram com um único indicador do estado nutricional (peso-para-idade) para crianças com menos de 10 anos de idade (IBGE, 2006b).

Observa-se no Brasil o processo que se reconhece como transição nutricional. Este processo está relacionado ao alto consumo de gorduras, gorduras saturadas, açúcares, sal e à baixa ingestão de frutas, verduras, legumes e, indiretamente, ao baixo aporte de fibras na alimentação (dieta ocidental) e a estilos de vida definidos por baixos níveis de atividade física. A este processo associa-se o aumento da prevalência da obesidade e das doenças crônicas não transmissíveis (a exemplo das cardiovasculares, diabetes mellitus e alguns tipos de câncer) e uma redução da prevalência da desnutrição (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003). A região parece apresentar menores déficits de peso.

Autores como Monteiro *et al.* (2009) reconhecem um declínio significativo na prevalência de todas as formas de desnutrição. Pode-se observar que, no caso das crianças do Brasil, a evolução observada é bastante satisfatória a ponto de ultrapassar o Objetivo do Milênio das Nações Unidas, que foi a redução da desnutrição à metade no período de 1990 a 2015.

Nos resultados apresentados para este capítulo, foi utilizada a POF realizada em 2002/2003. Destaca-se que, em relação ao novo levantamento desenvolvido em 2008/2009, no geral houve a manutenção das características gerais descritas. No decorrer desses seis

anos observou-se a manutenção do consumo excessivo de açúcar e o aumento do consumo de gorduras. Além disso, a ingestão de frutas e hortaliças continua insuficiente e abaixo das recomendações nutricionais. Ao comparar os resultados da análise do estado nutricional das POF de 2002/2003 e 2008/2009, a tendência de declínio da desnutrição infantil é confirmada. Com relação ao excesso de peso e à obesidade, em todas as idades confirma-se a tendência de aumento desses problemas. A frequência de pessoas com excesso de peso nos últimos seis anos cresceu mais de um ponto percentual ao ano, indicando que, em cerca de dez anos, o excesso de peso poderia alcançar dois terços da população de adultos do Brasil (IBGE, 2010).

3.3.3 | Segurança alimentar: indicador do bem-estar humano

A PNAD divulgou resultados sobre o perfil de segurança alimentar no Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Os domicílios foram classificados de acordo com a condição de segurança alimentar em quatro categorias: 1) segurança alimentar; 2) insegurança alimentar leve, descrita como a preocupação com relação ao acesso aos alimentos no futuro ou qualidade inadequada destes; 3) insegurança alimentar moderada, corresponde a diminuição na quantidade de alimentos entre os adultos e/ou ruptura nos padrões de alimentação resultante da falta de alimentos; e 4) insegurança alimentar grave, descrita como uma redução quantitativa de alimentos entre as crianças e/ou ruptura nos padrões de alimentação resultante da falta de alimentos (IBGE, 2006a). A segurança alimentar é definida como a garantia de que todas as pessoas tenham acesso a alimentos inócuos, nutritivos, em quantidade suficiente e de modo permanente, de forma a satisfazer suas necessidades nutricionais e preferências alimentares, a fim de levar uma vida ativa e saudável (WORLD FOOD SUMMIT, 1996); enquanto que a insegurança alimentar grave está relacionada com a fome, isto é, quando alguém fica o dia inteiro sem comer por falta de dinheiro para comprar alimentos.

Os estados da região Sudeste apresentaram proporções de 9,4% de insegurança



moderada e 4,1% de insegurança grave, sem grande disparidade entre a área urbana (4,1%) e rural (3,8%) e inferiores aos índices para o país (insegurança moderada, 12,3% e grave 6,5%). Quanto à situação dos domicílios, observou-se que a área rural apresentou proporções de segurança e insegurança alimentar grave (64,4% e 3,8%, respectivamente) ligeiramente menor que a urbana (69,9% e 4,1%, respectivamente). No estado de São Paulo, a pesquisa apontou que 75,8% dos domicílios apresentavam segurança alimentar, 13,6% insegurança leve e 7,2% moderada (IBGE, 2004).

Como em outros países, quadros de segurança ou insegurança alimentar têm forte relação com a composição da unidade domiciliar. A situação de segurança alimentar foi constatada em 80,4% dos domicílios da região Sudeste sem moradores menores de 18 anos. Entretanto, esta proporção foi menor quando foram analisados os domicílios com pelo menos um morador menor de 18 anos, resultando em 66,8% (IBGE, 2004).

Assim, em relação ao estado nutricional, os indicadores apresentados sugerem que, em geral, ocorrem elevadas proporções de indivíduos com sobrepeso e obesidade, aparecendo com menor importância o baixo peso. Mas existe uma parcela da população vivendo em situação de insegurança alimentar. Intervenções para melhorar o padrão alimentar e estado nutricional da população são necessárias.

CONCLUSÕES

O serviço de provisão de alimentos na região da RBCV se encontra ameaçado em função da forte urbanização, seja pelo seu efeito sobre o solo ou sobre a água. A expansão urbana vem afastando continuamente a área agrícola, quer por sua ação direta por meio da violência e contaminação hídrica, quer indiretamente, através do preço do trabalho e da terra. Por outro lado, a política voltada ao estímulo da agricultura familiar e urbana, a valorização pelo consumidor dos produtos locais de qualidade e a falta de oportunidades no mercado de trabalho urbano podem ser os fatores responsáveis pela expansão da ocupação de áreas agrícolas em alguns municípios da RBCV, identificada no Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

A demanda urbana por água criou o estresse hídrico, acirrando a competição e criando restrições crescentes para o uso agropecuário, o que pode levar à redução das áreas não urbanizadas onde estão os remanescentes dos recursos naturais que prestam os diversos serviços ecossistêmicos. A deterioração da qualidade das águas interiores e marítimas criam restrições crescentes para a aquicultura e pesca extrativista e agropecuária; ao mesmo tempo, exige que os produtores remanescentes se utilizem de áreas de águas puras como nascentes, braços de represa, etc, e tenham cuidados especiais com os alimentos que fornecem.

A escassez e a crescente dependência de água proveniente de outras bacias para abastecimento da RMSP estão criando duas perspectivas de enfrentamento da questão. De um lado, enfatiza-se o papel da agricultura para proteger as condições adequadas para o serviço de provisão de água através da ação identificada como multifuncionalidade do espaço rural e, de outro, os que consideram que a atividade agropecuária deve ser restringida onde existe estresse hídrico. Esta parece ser a visão hegemônica do órgão público especializado nos recursos hídricos. Restrições impostas à agricultura regional ao invés de medidas de diminuição da demanda, reuso e proteção das fontes de água devem se intensificar em cenários de crise hídrica.

Em áreas protegidas, o conflito com a população que vive em seu entorno tem demonstrado a necessidade de buscar modelos de convivência eficientes para garantir a proteção ambiental em situações de pressão demográfica intensa. Crescem os movimentos sociais e a visão da importância de desenvolver atividades sustentáveis que possam transformar a população em protetores do patrimônio natural.

Isto sugere que existe uma carência de políticas territoriais associadas às políticas agrícolas. Os Planos Diretores municipais não parecem compreender a importância da preservação das áreas rurais. Uma política metropolitana de municípios produtores e consumidores de água (prevista em legislação específica) e de alimento parece ser fundamental para preservação da capacidade do ecossistema em continuar a prover serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano. Uma política metropolitana que reconheça a importância da manutenção

do patrimônio natural e cultural que existe no rural e a importância que a rede social de agricultores tem para contribuir para sua preservação é identificada como *multifuncionalidade da agricultura*. Esta, se inicia pelo planejamento que orienta e limita a expansão urbana.

Foi visto pelo cálculo da pegada ecológica que há uma tendência crescente de sobrecarga e que o estado nutricional da população se caracteriza como de transição nutricional marcado pelo consumo excessivo de gorduras, sal, açúcar; e ingestão insuficiente de frutas, legumes e verduras, associado a baixos níveis de atividade física com consequências diretas sobre a saúde e o bem-estar humano. Com relação aos aspectos nutricionais, os indicadores de déficit de peso e de altura sugerem uma evolução mais favorável na região do que no resto do estado e país, enquanto a obesidade e o excesso de peso são mais acentuados no estado, mas declinam um pouco na RMSP e município de São Paulo. Com respeito à segurança alimentar, o estado de São Paulo apresenta índices melhores do que no país e na região sudeste. O indicador de segurança alimentar é de 75,8% com insegurança grave da ordem de 3%.

Quando a produção gerada na região foi classificada em termos dos grupos nutricionais, identificou-se a grande concentração nos produtos altamente perecíveis sugerindo a importância dada pelo consumidor ao *frescor* dos alimentos.

Por outro lado, a tecnologia utilizada na atividade agropecuária é também um vetor de alteração do ecossistema e pode vir a comprometer sua capacidade de continuar a prestar serviços ecossistêmicos. A preocupação fundamental é com a contaminação do solo e água, mas também com o uso ineficiente da água para irrigação.

Existem evidências de estratégias tecnológicas (agricultura orgânica ou agroecológica), de políticas sociais (agricultura urbana de geração de emprego e renda), urbanas (Plano

Diretor) e nutricionais (como as hortas escolares e os programas de venda direta para a merenda escolar do Governo Federal e de compra dos municipais) que já assumem certa significância e poderiam ser fortalecidas. Muitos são os municípios que têm procurado estabelecer uma política para fortalecer os agricultores de seus municípios através da mudança tecnológica e de novos locais de comercialização direta. Acima de tudo, precisa-se desenvolver uma política agrícola supra-municipal de circuito curto, voltada ao abastecimento do mercado urbano, que dialogue com a questão ambiental e estimule os agricultores a, gradativamente, adotarem as novas propostas tecnológicas que lhe sejam oferecidas através de projeto contínuo de capacitação.

O projeto estadual Guarapiranga Sustentável é um exemplo de política a ser fortalecido, embora esteja ainda circunscrito ao município de São Paulo e sujeito a mudanças de acordo com a renovação dos quadros políticos municipais. A Secretaria do Verde e Meio Ambiente do Município de São Paulo, através do Fundo Especial do Meio Ambiente (FEMA), fortalece a capilaridade das ações junto aos agricultores.

Muito ainda há para aprimorar, mas já se testou um embrião, também na política federal, que promove o produtor (agropecuário-pescador) a ser prestador de serviços ecossistêmicos de provisão de alimentos. Existem, entretanto, fortes indícios de que a tendência da política brasileira atual em todas as esferas, caminhe atualmente em sentido oposto.

Órgãos públicos, como a extinta EMPLASA, e conselhos de base territorial precisam juntar esforços para liderar ações de coordenação dos três níveis hierárquicos e a sociedade civil na busca da construção de projetos de desenvolvimento territorial, com o objetivo de preservar os ecossistemas e sua capacidade de gerar serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano.

REFERÊNCIAS



- ALESP – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (2013). **Mosaico Jureia-Itatins protege maior parte da população tradicional caiçara**. Publicação: 1.08.2013. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=336930>>. Acesso: 8 nov. 2019.
- ALLOWAY, B. J.; AYRES, D. C. (1997). **Chemical Principles of Environmental Pollution**. UK: Chapman & Hall.
- ALVES DA SILVA, M. E. P. (2008). **Pescadores e Pescarias de Pequena Escala em Comunidades Locais: O caso do Reservatório Billings (Alto Tietê, SP)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesca. São Paulo, p. 116.
- ANCONA, C. M.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P.; STEPHAN, M.; GIANESSELLA, S. M. F. (2006). Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica no estuário e baía de Santos. *In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 3, Resumos*. São Paulo, v. 1. p. 1-2.
- ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos**. Disponível em: portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxico-para.
- ARRAES, N. A. M.; CARVALHO, Y. M. C. (2015). Agricultura Urbana e Agricultura Familiar: interfaces conceituais e práticas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 45, n. 6, p: 30-44.
- ARRUDA, F. *et al.* (2006). **Observações e sugestões sobre a irrigação em alguns produtores de hortaliças na bacia do Alto Tietê. Serviço Ambiental da Agricultura: Alto Tietê – Região metropolitana de São Paulo**. NEGOWAT/APTA. Yara M. C. Carvalho (ed). p. 219-234.
- ASH, N; *et al.* (2010) **Ecosystem and human well-being: a manual for assessment practitioners**. Washington DC: Island Press.
- ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; CARNEIRO, M. H. (2007). Produção pesqueira marinha do Estado de São Paulo no Ano 2005. **Série Relatórios Técnicos**. São Paulo, n. 26, p. 1-44.
- AZEVEDO, S. M. F. O.; VASCONCELOS, V. (1998). Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a Saúde Pública. **Revista virtual de Medicina – Medicina Online**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 1998. Disponível em: <<http://letc.biof.ufrj.br/sites/default/files/1998%20Azevedo%20Toxinas.pdf>>. Acesso: 8 nov. 2019.
- BARBIERI, G. *et al.* (2000). Avaliação qualitativa da comunidade de peixes da Represa de Guarapiranga, São Paulo. **Instituto de Pesca**. São Paulo, n. 30 (único), p. 21.
- BARRELLA, W. (1997). **Alterações das comunidades de peixes nas Bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento**. Rio Claro: Instituto de Biociências, UNESP. Tese de Doutorado, p. 94.
- BATISTA FILHO, M., RISSIN, A. (2003). A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 19 (sup. 1), p. 181-191.
- BRASIL (1997). **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- BRASIL (2000). **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL (2003). **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.
- BRASIL. (2006). **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.
- BRASIL AGROECOLOGICO. **Apresentação da política nacional de Agroecologia e produção orgânica - PLANAPO**. Disponível em: [/agroecologia.gov.br/plano/apresentacao](http://agroecologia.gov.br/plano/apresentacao).
- CAMARGO FILHO, W. P. *et al.* (2006). **Banco de dados agricultura orgânica em São Paulo**. São Paulo: CATI/IEA, 2006. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/tec2-0308.pdf>. Acesso: 8 nov. 2019.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. (2008) Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 27-36.
- CARVALHO, Y.M. C. *et al.* (2005). **Perspectivas para a Agricultura da Bacia do Alto Tietê**. IEA/APTA, Disponível em: <http://negowat.cirad.fr/Docs4Web/Brazil_pdf/15_Brazil.pdf>. Acesso: 9 nov. 2019.
- CARVALHO, Y. M. C. *et al.* (2006). Agricultura: Serviço ambiental para a bacia do Alto Tietê Cabeceiras. **São Paulo em Perspectiva** (Impresso), v. 20, p. 118-135.

- CARVALHO, Y. M. C.; FRANCA, T. J. F. (2006). **A preservação dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo e a multifuncionalidade**. Porto Alegre: FAO.
- CARVALHO, Y. M. C. *et al.* (2010). Mudança tecnológica na produção agrícola de área de manancial através da criação de um selo ambiental na sub-bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras. In: José Eli da Veiga. (Org.). **Economia Socioambiental**. São Paulo: SENAC, p. 139-163.
- CARVALHO, Y. M. C. (2015). Desafios da Agricultura em Áreas Fortemente Urbanizadas: a Região do Alto Tietê-Cabeceiras. **Informações Econômicas, SP**, v. 45, n. 6. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2015/tec4-1215.pdf>. Acesso: 9 nov. 2019.
- CASTRO P. G. *et al.* (2006). Perspectivas da atividade de pesqueiros no Alto Tietê: Contribuição à gestão de usos múltiplos da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1-14.
- CBAT – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ (2002). **Plano de Bacia do Alto Tietê. Relatório Final**. São Paulo, FUSP/CBAT.
- CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (2014). **Panorama Social da América Latina**, Síntese, LC/L.3954, Santiago do Chile.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (1981). **Metais pesados na baía de Santos e estuários de Santos e São Vicente**. Relatório Técnico, 1981.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2001) **Sistema Estuarino de Santos e São Vicente**. Relatório Técnico, 2001.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO; SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2011). **Monitoramento Integrado – Bacias do Alto e Médio Tietê: Avaliação da Qualidade da Água - Água, Sedimento e Peixes**. São Paulo, Relatório.
- CF – CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF.
- CIRCUITO DAS FRUTAS (2019). **Turismo rural: Circuito das Frutas**. Disponível em: <https://www.circuitodasfrutas.com.br/municipios>. Acesso: 8 nov. 2019.
- COBRAPE – COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTO (2009). **Agricultura irrigada: Relatório (2009)**. Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macro-metrópole Paulista. São Paulo: DAEE, SSA, SEP e SMA, Power Point.
- CPISP – COMISSÃO PRÓ-ÍNDIO DE SÃO PAULO (2019). **Terras indígenas**. Disponível em: <http://cpisp.org.br/>. Acesso: 9 nov. 2019.
- CPT – CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS (2019). **Restaurante self-service oferece rapidez e qualidade no mundo moderno**. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-pequenas-empresas-comomontar/artigos/restaurante-self-service-oferece-rapidez-qualidade-mundo-moderno>. Acesso 8 nov. 2019.
- DIADEMA (2019). **Agricultura urbana**. Disponível em: <http://www.diadema.sp.gov.br/sesa-agricultura-urbana>. Acesso em 8 nov. 2019.
- EBC – EMPRESA BRASILEIRA DE COMUNICAÇÃO (2019). Agência Brasil. **Plataforma Petrobrás começa a operar este ano no pré-sal de Santos**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-09/plataforma-da-petrobras-comeca-operar-este-ano-no-pre-sal-de-santos>. Acesso em 19 set. 2019.
- EMBU DAS ARTES (2019). **Conheça o Programa: Programa Municipal de Agricultura Sustentável de Embu das Artes**. [publicação s/d]. Disponível em: <http://cidadeembudasartes.sp.gov.br/embu/portal/secretaria/ver/417>. Acesso 8: nov. 2019.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2010). **Food Balance Sheet, FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 03/10/2010.
- FERREIRA, S.E (2006). Caracterização do Sistema Agrário da região da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Balainho, pertencente a sub-bacia Hidrográfica Alto Tietê Cabeceiras, Município de Suzano. In: **Serviço Ambiental da Agricultura: Alto Tietê – Região metropolitana de São Paulo**. Relatórios NEGOWAT/APTA. Yara M. C. Carvalho (ed), p. 3-43, 2006.
- FERREIRA, P. T. A.; RAIMUNDO, S. (2016). Conflitos e possibilidades para um desenvolvimento do turismo de base comunitária na Vila de Barra do Una em Peruíbe (SP). **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 150-167.
- GADDA, T. M. C. Understanding the Changing Appropriation of Natural Resources by Cities: A Case Study of Seafood Consumption in Tokyo from 1953 to 2003 (2006). In: **Graduate School of Science and Technology**. Chiba University.
- GADDA, T.; MARCOTULLIO, P. J. (2007) Seafood Consumption Patterns. **UNU-IAS Working Paper** nº 145.



- GADDA, T. (2012). When Vegetable Consumption is not a Silver Bullet. Seção de pôster apresentado em: **Planet Under Pressure**, 26-27 março, Londres, Reino Unido.
- GEBARA, A. (2000). Resíduos químicos em frutas. In: **III Reunião itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico**. Mogi das Cruzes: Instituto Biológico, p. 28-34.
- GEBARA, A. B; CISCATO, C. H. P.; MONTEIRO, S.H. (2008). Pesticide residues evaluation in fruit samples commercialized in São Paulo city, Brazil, 2002-2005. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 21, n. 2, p. 87-92, 2008. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.625.6984&rep=rep1&type=pdf>. Acesso: 08 nov. 2019.
- GIAMAS, M. T. D. *et al.* (2004). A ictiofauna da Represa de Ponte Nova, Salesópolis (São Paulo), Bacia do Alto Tietê. B. São Paulo: **Inst. Pesca**, v. 30, n. 1, p. 25-34.
- GUARULHOS (2008). **Lei 6.426, de 1 de outubro de 2008**. Cria o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana – PROAURP no Município de Guarulhos e define suas diretrizes.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1971). **Censo Agropecuário de 1970**. Rio de Janeiro.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). **Censo Agropecuário de 1996**. Rio de Janeiro.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2004). **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2002/2003**. Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do Estado Nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2006a). **Pesquisa Nacional de Mostra de Domicílios (PNAD): Segurança Alimentar 2004**. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2006b). **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2002/2003: Medidas antropométricas de crianças e adolescentes**. Comunicação social. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2009). **Censo Agropecuário de 2006**. Rio de Janeiro.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2008/2009: Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017). **Censo Agropecuário de 2017 Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados**. (Banco de Dados. Todos os Municípios - SP). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>. Acesso: 25 nov. 2019.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2018). **Cidades@**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso 8 nov. 2019.
- KAMIYAMA, A. (2019). **Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica – PEAPO: Lei 16.684 de 19 de março de 2019** (Palestra – Apresentação em Powerpoint). Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/palestras/peapo.pdf>. Acesso 9 nov. 2019
- KOOKANA, R. S.; CORRELL, R. L.; MILLER, R. B. (2005). Pesticide impact rating index – a pesticide risk indicator for water quality. **Water, Air, and Soil Pollution**. Focus, v. 5, n. 1-2, p. 45–65.
- LAMBERT, J. (1959). **Os dois brasis**. Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais, Rio de Janeiro.
- LAMARCHE, H. (1993). **Agricultura familiar: uma realidade multiforme**, v. 1, coord. Hugues Lamarche, SP: Editora UNICAMP, Campinas.
- LEVY-COSTA, R. B. *et al.* (2005). Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. 530-540.
- LUCHINI, L.; VIEIRA, E. (2009). **Resíduos de agrotóxicos em água e sedimento**. Relatório Projeto AGROAGUA – FAPESP. São Paulo: FAPESP, 2009. (mimeo)
- MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T. (2002). Agricultura urbana. **Documentos 48**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/565842/1/doc48.pdf>. Acesso: 9 nov. 2019
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (2010). **Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 23 de fevereiro de 2010**, culturas com suporte fitossanitário insuficiente [revogada].
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (2014). **Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 16 de**

junho de 2014, culturas com suporte fitossanitário insuficiente.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2019). **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos** (2019). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-organicos/copy_of_CNPO_MAPA_30_11_2019.xlsx>. Acesso: 9 nov. 2019.

MARUYAMA, L. S. (2007). **A pesca artesanal no Médio e Baixo Rio Tietê (São Paulo, Brasil): Aspectos estruturais, sócio-econômicos e de produção pesqueira**. São Paulo: Instituto de Pesca/APTA/SAA-SP. Dissertação de Mestrado.

MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. (1994). **Guildas, organização e estrutura da comunidade: análise da avifauna da Represa Billings, São Paulo**. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, p. 174.

MCELDOWNEY, S.; HARDMAN, D. J.; WAITE, S. (1993). **Pollution: Ecology and Biotreatment**. Malaysia: Addison Wesley Longman.

MDS – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL. **Portaria nº 467, de 7 de fevereiro de 2018**. Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana.

MENEZES, F. (2010). Pobreza e Desigualdade: Avanços e Desafios. In: Políticas sociais para o desenvolvimento: superar a pobreza e promover a inclusão; **Simpósio Internacional sobre Desenvolvimento Social**. Org: Maria Francisca Pinheiro Coelho, Luziele Maria de Souza Tapajós e Monica Rodrigues. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, UNESCO, p. 155-169.

MINGIONE, E. (Org.). (1999). **Urban Poverty and the Underclass**. New York: Blackwell.

MINTE-VERA, C. V. (1997). **A pesca artesanal no reservatório Billings (São Paulo)**. Campinas: Instituto de Biologia, UNICAMP. Dissertação de Mestrado, p. 86.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2019). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso: 7 nov. 2019.

MONFREDA, C.; WACKERNAGEL, M.; DEUMLING, D. (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. **Land Use Policy**, v. 21, n. 3, p. 231-246.

MONTEIRO, C. A. *et al.* (2009). Causas do declínio da desnutrição no Brasil, 1996-2007. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 1, p. 35-43.

MORAES J. F. L.; CARVALHO, J.P. (2006). Caracterização e evolução do uso das terras na sub-bacia hidrográfica Tietê-Cabeceiras. In: **Serviço Ambiental da Agricultura: Alto Tietê – Região metropolitana de São Paulo. Artigos NEGOWAT/APTA**. Yara M. C. Carvalho (ed), p. 25-36.

MOUGEOT, L. J. A. (2000). Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks. In: ZEEUW, H. *et al.* (Eds.). **Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda**. Alemanha: DSE, p. 1-42.

MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE (2006). Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília, DF. **Série A. Normas e manuais técnicos**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2008.pdf>. Acesso: 8 nov. 2019.

O ECO (2009). **Da horta urbana para o prato**. Disponível em: < <https://www.oeco.com.br/reportagens/20834-da-horta-urbana-para-o-prato/>>. Acesso: 8 nov. 2019.

OSASCO AGORA (2010). **Projeto de agricultura urbana de Osasco participa de evento internacional no Rio de Janeiro**. Disponível em: <<https://www.osascoagora.com.br/projeto-de-agricultura-urbana-de-osasco-participa-de-evento-internacional-no-rio-de-janeiro/>>. Data de publicação: 24.03.2010. Acesso: 8 nov. 2019.

OSASCO (2019). **Projeto Agricultura Urbana de Osasco oferece produtos diferenciados e preços convidativos**. Disponível em: <<http://www.osasco.sp.gov.br/noticias/projeto-agricultura-urbana-de-osasco-oferece-produtos-diferenciados-e-precos-convidativos>>. Publicada em: 18.03.2019. Acesso: 8 nov. 2019.

OTANI, M. N. (2010). **Estratégias de reprodução social em áreas periurbanas: os produtores de vinho artesanal comercial em Jundiá**. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas. Dissertação de Mestrado. Campinas.

OTANI, M. N.; FREDO, C. E.; RAMOS, R. C. (2012). **Circuito das Frutas Paulista: caracterização socioeconômica**. Informações Econômicas, v. 42, n. 3.

PANZUTTI, N. P. (2003). **Impactos socioambientais na Estação Ecológica Juréia-Itatins, Estado de São Paulo**. Agricultura em São Paulo, v. 50, n. 1, p. 73-92.

PANZUTTI, N. P. (2002). **Agricultura Familiar em Itinguçu – Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo**. São Paulo: Humanitas/CERU, n9, p. 11-27.



- PASTERNAK, S. (2011). **O Estado de São Paulo no Censo 2010**. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia.
- PINO, F. A. *et al.* (1997). **Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA/CATI/SAA, v. 4, 1997.
- PINTO, L. P. S. *et al.* (2006). Mata Atlântica Brasileira: os desafios para a conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. (Org). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa, p. 91-118.
- PIRES, R. C. M. *et al.* (2000). **Manejo da irrigação em hortaliças**. Horticultura Brasileira. Brasília, v. 18, p. 147-158.
- REES, W. E. (2002). Globalization and sustainability: conflict or convergence? **Bulletin of Science, Technology and Society**, v. 22, n. 4, p. 249-268.
- REES, W.; WACKERNAGEL, M. (1996). Urban ecology footprints: why cities cannot be sustainable - and why they a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*. **Springer US**, p. 223-248, 1996.
- REES W. E. (1992). Ecological Footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. **Environmentand Urbanization**. **Nottingham**, v.4, p. 121-130.
- ROCHA, A. A. (1984). **A ecologia e os aspectos sanitários e a saúde pública da Represa Billings. Uma contribuição a sua recuperação**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Tese de Livre Docência, p. 166.
- RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M.; BARRADAS; A. M. F. (2020). **Um cinturão de vida ao redor de São Paulo**. In: RODRIGUES, E. A., *et al.* *Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na RBCV*. Instituto Florestal: São Paulo.
- RUAF FOUNDATION (2019). **Revista de Agricultura Urbana**. Disponível em: <<https://www.ruaf.org/revista-de-agricultura-urbana>>. Acesso: 28 nov. 2019.
- SAA – SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (2008). Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo – LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA. 2008. Disponível em: <www.cati.sp.gov.br/projetolupa/>. Acesso em: 29/05/09 e 20/09/2009.
- SAES, L. A. (2001). Bananicultura no Vale do Ribeira. In: **Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura**. Jaboticabal: Funep, p. 1-17.
- SANTANDREU, A.; LOVO, I. C. (2007). **Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção: identificação e caracterização de iniciativas de AUP em regiões metropolitanas brasileiras**. Belo Horizonte: FAO/MDS.
- SANTOS, M. (1996). **Por uma Geografia Nova**. Hucitec, São Paulo.
- SÃO BERNARDO DO CAMPO (2017). **Prefeitura de São Bernardo inaugura Horta Urbana na Vila Vivaldi**. Disponível em: <http://www.saobernardo.sp.gov.br/home/-/asset_publisher/YVwa-H6UqAMbt/content/prefeitura-de-sao-bernardo-inaugura-horta-urbana-na-vila-vivaldi/maximize_d?inheritRedirect=false>. Acesso: 8 nov. 2019.
- SÃO PAULO (Estado) (1991). **Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- SÃO PAULO (Estado) (1998). **Lei nº 10.019, de 3 de julho de 1998**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1998_Lei_Est_10019.pdf>. Acesso 10 fev. 2010.
- SÃO PAULO (Estado) (2006a). **Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006**. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga.
- SÃO PAULO (Estado) (2006b). **Decreto nº 51.686, de 16 de janeiro de 2006**. Regulamenta dispositivos da Lei Estadual nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006 – Lei Específica Guarapiranga, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga – APRM-G.
- SÃO PAULO (Estado) (2008). **Decreto nº 53.526, de 8 de outubro de 2008**. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas.
- SÃO PAULO (Estado). (2013a). **Decreto nº 58.996, de 25 de março de 2013**. Instituiu o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor da Baixada Santista e dá providências correlatas.
- SÃO PAULO (Estado). (2013b). **Lei nº 14.982, de 8 de abril de 2013**. Altera os limites da Estação Ecológica da Jureia-Itatins, na forma que específica, e dá outras providências.
- SÃO PAULO (Estado). (2018). **Lei nº 16.685, de 19 de março de 2018**. Institui a Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica – PEAPO, e dá outras providências.
- SÃO PAULO (Município) (2004). **Lei nº 13.727, de 12 de janeiro de 2004**. Cria o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana no município de São Paulo e define suas diretrizes.

- SEAE – SOCIEDADE ECOLÓGICA AMIGOS DE EMBU (2015). **Colhendo Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://seaembu.org/seae/colhendo-sustentabilidade/>>. Acesso: 8 nov. 2019.
- SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (1999). **Análise de Negócios: Restaurante Self-Service**. 1999.
- SEMINÁRIO GUARAPIRANGA (2006). **Proposição de ações prioritárias para garantir água de boa qualidade para abastecimento público** [organizadoras Marussia Whately e Pilar Cunha]. São Paulo: Instituto Socioambiental.
- SENDACZ, S. *et al.* (2005) Sistema em Cascata: Concentrações e cargas de nutrientes no sistema produtor Alto Tietê, São Paulo. *In: Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas de manejo*. RIMA, São Carlos.
- SHS Consultoria e projetos de Engenharia (2007). **Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório**.
- SILVA, R.T. (2008). Total urban water management in São Paulo, Brasil: a case of on going experiences on applied research and public policy. Tempe, Arizona, Arizona State University, UGEC View points/N 1. **Boletim Técnico**. Disponível em: <<https://d3dqsm2futmewz.cloudfront.net/docs/ugec/viewpoints/ugec-viewpoints-1.pdf>>. Acesso: 9 nov. 2019.
- SILVEIRA, M. A. T. da. (2001). Política de turismo: oportunidades ao desenvolvimento local. *In: RODRIGUES, A. B. (Org.). Turismo rural: práticas e perspectivas*. São Paulo: Contexto. (Coleção Turismo Contexto).
- SIQUEIRA, G. W.; BRAGA, E. S. (2001). Estudo dos teores de Hg na fração fina do sedimento: uma visão ambiental com aplicação de normalizantes geoquímicos para as regiões estuarina de Santos/São Vicente e baía de Santos. *In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica & I Simpósio de Geoquímico do Mercosul*, Curitiba/PR. Cd-Room.
- SOUZA, J. L.; PEREIRA, V. A.; PREZOTTI, L. C. (2010). Monitoramento da fertilidade de solos no cultivo orgânico de hortaliças durante 20 anos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. S2803-2810.
- TORRES, H. da G.; MARQUES, E. (2004). Políticas Sociais e Território: Uma Abordagem Metropolitana. **São Paulo em Perspectiva**, v. 18, n. 4, p. 28-38.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (1999). Limnologia de águas interiores. Impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. *In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (eds). Águas Doces no Brasil*. Capital Ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, p. 195-223.
- TUR.SP - Companhia Paulista de Eventos e Turismo S/A; (2019). **Banco de Imagens do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://bancodeimagens.expressaostudio.com.br/bncTur/>>. Acesso: 11 nov. 2019.
- UENO, L. H. (1985). **O Deslocamento do Cinturão Verde de São Paulo no Período de 1973 a 1980**. Piracicaba: ESALQ-USP. Dissertação de Mestrado, p. 193.
- UENO, L. H. (1989). Estudo sobre alterações na localização do Cinturão Verde de São Paulo, no Período 1979-84. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 97-145.
- URB-AL – PROJETO POLÍTICAS E AÇÕES MUNICIPAIS DE SEGURANÇA ALIMENTAR. **Meio Ambiente e Produção de Alimentos: São Bernardo do Campo (dados de 2004)**. Disponível em: <http://www.urbal.piracicaba.sp.gov.br/Espanhol/levantamentodea%E7%F5es/questionariodiscursivo/questionario_saobernardo.htm>. Acesso: 8 nov. 2019.
- VAN DEN BERGH J. C. J. M.; VERBRUGGEN H. (1999). Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint". **Ecological Economics**, v. 29, n. 1, p. 61-72.
- VAN VUUREN D. P.; SMEETSE. M. W. (2000). Ecological Footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands. **Ecological Economics**, v. 34, n. 1, p.115-130.
- VIANA, M.M.; SABIO, R.P. (2009). Food Service: Quem come fora, come mais hortifrutis. **Hortifrutí Brasil**, Ano 7, n. 78, abri-2009, p. 6-13, CEPEA – ESALQ/USP. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/food-service-quem-como-fora-come-mais-hortifrutis.aspx>>. Acesso: 8 nov. 2019.
- VERDI, A. R. *et al.* (2007). Revitalização da Cadeia Vitivinícola Paulista. Instituto de Economia Agrícola. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 2, n. 1.
- VICENTE, M. C. M. *et al.* (2004). **Uso do solo rural e indicadores sócio econômico nas sub-bacias de Tietê Cabeceiras e Guarapiranga**. *In: Negowat Project Report*.
- VICTOR *et al.* (2011). Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la ciudad de São Paulo: Revisión del proceso de zonificación - Fase II / 2018. *In: Programa de Cooperación Sur-Sur. Documentos de trabajo* n. 40, UNESCO, Paris, Francia.
- VOLLET, D. (2002). Les Chalreis de la multifonctionnalité. Multifonctionnalité et territoires: justifications et modalités de la territorialisation des politiques publiques. **Dispositif Intra-Cemagref-Cirad. Les Cahiers de la multifonctionnalité**.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. (1996). **Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth**. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

WADA Y. (1999). **The Myth of "Sustainable Development": The Ecological Footprint of Japanese Consumption**. PhD Dissertation Vancouver BC, The University of British Columbia, School of Community and Regional Planning.

WARREN-RHODES K.; KOENIG A. (2001). Ecosystem appropriation by Hong Kong and its implications for sustainable development. **Ecological Economics**, Elsevier, v. 39, n. 3, p. 347-359.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION.(2003). Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. **Report of joint WHO/FAO expert consultation**. Geneva.

WINTER, E. J. (1984). **A água, o solo e a planta: aproveitando os recursos naturais de água para a horticultura**. 2 ed. São Paulo: Nobel.

WORLD FOOD SUMMIT. (1996) **Rome Declaration on World Food Security**.

YOKOO, E. M. *et al.* (2008). Proposta metodológica para o módulo de consumo alimentar pessoal na pesquisa brasileira de orçamentos familiares. **Revista de Nutrição**, v. 21, n.6, p. 767-776.



GLOSSÁRIO

A

Abióticas | Denominam-se fatores abióticos todas as influências que os seres vivos possam receber em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos, como a luz, o vento e etc.

Ações antrópicas | Ações relativas à humanidade, à sociedade humana, à ação do homem.

Agricultura familiar | Corresponde a uma unidade de produção agrícola onde a propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família. A decisão de investir está fundamentalmente baseada no bem-estar da família (LAMARCHE, 1993). Um possível indicador para sua classificação estatística relaciona maior número de horas de trabalho da família em relação à contratada.

Agricultura orgânica | Na agricultura orgânica não é permitido o uso de substâncias que coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente. Não são utilizados fertilizantes sintéticos solúveis, agrotóxicos e transgênicos.

Agricultura urbana | Pode ser definida como o cultivo e a criação animal dentro e ao redor das cidades. O aspecto mais importante que distingue a agricultura urbana em relação à rural, é que é integrada ao sistema ecológico e econômico da cidade (RUAUF, 2019).

Agroecologia | A Agroecologia se institui pela incorporação de uma dimensão ecológica à produção agropecuária e se estabelece pela contraposição aos princípios da agricultura moderna.

Atividade primária | O setor primário está relacionado a produção através da exploração direta e recursos da natureza. Inclui a agricultura, a pesca, pecuária e a mineração.

Atazoxistrobina | Fungicida de amplo espectrum usado contra fungos em frutas e verduras.

B

Biocapacidade | O suprimento ecológico, ou a biocapacidade da área terrestre, é igual à produção máxima de um recurso renovável por unidade de área. Uma maneira de medir a biocapacidade é através da produção primária (PP) da unidade espacial, ou a quantidade de biomassa por unidade de área.

Biomassa | É o peso total de todos os organismos vivos de uma ou várias comunidades, por uma unidade de área.

Bióticos | Denominam-se fatores bióticos todos os efeitos causados pelos organismos em um ecossistema que condicionam as populações que os formam.

Bioturbação | É revolvimento ou agitação do sedimento, sendo causado por seres vivos.

C

Carbofenotiona | Acaricida não sistêmico com ação residual.

Carbono inorgânico | A principal forma inorgânica do carbono é o gás carbônico ou CO₂. Suas origens no meio aquático são: atmosfera, chuva, água subterrânea, decomposição e respiração de organismos.

Cialotrina lambda | Inseticida concentrado e emulsionável, indicado para o combate de moscas, formigas, borrachudos, mosquitos, baratas, cupins, aranhas, escorpiões, percevejos, pulgas e carrapatos.

Cianobactérias | São bactérias que obtêm energia através da fotossíntese, conhecidas popularmente como algas-azuis.

Cipermetrina | É uma substância do grupo dos piretróides (substâncias sintéticas derivadas da piretrina natural) e possui classificação toxicológica nível II (altamente tóxico). É fotoestável, não

se degradando com a luz solar. Como muitos piretróides é um inseticida e acaricida de ação muito ampla.

Clorpirifós | É um inseticida cristalino da classe dos organofosforados que inibe a transmissão dos receptores do sistema nervoso. É utilizado para controlar vários tipos de insetos praga e é conhecido por vários nomes de marca registrada. O Clorpirifós é moderadamente tóxico e já foi atribuído ao uso deste químico efeitos neurológicos, atrasos e problemas no desenvolvimento de crianças, assim como problemas no sistema auto-imune. Em 2001 nos EUA a empresa DOW voluntariamente abdicou da licença para uso doméstico, pois assim reduziria o risco de crianças serem expostas ao inseticida.

Clorotalonil | É um composto orgânico usado principalmente como um fungicida não sistêmico de largo espectro.

Coefficiente de exportação de cargas poluentes | São indicadores obtidos através de modelos como o de correlação de uso do solo/qualidade da água (MQUAL) desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo para a bacia do Guarapiranga.

Conservação | Acordo entre diferentes atores, por exemplo, governo e parceiros sociais (sindicato, associações profissionais ou de moradores, etc) para identificação de propostas que possam promover objetivos comuns.

Cromatografia gasosa | É uma técnica para separação e análise da mistura de substâncias voláteis e tem como objetivo a identificação de substâncias, a separação e a purificação de misturas usando propriedades como solubilidade, tamanho e massa. Acontece pela passagem de duas fases: uma estacionária (fixa) e outra móvel. A amostra é vaporizada e introduzida em um fluxo de gás adequado denominado de fase móvel ou gás de arraste. Este fluxo de gás com a amostra vaporizada passa por um tubo contendo a fase estacionária onde ocorre a separação da mistura.

Cultivo mínimo | É um sistema de cultivo situado entre o sistema convencional e o plantio direto. O uso de máquinas é mínimo para garantir o menor revolvimento do solo.

Curva de nível | Na agricultura, curva de nível é um procedimento de cultivo, baseando-se nas frações altimétricas do território em questão. As curvas auxiliam na retenção dos componentes solúveis do solo, possibilitando o aumento da produção. A água das chuvas, ao se deparar com as frestas e as plantas, não escoar e penetra no solo, deixando-o molhado e impedindo a lixiviação e a erosão.

D

Daphnias sp. | Pequeno crustáceo de água doce que se alimenta de algas e é o alimento preferido de várias espécies de peixes. O nome vulgar, “pulga de água”, resulta do seu tipo de locomoção, em pequenos saltos, provocado pelo movimento do segundo par de antenas. É muito utilizada em testes toxicológicos para avaliação dos efeitos de agentes químicos de efluentes urbanos e industriais.

Defeso | É a época em que a pesca fica proibida ou controlada, normalmente vinculada a época de reprodução ou desova.

Dicrotofós | É um organofosfato usado como inseticida.

E

Ecotoxicológicos | Resultado de testes de toxicidade com organismos, também chamados de bioensaios. São testes feitos em laboratório que determinam o grau e efeito biológico de uma substância desconhecida ou de uma substância teste (como drogas, hormônios, químicos, etc) sobre indivíduos, populações e comunidades de organismos.

Eutrofização | É um processo normalmente de origem antrópica (provocado pelo homem), ou raramente de ordem natural, tendo como princípio básico a gradativa concentração de matéria orgânica acumulada nos ambientes aquáticos.

F

Fatores bióticos | São fatores/efeitos causados por seres vivos dentro de um determinado ecossistema.

Fatores abióticos | São fatores/efeitos que não são causados por seres vivos podendo ter origem no meio físico, químico ou físico-químico.

Fatores de equivalência | O fator de equivalência (Feq) é um número utilizado para realizar a conversão da massa do sal ou éster para a massa da base ou do fármaco hidratado para o anidro. A conversão é uma forma de compensação, uma vez que as substâncias apresentam pesos moleculares diferentes.

Florações de microalgas | As microalgas são importantes constituintes da base da cadeia alimentar de ambientes aquáticos. No entanto, em situações específicas como no caso de uma floração nociva (maré vermelha), as microalgas podem ter efeitos deletérios que afetam atividades como navegação, pesca, maricultura, recreação, qualidade de águas e saúde pública, assim



como a própria biota aquática. Há um aumento crescente da incidência e duração de florações nocivas, em escala global.

Fosalona | Ingrediente ativo do grupo dos organofosforados. É inseticida e acaricida.

G

Glifosato | Herbicida sistêmico não seletivo (mata qualquer tipo de planta) desenvolvido para matar ervas, principalmente perenes. É o ingrediente principal do Roundup, utilizado em produtos geneticamente modificados.

Glufusinato | Ingrediente ativo derivado de aminoácido. Herbicida e controlador do crescimento.

I

Ictiofauna | É o conjunto das espécies de peixes que existem em uma determinada região biogeográfica. Pode referir-se, por exemplo, à ictiofauna da Represa Billings.

Isobata | É uma linha imaginária que une pontos do mar com a mesma

L

Lótico (ecossistema) | É aquele cuja a água é corrente, como por exemplo, rios, nascentes, ribeiras, e riachos. Esse ecossistema tem como características o movimento, o contato água e terra e o teor de oxigênio propício a organismos aquáticos.

Lêntico (ecossistema) | É aquele ambiente onde a água é parada na maior parte do tempo, que não correm ou fluem. Compreende todas as águas interiores, como os lagos, lagoas e pântanos.

M

Macronutriente | São nutrientes necessários ao organismo em grandes quantidades, como os carboidratos, proteínas e gorduras. Constituem a maior parte na dieta e fornecem energia e componentes fundamentais para o crescimento e manutenção do corpo.

Mal de Sigatoka | Doença causada pelos fungos *Mycosphaerella musicola* ou *Pseudocercospora musae*.

Método de espera | Consiste na utilização de redes de emalhar, que são armadas nos locais de pesca, onde ficam a “espera” dos peixes, que ficam presos em sua malha. Como as redes ficam estáticas nos locais durante este tempo, o método é considerado como um método passivo de pesca.

Metamidofós | Proibido no Brasil desde 30/06/2012 por prejudicar o desenvolvimento embriofetal. É tóxico para o sistema endócrino e reprodutor.

Mineralização | É o processo onde uma substância orgânica é convertida em uma inorgânica.

Minorcrops | Culturas de suporte fitossanitário insuficiente para as quais prevalece a falta ou número insuficiente de agroquímicos registrados para o manejo e controle de pragas e doenças.

O

Organismos aquáticos-alvo | Qualquer espécie ou subespécie de um organismo aquático suscetível de ser prejudicial ao ambiente aquático que é objeto de introdução ou translocação, com exclusão dos organismos patogênicos.

Organoclorados | Os inseticidas subdividem-se em três amplos grupos, que são os organoclorados, os organofosforados e carbamatos e as piretrinas. Os organoclorados são os agrotóxicos que persistem por mais tempo no ambiente, chegando a permanecer por um período de 30 anos. A absorção desse agente se dá pela mucosa oral, respiratória e pele, alcançando o sistema nervoso central e periférico. Estes são responsáveis por causar câncer e, por esse motivo, seu uso foi eliminado em diversos países.

Organofosforados e carbamatos | São inseticidas amplamente utilizados na atualidade e também apresenta absorção pela via oral, respiratória e dérmica.

Outorga da água | A Política Nacional de Recursos Hídricos define seis instrumentos de política, entre eles a outorga que é um ato administrativo, de autorização ou concessão do Poder Público a um interessado a fazer uso da água por determinado tempo, finalidade e condição.

P

Pecuária extensiva | Criação de gado usando tecnologias que permitam o aumento da produtividade como a manipulação genética e a inseminação artificial.

Pegada ecológica | O conceito de Pegada Ecológica traduz-se como a área de terra ou água que seria necessária para dar suporte a uma população humana definida e seu padrão de consumo e absorção de resíduos indefinidamente (WACKER-NAGEL; REES, 1996).

Perfil antropométrico-nutricional | As técnicas da antropometria (estudo das dimensões e

das partes do corpo humano) podem ser utilizadas como ferramenta para avaliar o estado nutricional de um indivíduo. A antropometria nutricional, portanto, é um indicador direto do estado nutricional obtido através da verificação do peso, estatura, as pregas cutâneas e as circunferências, por exemplo.

Pesca da batida | Pesca direcionada à captura de tilápias. Consiste na utilização de redes de emalhar que são armadas próximas às margens do rio ou represa, formando um cerco. Dentro deste cerco o pescador embarcado, com o auxílio de um soquete bate na água espantando os peixes que vão de encontro com a rede armada. É considerado um método ativo, devido a intervenção da batida na captura.

Petrechos de pesca | São equipamentos utilizados para a captura de peixes ou para a catação de crustáceos, ostras e mexilhões.

Plantas exóticas | São as que não são encontradas na flora original local.

Princípio ativo | Ou fármaco é a molécula de uma planta responsável pelo efeito terapêutico.

R

Rede de emalhar | Apetrecho de pesca composta de uma rede com bóias na parte superior e chumbadas na parte inferior da rede, permitindo que a rede se mantenha esticada verticalmente na

água. O tamanho das malhas pode variar dependo da espécie ou do tamanho do peixe a ser capturado.

S

Sobre-exploração | Ou sobre-exploração ou sobre carga. É quando uma ou mais espécies são capturadas ou retiradas de seu habitat em quantidade maior que a sua capacidade de suporte, comprometendo esse recurso para as gerações futuras.

T

Terraceamento | É uma técnica agrícola de conservação do solo, usado para controlar a erosão hídrica e a formação de sulcos, em terrenos muito inclinados. Consiste na criação de terraços nivelados construídos para parcelar o declive.

Trade off | Ocorre quando a extração ou uso de um serviço ecossistêmico tem impacto em outro. Este impacto pode ser positivo ou negativo (ASH, 2010).

Trofia | Sufixo nominal de origem grega, que exprime a ideia de desenvolvimento, nutrição.

V

Vermifugação | É o tratamento para eliminar os vermes, parasitos internos, que prejudicam o crescimento e o desenvolvimento dos animais hospedeiros.

PARTE 1

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO



1.2 RECURSOS FLORESTAIS MADEIREIROS E DERIVADOS

Coordenadores

Francisco José do Nascimento Kronka | IF/SIMA

Edgar Fernando de Luca | IF/SIMA

Autores

Francisco José do Nascimento Kronka | IF/SIMA

Edgar Fernando de Luca | IF/SIMA

Ciro Koiti Matsukuma | IF/SIMA

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima | IF/SIMA

Luis Alberto Bucci | IF/SIMA

Marina Mitsue Kanashiro | IF/SIMA

Reinaldo Herrero Ponce | FF/SIMA

Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor | FF/SIMA

Foto de abertura do capítulo:
Colheita de madeira de
reflorestamento.
Fonte: Acervo IF (2005).



SUMÁRIO



Resumo.....	107
1 Introdução.....	108
2 O serviço de provisão de recursos florestais – as florestas no mundo e o setor florestal no Brasil	108
3 A estrutura fundiária e as florestas plantadas na RBCV.....	110
4 Produtos madeireiros e derivados produzidos no território da RBCV.....	114
5 Valoração dos produtos madeireiros e derivados produzidos na RBCV.....	117
6 Serviços ecossistêmicos em florestas plantadas e sua relação com a RBCV	119
Conclusões.....	125
Referências.....	125
Glossário	127

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Distribuição da superfície mundial de florestas nativas e plantadas (plantação e outras florestas).
- Figura 2** Proporção de espécies exóticas e nativas nas plantações florestais, por região, em 2020.
- Figura 3** A cadeia produtiva do setor florestal brasileiro.
- Figura 4** Distribuição de florestas plantadas com os gêneros *Eucalyptus* spp e *Pinus* no território da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – RBCV.
- Figura 5** Produção florestal (2008-2017): carvão vegetal (milhar ton) RBCV e estado de São Paulo (**A**); lenha (milhão m³) RBCV e estado de São Paulo (**B**); madeira em tora (milhão m³), para celulose e outras finalidades, RBCV e estado de São Paulo (**C**). Utilização de *Eucalyptus*, *Pinus* e outras espécies (2013-2017): carvão vegetal (milhar ton) RBCV e estado de São Paulo (**D**); lenha e madeira em tora (milhão m³) RBCV (**E**) e estado de São Paulo (**F**).
- Figura 6** Grau relativo de fornecimento de serviços ecossistêmicos de florestas nativas, seminaturais, plantadas e árvores isoladas.
- Figura 7** Transformação urbana em Cajamar: Reflorestamentos (2003) cedem lugar para centros de distribuição (2020).
- Figura 8** Prováveis consequências sobre o bem-estar humano dos serviços ecossistêmicos afetados pela crise hídrica.

QUADRO

- Quadro 1** Crise hídrica e produção florestal na RBCV

TABELAS

- Tabela 1** Tamanho, quantidade de propriedades rurais e total de suas ocupações (ha) no Brasil, no estado de São Paulo e no território da RBCV.
- Tabela 2** Área (ha) ocupada por *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp nos municípios que compõem a RBCV, em suas respectivas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Tabela 3** Produção e valor agregado de carvão, lenha e madeira em tora no território da RBCV (média do decênio 2008-2017).
- Tabela 4** Serviços ecossistêmicos de florestas plantadas: beneficiários, escala de provisão, unidades de medida dos benefícios e comparação de serviços ecossistêmicos de florestas intensivamente manejadas com outros ecossistemas nativos e modificados.
- Tabela 5** Impactos do período de estiagem 2013-2015 na produção madeireira, vulnerabilidade a incêndios e a pragas/doenças e impacto econômico em quatro grandes empresas florestais com plantios nas bacias de abastecimento da cidade de São Paulo e vizinhanças.

SIGLAS

CBH Comitê de Bacia Hidrográfica

ha hectare

IBÁ Indústria Brasileira de Árvores

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FAO *Food and Agriculture Organization of the United Nations* | Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação

PIB Produto Interno Bruto

RMSP Região Metropolitana de São Paulo

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

SNIF Sistema Nacional de Informações Florestais

UGRHI Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

WWF *World Wide Fund for Nature*



RESUMO

A humanidade utiliza madeira e outros produtos florestais não madeireiros desde os primórdios de seu surgimento. A produção de alimentos, a construção naval e civil, os usos energéticos e, mais recentemente, a urbanização foram causas da drástica redução da vegetação nativa no planeta. Com vistas à oferta de fontes alternativas de produtos florestais, o reflorestamento com espécies exóticas surgiu no Brasil no início do século XX, principalmente com os gêneros *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp. O Brasil destaca-se com tecnologia de ponta no cenário mundial da silvicultura com esses gêneros, o que contribuiu significativamente para o abastecimento dos mercados nacional e internacional nos setores de celulose e papel, energético, mobiliário e de madeira sólida e reconstituída. Na RBCV existem aproximadamente 107 mil hectares de reflorestamento com *Eucalyptus* e *Pinus*, em área equivalente a cerca de 6% de sua superfície terrestre. Além da provisão de produtos madeireiros, derivados e não madeireiros, esses povoamentos florestais prestam outros serviços ecossistêmicos, como conservação de água, controle de erosão e escorregamentos de solo, amenização climática, redução da concentração de carbono atmosférico e habitat para biodiversidade. A estocagem de carbono na RBCV nesses tipos florestais atinge a ordem de 23 milhões de toneladas em equivalente CO₂ (C-CO₂). A estimativa da taxa anual de remoção de carbono atmosférico, devido ao crescimento dessas culturas, é de quase seis milhões de toneladas de C-CO₂. A RBCV produz cerca de 42% do carvão vegetal do estado de São Paulo e, para alguns de seus municípios, o valor da produção florestal é altamente significativo, podendo se aproximar a 9% do PIB municipal. Considerando a tendência de aumento da urbanização em áreas ambientalmente vulneráveis, esses plantios exercem papel relevante no controle da expansão urbana e conseqüente conservação de serviços ecossistêmicos da RBCV. Entretanto, ultimamente, grandes extensões de áreas reflorestadas têm sido objeto de especulação imobiliária para conversão em condomínios, expansão urbana e obras de infraestrutura. Em um cenário hipotético, se todas as áreas reflorestadas da RBCV fossem urbanizadas, sua mancha urbana aumentaria em quase 35%, ocasionando drásticas perdas de serviços ecossistêmicos, com impactos negativos ao bem-estar humano.

1 | INTRODUÇÃO

A sociedade humana sempre fez uso dos serviços e produtos da floresta, utilizando a caça para sua alimentação ou a madeira e folhas, para construções de casas e geração de energia para seus veículos e embarcações primitivas. Enquanto o crescimento da população forçava a domesticação de animais e o cultivo de vegetais para o suprimento de alimentos, o fornecimento de madeira ocorria por meio da exploração das florestas.

As florestas nativas fornecem habitat importante para a biodiversidade mundial. Ao mesmo tempo, o desmatamento global contínuo é uma das maiores preocupações ambientais. O crescente aumento do consumo de madeira e seus derivados para o suprimento das indústrias de carvão, celulose e papel, painéis, construção de casas, móveis e outros produtos, colocam em risco as florestas nativas, que são insuficientes para atender à grande demanda por matéria-prima.

Nesse contexto surgiram as florestas plantadas, inicialmente para o fornecimento de lenha – combustível de locomotivas, como aconteceu no Brasil no início do século passado; ou para o suprimento de carvão para a siderurgia, e de madeira, para celulose.

A indústria de madeira sólida, por necessitar de toras de maior diâmetro, continuou dependendo de matéria-prima das florestas nativas, com aproveitamento de toras das derrubadas para liberação de terras para a agropecuária, ou com cortes seletivos nas matas nativas, extraindo as espécies mais apreciadas.

Essa situação tornou a indústria madeireira não sustentável a médio ou longo prazo e comprometeu ecossistemas naturais em todo o mundo. Do mesmo modo que ocorre na Amazônia, outras regiões florestais tropicais já atingiram situações em que a exploração florestal se tornou insustentável. No Sudeste da Ásia, os grandes exportadores de madeira estão diminuindo a produção e sua participação no mercado.

Um caminho para evitar a exaustão das florestas nativas seria a compatibilização do consumo com um nível de extração sustentável, o que exigiria a redução do consumo de madeira. Todavia, sua substituição por outros materiais tais como plásticos, aço ou concreto

envolveria o uso de produtos não renováveis e potencialmente menos sustentáveis. Neste contexto, as florestas plantadas se tornam uma parte cada vez mais importante do patrimônio florestal mundial, devido à sua alta produtividade e qualidade adequadas ao uso múltiplo de seus produtos.

Uma proporção substancial das florestas plantadas recentemente estabelecidas envolve espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, e exerce papel essencial para garantia dos suprimentos de produtos madeireiros e não madeireiros exigidos pelo setor econômico. O Brasil, com sua tecnologia de ponta no cenário mundial da silvicultura, contribui significativamente com o abastecimento dos mercados nacional e internacional nos setores de celulose e papel, madeira sólida e reconstituída e energético, destacando-se como maior exportador de celulose do mundo. Ao mesmo tempo, as florestas plantadas também fornecem habitat importante para a biodiversidade e proporcionam múltiplos benefícios para a sociedade humana, como fixação de carbono, ciclagem de nutrientes e redução de incidência de pragas (THOMPSON *et al.*, 2014; IBÁ, 2019).

Se, por um lado, estas florestas plantadas exercem um papel fundamental na provisão de produtos florestais, com diminuição da exploração madeireira nas matas nativas, por outro lado, tanto florestas nativas como florestas plantadas são ameaçadas devido à mudança da cobertura e uso da terra, incluindo a conversão associada à expansão agrícola e urbanização. O processo de mudanças no território devido à expansão urbana é bastante intenso na área da RBCV, com tendência futura de continuidade, temas estes tratados no presente capítulo.

2 | O SERVIÇO DE PROVISÃO DE RECURSOS FLORESTAIS – AS FLORESTAS NO MUNDO E O SETOR FLORESTAL NO BRASIL

Existem muitos tipos florestais, incluindo as florestas de ocorrências naturais (nativas) e aquelas de origem plantada, que apresentam capacidades diferenciadas de proporcionar serviços ecossistêmicos. E, embora a área total das florestas do mundo abarque cerca de um terço da superfície do planeta (4,06 bilhões de

ha), sua distribuição geográfica não é equitativa, e mais da metade das florestas (54%) está situada em apenas cinco países: Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China (FAO, 2020; BARAL *et al.*, 2016). A distribuição entre florestas nativas e plantadas é ilustrada na **Figura 1**.

As florestas nativas representam 93% da superfície florestal do mundo. A FAO define dois tipos de florestas plantadas: as “plantações florestais – plantation” e “outras florestas plantadas”. As florestas designadas plantações florestais são aquelas estabelecidas sob regime de intenso nível de manejo, utilizando apenas uma ou duas espécies e buscando a uniformidade global do sistema, visando máxima produtividade possível. O sistema brasileiro de produção de florestas homogêneas de eucalipto com alta produtividade é um exemplo claro de plantação florestal. Outras florestas plantadas diferem das plantações florestais em objetivo e estrutura, pois podem ser estabelecidas com várias espécies, inclusive introduzidas via distribuição de sementes, e podem ter finalidade de proteção, seja de solo ou de recursos hídricos. Nessas condições, na maturidade, podem se assemelhar a florestas nativas. Em nível mundial 44% das

plantações florestais são formadas principalmente por espécies alóctones. Há grandes diferenças regionais nas composições das plantações florestais: por exemplo, na América Central e do Norte são compostas predominantemente por espécies nativas, e na América do Sul, por espécies introduzidas (FAO, 2020) (**Figura 2**).

O Brasil é o segundo país em área de florestas do mundo, com cerca de cerca de 498 milhões de ha, o que equivale a 58,5% do seu território, sendo 98% de florestas nativas e apenas 2% de florestas plantadas (9,89 milhões de ha) (FAO, 2020; SNIF, 2019). Os gêneros *Eucalyptus* (76,23%) e *Pinus* (20,05%) são os mais representativos no território brasileiro, seguidos de outras espécies (3,71%) que também são cultivadas, como acácia (*Acacia* spp), araucária (*Araucaria angustifolia*), paricá (*Shizolobium amazonicum*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), teca (*Tectona grandis*), álamo (*Populus* spp) (SNIF, 2019; ARAUJO *et al.*, 2017; IBGE, 2019a). Em 2018, o estado com maior área em floresta plantada foi Minas Gerais (2,02 milhões de ha), seguido do Paraná (1,50 milhão ha), Mato Grosso do Sul (1,13 milhão ha) e São Paulo (1,12 mi ha) (IBGE, 2019a).

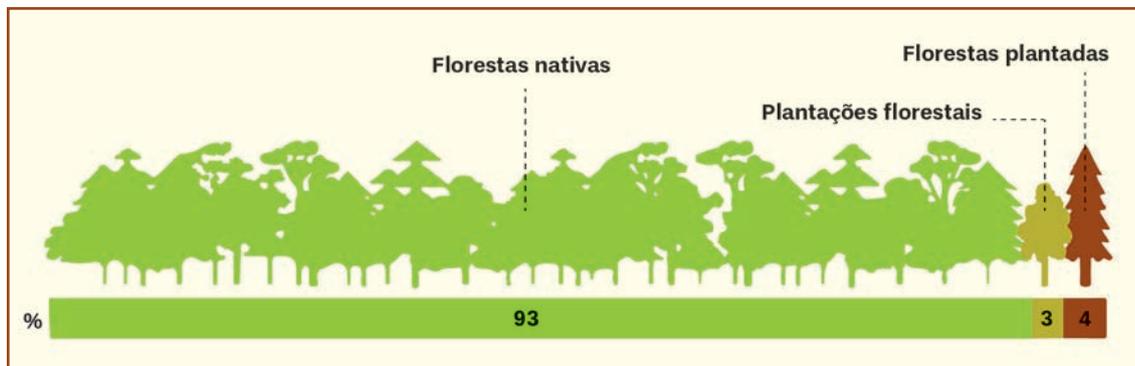


Figura 1 | Distribuição da superfície mundial de florestas nativas e plantadas (plantação e outras florestas).
Fonte: Adaptado de FAO (2020).

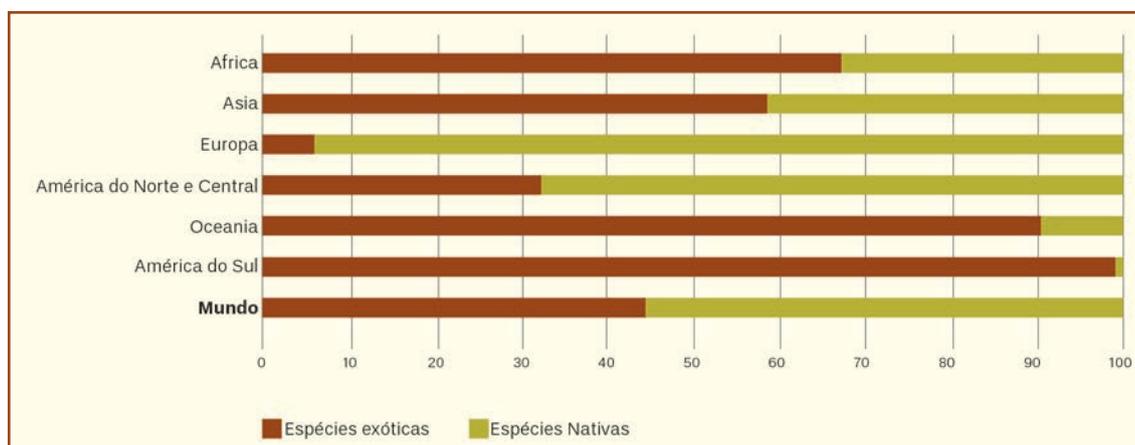


Figura 2 | Proporção de espécies exóticas e nativas nas plantações florestais, por região, em 2020.
Fonte: FAO (2020, p. 33).

Todos os setores produtivos dependem direta ou indiretamente dos produtos florestais, com estimativas de que o setor de base florestal (carvão, madeira sólida, papel e celulose, painéis reconstituídos, produtos não madeireiros) responde por 4% do PIB brasileiro e por 6 milhões de empregos (SNIF, 2020) (**Figura 3**).

Os produtos florestais representam a quarta posição na classificação do valor das exportações do agronegócio nacional, abaixo do complexo soja, carnes e complexo sucroalcooleiro (MAPA, 2018). Em 2018 a exportação brasileira de produtos madeireiros alcançou US\$ 13,86 bilhões, acrescidos de US\$ 366 milhões de produtos não madeireiros, com destaque para a celulose que, em 2018, representou 58% da receita de exportação (15,2 milhões de toneladas – US\$ 8,27 bilhões). Cavacos e partículas corresponderam a um grande volume de produtos exportados com menor valor agregado (6,5 milhões

de m³ – US\$ 144,3 milhões). Papel e papelão tiveram alto valor de exportação (1,8 milhão de toneladas – US\$1,69 bilhão). Entre os não madeireiros, a castanha de caju é a responsável pelo maior valor de exportação, US\$ 116,1 milhões. Na sequência, se destacaram as ceras vegetais (14,13 mil toneladas – US\$ 92,51 milhões) e a erva-mate (36,16 mil toneladas – US\$ 84,94 milhões) (SNIF, 2019).

3 | A ESTRUTURA FUNDIÁRIA E AS FLORESTAS PLANTADAS NA RBCV

Na atualidade, mais da metade da população do mundo (55%) vive em cidades, que ocupam menos de 1% do território do planeta (McDONALD, *et al.*, 2018). Essa alta concentração populacional em pequenas áreas urbanas eleva a demanda e provoca o crescente

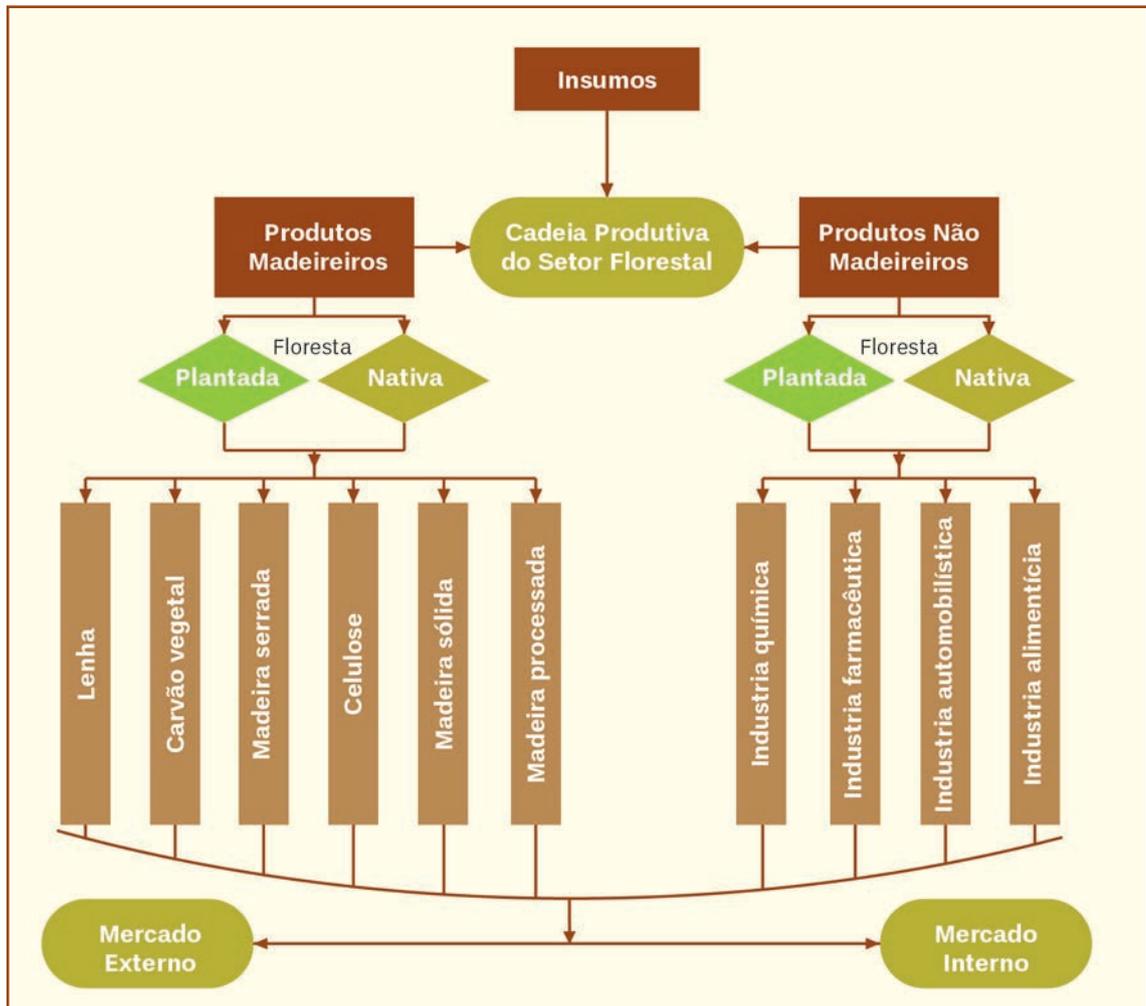


Figura 3 |
A cadeia produtiva do setor florestal brasileiro.
Fonte: Serviço Nacional de Informações Florestais (2020).



sufocamento sobre os serviços dos ecossistemas. Esta situação é característica da RBCV, que abrange praticamente integralmente a Região Metropolitana de São Paulo – quarta maior aglomeração urbana do mundo (UNITED NATIONS, 2019). Além da metrópole paulista a RBCV abrange quase integralmente a Região Metropolitana da Baixada Santista e, parcialmente, as regiões metropolitanas de Sorocaba; Vale do Ribeira e Litoral Norte; Campinas e região administrativa de Registro, com destaque para as áreas urbanizadas, que pressionam os ecossistemas que sustentam a grande metrópole.

Para melhor compreensão do território na RBCV, é importante um olhar sobre sua estrutura fundiária (quantidade de imóveis em cada categoria de tamanho da propriedade rural), em comparação com os dados nacionais e estaduais, sendo aqui considerados os municípios parcialmente contidos na área da reserva da biosfera (Itariri, Natividade da Serra, Pedro de Toledo, Peruíbe, Redenção da Serra e São José dos Campos). Em linhas gerais, o estado de São Paulo segue semelhanças em relação à estrutura fundiária brasileira (**Tabela 1**).

Em São Paulo a categoria mais representativa em quantidade de imóveis é aquela entre 10 e 25 ha (26%, ou 128 mil unidades). Porém, o número de propriedades acima de 10 mil hectares é mínimo (0,0035%, ou 17 unidades), e inexistente a partir de 50 mil hectares. A maior concentração de terras acontece na categoria 100 a 250 ha (18%, ou 4,4 milhões de hectares). A quantidade referenciada de imóveis rurais no estado é 487.419, que somam 23.874.732 ha. Ainda que em nível nacional tenham sido identificadas apenas 424 propriedades acima de cem mil hectares, esses latifúndios representam a maior concentração de terras no país (18%, ou 143 milhões de hectares).

O território da RBCV apresenta, proporcionalmente, uma estrutura relativamente semelhante ao estado, porém, ocorre um deslocamento de maiores representatividades para propriedades de menor tamanho. Isso pode ser entendido como um efeito da maior urbanização desse território em relação ao estado como um todo. Em relação a quantidade de propriedades, a maior representatividade é referente ao tamanho 2 a 5 ha (31%, ou 22 mil unidades).

Tamanho da propriedade rural (ha)	Quantidade de imóveis	Área total (ha)	Quantidade de imóveis	Área total (ha)	Quantidade de imóveis	Área total (ha)
	BRASIL		SÃO PAULO		RBCV	
0 > 1	160.069	79.623	14.095	5.739	6.777	2.368
1 > 2	201.808	276.768	11.214	15.521	4.070	5.512
2 > 5	937.468	3.151.197	96.531	315.093	22.442	69.657
5 > 10	992.227	7.168.885	76.250	565.456	12.474	90.386
10 > 25	1.596.285	25.861.238	127.736	2.126.144	14.259	228.808
25 > 50	987.842	34.770.285	69.279	2.467.569	5.640	196.824
50 > 100	703.947	48.849.863	41.866	2.939.219	2.929	202.733
100 > 250	494.612	75.173.602	28.255	4.386.236	1.566	236.069
250 > 500	183.213	64.589.863	9.559	3.292.231	420	143.009
500 > 1 mil	97.979	68.201.481	4.127	2.844.666	136	93.770
1 mil > 2 mil	50.536	69.578.512	1.543	2.101.958	64	88.438
2 mil > 2,5 mil	13.264	29.698.464	270	602.982	9	20.897
2,5 mil > 5 mil	22.142	76.493.735	367	1.244.429	28	107.675
5 mil > 10 mil	7.439	53.080.115	100	688.049	11	81.955
10 mil > 20 mil	1.832	25.129.741	12	163.213	0	0
20 mil > 50 mil	1.053	31.558.632	5	116.225	0	0
50 mil > 100 mil	268	19.050.675	0	0	0	0
100 mi <	424	142.810.727	0	0	0	0
Inconsistentes excluídos	122.422	0	6.210	0	1.409	0
TOTAL	6.574.830	775.523.406	487.419	23.874.732	72.234	1.568.100

Tabela 1 | Tamanho, quantidade de propriedades rurais e total de suas ocupações (ha) no Brasil, no estado de São Paulo e no território da RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em INCRA (2018).

Nas categorias entre dois mil e 10 mil hectares o número de propriedades diminui significativamente (9% ou 28 unidades), e é inexistente acima de 10 mil hectares. A maior concentração de terras ocorre na categoria 100 a 250 ha (15% ou 236 mil hectares). A quantidade referenciada de imóveis rurais no território da RBCV é 72.234, que somam 1.568.100 ha.

Apesar da controversa existência de propriedades rurais de grande porte, como aquelas acima de 500ha, em um território altamente populoso e densamente povoado, como é o caso da RBCV que concentra mais da metade da população do estado (55,3%), essas propriedades podem exercer, ainda que involuntariamente, um papel extremamente importante na contenção da expansão e concentração urbana e populacional nesse território. O somatório das áreas ocupadas por propriedades acima de 500 hectares atinge quase 400 mil ha, equivalente a um quarto do somatório de áreas das propriedades rurais do território. Esse valor equivale a aproximadamente 80% da estimativa de áreas urbanizadas da RBCV. Nessas condições, percebe-se claramente que um eventual desmembramento dessas propriedades, ainda que parcialmente, pode levar a um cenário de expansão urbana, altamente preocupante.

No território da RBCV são expressivos os povoamentos florestais plantados, formados pelos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Estes reflorestamentos com espécies desses grupos estão presentes em 41 municípios integrantes da RBCV, sendo considerados nesta análise 35 municípios, posto que Itariri, Natividade da Serra, Pedro de Toledo, Peruíbe, Redenção da Serra e São José dos Campos, encontram-se apenas marginalmente inseridos no território da RBCV. A abrangência de distribuição desses municípios envolve quatro Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), representadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH), com as seguintes áreas (ha) reflorestadas: i) bacia hidrográfica do Paraíba do Sul (CBH-PS / UGRHI 02): 24.233 ha; ii) bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ / UGRHI 05): 34.797 ha; iii) bacia hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT / UGRHI 06): 29.367 ha; iv) bacia hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê (CBH-SMT / UGRHI 10):

18.715 ha (**Tabela 2**). A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) contempla o maior número de municípios (13) que contam com reflorestamentos desses gêneros exóticos, seguido por CBH-PCJ (8), CBH-SMT (8) e CBH-PS (7). Apenas o município de Joanópolis conta com mais de dez mil hectares reflorestados (13.750 ha). Entre cinco mil e dez mil hectares estão outros nove municípios: Salesópolis (CBH-AT, 9.664 ha), Paraibuna (CBH-PS, 8.740 ha), Mogi das Cruzes (6.719 ha), Nazaré Paulista (CBH-PCJ, 6.250), Guararema (CBH-PS, 5.666), Bragança Paulista (CBH-PCJ, 5.400) e Piedade (CBH-SMT, 5.023). Abaixo desses valores as áreas reflorestadas estão distribuídas em 4.850 ha (Biritiba Mirim, CBH-AT) e 10 ha (Arujá, CBH-AT).

Apenas nove municípios declararam reflorestamento com *Pinus*, com maior concentração de ocorrência na Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (1.635 ha). Com exceção de Ibiuna (CBH-SMT) todos os municípios apresentaram área ocupada por *Eucalyptus* spp superior à área ocupada por *Pinus* spp, sendo também o único município a apresentar acima de mil hectares plantados com esse gênero. Essa maioria do gênero *Eucalyptus* em relação ao gênero *Pinus* reflete as grandezas de produção de bens madeireiros e derivados, que serão apresentadas adiante, na próxima seção.

A distribuição de florestas plantadas com os gêneros *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp no território da RBCV é apresentada na **Figura 4**.

Pode-se observar uma maior concentração de florestas de eucalipto na porção sudeste do território, correspondente às bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba do Sul. Enquanto florestas de pinus apresentam concentrações nas porções sudeste, sudoeste e noroeste, correspondentes às bacias do Alto Tietê, Sorocaba e Médio Tietê e Piracicaba, Capivari e Jundiá, respectivamente.

Assim como no Brasil, a base dos povoamentos florestais plantados na RBCV é representada pelos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Em escalas menores ocorrem “outras espécies” de gêneros distintos. As áreas (ha) plantadas com espécies desses três grupos no Brasil, no estado de São Paulo e no território da RBCV são, respectivamente: 7.543.542; 1.984.333 e 367.685; 917.550, 204.965 e 3.900 e 104.723, 2.389 e 111. Sendo assim, as proporções de hectares plantados

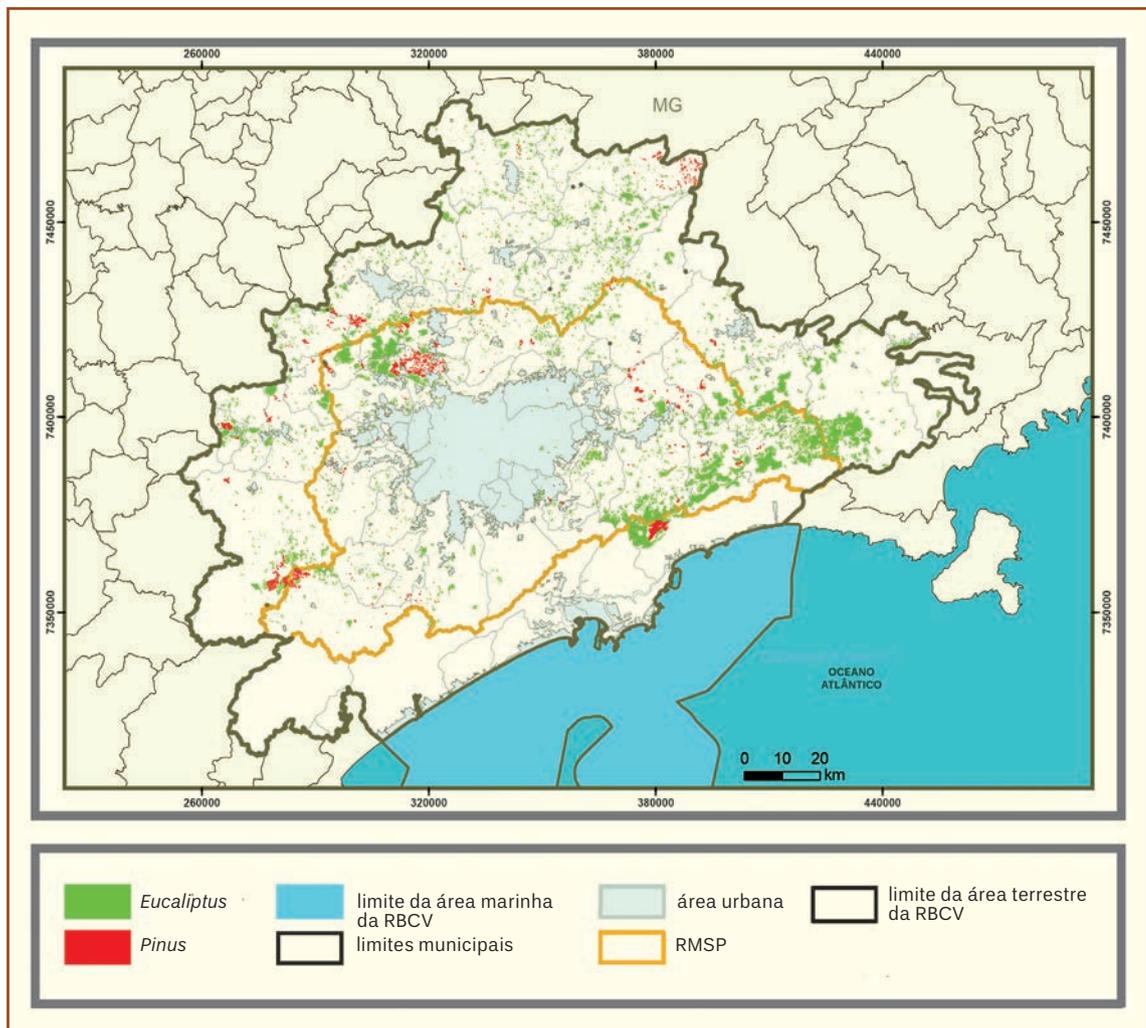


Território / Município	<i>Eucalyptus</i> spp	<i>Pinus</i> spp	<i>Eucalyptus</i> + <i>Pinus</i>
	ha		
Brasil	7.543.542	1.984.333	9.527.875
São Paulo	917.550	204.965	1.122.515
RBCV¹	104.723	2.389	107.112
Bacia Hidrográfica: Paraíba do Sul / Comitê: CBH-PS / UGRHI 02			
	24.233	-	24.233
Guararema	5.666	-	5.666
Igaratá	1.400	-	1.400
Jacareí	1.250	-	1.250
Jambeiro	2.000	-	2.000
Paraibuna	8.740	-	8.740
Santa Branca	3.700	-	3.700
Santa Isabel	1.477	-	1.477
Bacia Hidrográfica: Piracicaba, Capivari e Jundiá / Comitê: CBH-PCJ / UGRHI 05			
	34.047	750	34.797
Atibaia	3.300	-	3.300
Bom Jesus dos Perdões	797	-	797
Bragança Paulista	5.400	-	5.400
Joanópolis	13.000	750	13.750
Nazaré Paulista	6.250	-	6.250
Piracaia	3.000	-	3.000
Tuiuti	900	-	900
Vargem	1.400	-	1.400
Bacia Hidrográfica: Alto Tietê / Comitê: CBH-AT / UGRHI 06			
	29.363	4	29.367
Arujá	10	-	10
Biritiba Mirim	4.850	-	4.850
Caieiras	2.241	4	2.245
Cajamar	3.028	-	3.028
Franco da Rocha	954	-	954
Guarulhos	103	-	103
Itaquaquecetuba	60	-	60
Mairiporã	407	-	407
Mogi-das-Cruzes	6.719	-	6.719
Ribeirão Pires	90	-	90
Salesópolis	9.664	-	9.664
São Paulo	350	-	350
Suzano	887	-	887
Bacia Hidrográfica: Sorocaba e Médio Tietê / Comitê: CBH-SMT / UGRHI 10			
	17.080	1.635	18.715
Alumínio	2.580	-	2.580
Araçariguama	1.850	80	1.930
Cabreúva	550	-	550
Ibiuna	600	1.500	2.100
Mairinque	1.400	10	1.410
Piedade	5.000	23	5.023
São Roque	1.000	10	1.010
Votorantim	4.100	12	4.112

Tabela 2 |
Área (ha) ocupada por *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp nos municípios que compõem a RBCV, em suas respectivas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGHRI).
Elaboração própria. Com base em IBGE (2019a); São Paulo (2019).

¹ Os municípios de Itariri, Natividade da Serra, Pedro de Toledo, Peruíbe, Redenção da Serra e São José dos Campos, embora com expressiva produção florestal, não foram considerados por não estarem integralmente abrangidos pela RBCV.

Figura 4 |
Distribuição de
florestas plantadas
com os gêneros
Eucalyptus spp e
Pinus spp no
território da RBCV.
Fonte: Elaboração
própria. Com base
em São Paulo (2010).



com eucalipto do Brasil para o estado de São Paulo e para a RBCV são 8/1 e 72/1, respectivamente. Em relação ao pinus e a “outras espécies” essas proporções são 10/1 e 831/1 e 94/1 e 3.312/1, respectivamente.

Na RBCV, a área ocupada pelos reflorestamentos com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (pouco mais de 107 mil ha) representa cerca de 6% de sua área terrestre.

4 | PRODUTOS MADEIREIROS E DERIVADOS PRODUZIDOS NO TERRITÓRIO DA RBCV

Os produtos florestais podem ser madeireiros e não-madeireiros. Os produtos madeireiros podem ser divididos em diretos, a exemplo da lenha e madeira sólida; e derivados, a

exemplo do carvão vegetal. Os bens não madeireiros de produção direta são, principalmente, as seivas, como a goma resina, produzida por algumas espécies florestais coníferas, e o látex, produzido, mais significativamente, pela seringueira (*Hevea brasiliensis*). Também compõem essa classificação as cascas e folhas, como, por exemplo, casca de acácia-negra (*Acacia decurrens*) e folhas de *Corymbia citriodora* (antigo *Eucalyptus citriodora*), matérias primas para a extração de tanino e de óleos essenciais, respectivamente. O censo utilizado por esse estudo para a referência de dados estatísticos (IBGE, 2019) mostrou que os produtos madeireiros são produzidos em grande escala pela RBCV. Por outro lado, este censo mostrou produção zero para casca de acácia-negra, folhas de eucalipto e goma resina de *Pinus* spp, além de não referenciar a produção de látex ou

de mel. Por esses motivos esses produtos não serão apresentados.

A maioridade dos povoamentos do gênero *Eucalyptus* em relação ao gênero *Pinus* na RBCV reflete as grandezas dos produtos florestais madeireiros proporcionados por essas florestas plantadas. A produção de carvão vegetal no território da RBCV no período do decênio 2008-2017 é marcada por três fases, apresentando um gradiente de produção: 2008-2010; 2011-2015 e 2016-2017, com médias de 12,4, 19,1 e 48 mil toneladas anuais, respectivamente. A produção de todo o estado apresentou pequena variação até 2015, com média de 71,4 mil toneladas anuais. Porém, os anos 2016 e 2017 mostraram aumento nas produções: 117,9 e 112,1 mil toneladas, respectivamente. Com sua produção em crescimento, no ano 2017 a RBCV foi responsável por 42% de toda a produção de carvão vegetal do estado de São Paulo (**Figura 5A**). No último quinquênio a totalidade do carvão produzido na RBCV ocorreu a partir da madeira de eucalipto. Em outras regiões do estado, além da RBCV, houve produção de carvão a partir da madeira de pinus. Porém, a contribuição desse gênero na produção total pelo estado foi menor do que três por cento. Outras espécies tiveram participação ainda mais diminuta (**Figura 5D**).

Quanto à produção de lenha pela RBCV a evolução no decênio apresentou comportamento inverso à produção de carvão vegetal, ou seja, decréscimo nos últimos anos. Esse também foi o comportamento da produção de lenha pelo estado. Nos períodos 2008-2012 e 2013-2017 as produções médias anuais pela RBCV foram de 1,37 e 1,05 milhão de m³ (mi m³), respectivamente. Neste último período a produção mais elevada (2016=1,21 mi m³) foi inferior à produção mais baixa do período anterior (2010=1,29 mi m³). O estado de São Paulo refletiu esse comportamento, apresentando produções médias anuais de 6,82 e 5,76 mi m³ nos períodos 2008-2013 e 2014-2017, respectivamente. Neste decênio a produção de lenha pela RBCV esteve muito próximo de 20% da produção do estado, com exceção dos anos 2013 (14%) e 2017 (16%) (**Figura 5B**). Igualmente em relação à produção de carvão vegetal o eucalipto foi responsável pela grande

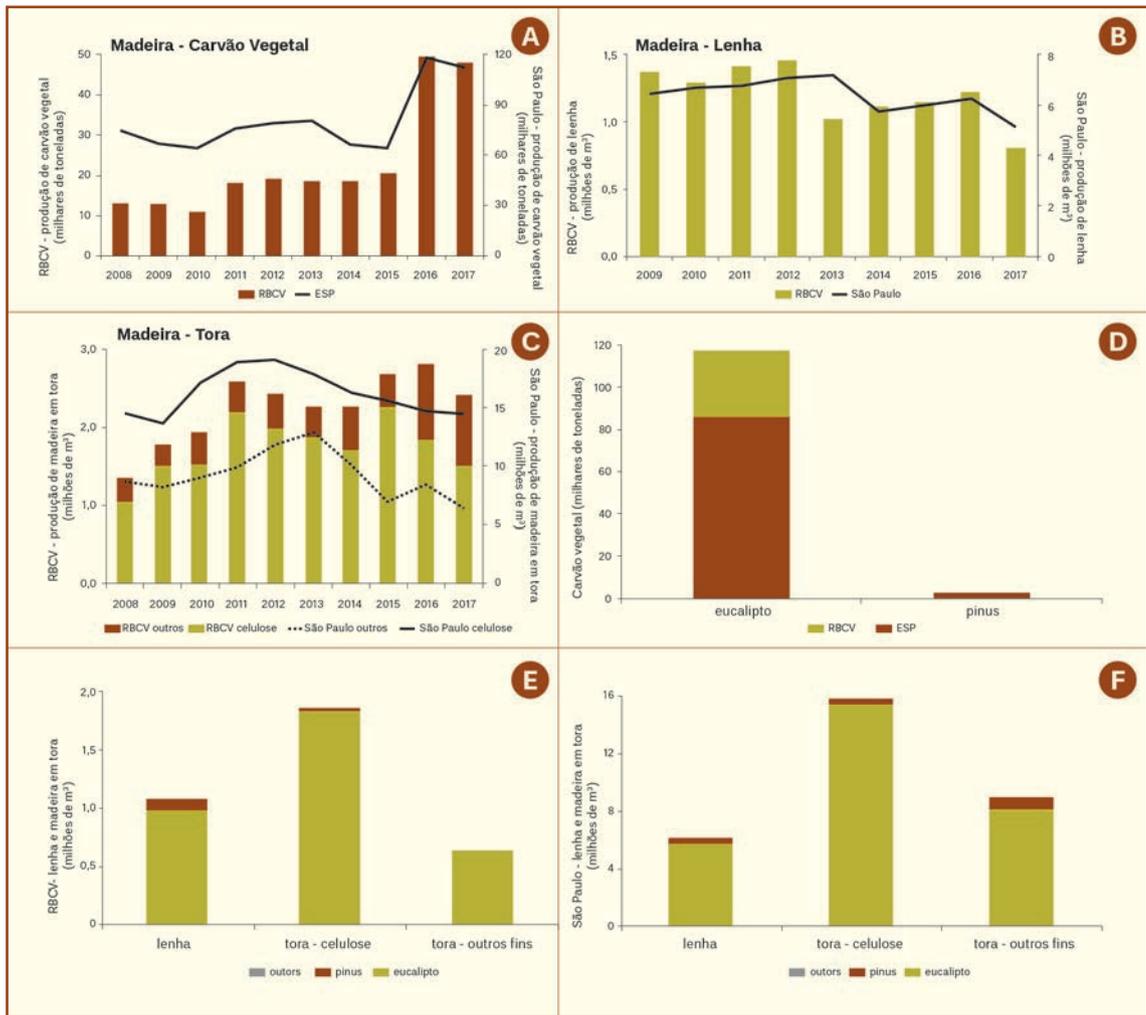
maioria da produção de lenha. No último quinquênio as contribuições de pinus para as produções de lenha pela RBCV (**Figura 5E**) e pelo estado (**Figura 5F**) foram 8,8% e 4,1%, respectivamente. Considerando todo o estado de São Paulo a contribuição de outras espécies foi desprezível (0,01%).

Até 2010 a produção anual de madeira em tora pela RBCV esteve abaixo de dois milhões de metros cúbicos (1,35-1,93 mi m³). A partir de 2011 a produção ultrapassou esta referência, mantendo-se acima dela até 2017 (2,27-2,80 mi m³). Esta elevação na produção se refletiu na porcentagem em relação ao produzido pelo estado. Até 2014 a porcentagem de madeira em tora produzida pela RBCV esteve abaixo de uma dezena (5,4% a 8,6%) do que foi produzido pelo estado. A partir de 2015 esta proporção esteve acima de (10,2% a 11,2%). Por sua vez a produção pelo estado de São Paulo passou por elevações e decréscimos. Entre 2011 e 2014 a produção média anual esteve entre 26,4 e 31,1 mi m³, mas abaixo desses valores nos demais anos do decênio (21,0-26,2 mi m³). Inclusive, o menor valor do período ocorreu no último ano medido (2017) (**Figura 5C**).

Historicamente a produção de madeira sólida, em tora, pelo estado de São Paulo e pela RBCV, é voltada, majoritariamente, para a produção de celulose. Outras finalidades são representadas, basicamente, pela construção civil e pela indústria de movelaria. Em relação ao total de madeira em tora as porcentagens médias anuais de destinação à produção de celulose pela RBCV e pelo estado de São Paulo foram 75% e 64%, respectivamente (**Figura 5C**). Da mesma maneira que em relação ao carvão vegetal e à lenha, a produção de madeira em tora é representada em grande maioria pelo eucalipto. Para a RBCV, no último quinquênio, o eucalipto contribuiu com 100% da madeira em tora para a produção de celulose. No caso da madeira em tora destinada para outras finalidades a contribuição de pinus foi 1,4% (**Figura 5E**). Ao se considerar todo o estado, a contribuição da madeira de pinus em tora para a produção de celulose foi 2,4%, e para outras finalidades foi 9,0%. Considerando todo o estado de São Paulo a contribuição de madeira em tora de outras espécies foi desprezível (0,004%) (**Figura 5F**).



Figura 5 | Produção florestal (2008-2017): carvão vegetal (milhar ton) RBCV e estado de São Paulo (A); lenha (milhão m³) RBCV e estado de São Paulo (B); madeira em tora (milhão m³), para celulose e outras finalidades, RBCV e estado de São Paulo (C). Utilização de *Eucalyptus*, *Pinus* e outras espécies (2013-2017): carvão vegetal (milhar ton) RBCV e estado de São Paulo (D); lenha e madeira em tora (milhão m³) RBCV (E) e estado de São Paulo (F).
Fonte: Elaboração própria, com base em: IBGE (2019a; IBGE, 2019b).



As proporções médias anuais (último quinquênio) de uso de “*Eucalyptus*”, “*Pinus*” e “outras espécies” no tocante à produção de carvão (toneladas) e madeira (lenha e tora, m³) foram: RBCV = 96,9%; 3,1% e 0,0% e estado de São Paulo = 95,31%; 4,68% e 0,01%. O carvão vegetal da RBCV foi produzido exclusivamente com espécies do gênero *Eucalyptus*. No estado de São Paulo esse gênero também foi utilizado em grande maioria, porém, houve também uma pequena proporção de uso do gênero *Pinus* e de outras espécies: 2.510 toneladas, ou 2,85% do total (Figura 5D) e 0,256 toneladas, ou 0,29% do total, respectivamente.

O eucalipto também foi utilizado em maioria para a produção de lenha e de madeira em tora (para fabricação de celulose ou outras finalidades), tanto pela RBCV como pelo estado de São Paulo. Na RBCV o uso de pinus ocorreu mais aparentemente para a produção de lenha (93 mil m³, ou 8,7% do total), porém, foi nulo ou desprezível na produção de madeira em tora (Figura 5E).

No estado o uso de pinus foi mais aparente: lenha = 250 mil m³, ou 4,1% do total; madeira em tora para celulose = 387 mil m³, ou 2,4% do total e madeira em tora para outras finalidades = 806 mil m³, ou 9,0% do total (Figura 5F).

5 | VALORAÇÃO DOS PRODUTOS MADEIREIROS E DERIVADOS PRODUZIDOS NO TERRITÓRIO DA RBCV

Além de apresentar a produção de bens madeireiros e derivados é importante proceder a uma avaliação da geração de recursos financeiros proporcionados por esses bens, obtidos pelo estado de São Paulo, pela RBCV e por seus municípios.

O valor médio anual no decênio 2008-2017 para a totalidade dos produtos e derivados madeireiros (carvão, lenha, e madeira em tora) da RBCV foi 198 milhões de reais (mi R\$), correspondentes a 11,8% do valor referente ao estado de São Paulo (1,67 bilhão de reais – bi R\$). Apesar de essa valoração representar mais de dez por cento da valoração florestal madeireira do estado ela está muito aquém da significância da RBCV sobre o estado em relação aos seus respectivos Produto Interno Bruto (PIB). Pois, nesse aspecto, a participação do PIB da RBCV em relação ao estado é 61,2%. Ou seja, em termos proporcionais, a RBCV é muito mais significativa para a economia do estado em outras áreas que não sejam a área florestal. Isso fica também evidenciado pela participação do valor florestal madeireiro em relação ao PIB de cada região. Enquanto a participação do valor florestal madeireiro da RBCV em seu PIB foi de 0,015%, para o estado essa proporção foi de 0,080. Ou seja, cinco vezes maior (**Tabela 3**).

Entretanto, para alguns municípios da RBCV o valor florestal madeireiro representou proporções mais significativas em seu próprio PIB. Os dois municípios que apresentaram esse valor acima de cinco pontos percentuais foram: Salesópolis (8,68%) e Joanópolis (6,82%).

O município integrante da RBCV com maior valor florestal madeireiro anual foi Salesópolis (17,4 mi R\$). Na grandeza de duas dezenas de milhões (11,4 – 15,7 mi R\$) encontraram-se também: Bragança Paulista, Votorantim, Joanópolis, Mogi das Cruzes, Piracaia, Nazaré

Paulista, Biritiba Mirim e Guararema. Entre cinco e nove milhões (5,0 – 9,1 mi R\$) estiveram: Piedade, Santa Branca, Ibiúna, Paraibuna, Jacareí e Atibaia. Para os demais municípios os valores estiveram abaixo de cinco milhões de reais. Alguns municípios constam como produção zero e outros não foram citados.

A madeira em tora teve o maior valor de produção, seguido por lenha e carvão. No decênio 2008-2017 o valor médio anual da madeira em tora para o território da RBCV foi 130,6 mi R\$, correspondentes a 9,8% do valor referente ao estado de São Paulo (1,33 bi R\$). Os valores referentes às aplicações em celulose e em outras finalidades para a RBCV e o estado foram: 114,2 e 31,1 mi R\$ (76% e 21,4% do total) e 836,5 e 497,2 mi R\$ (62,7% e 37,3%), respectivamente. O valor da lenha na RBCV foi 43,4 mi R\$, ou 17,4% do valor do estado (248,8 mi R\$). O derivado madeireiro carvão gerou 24 mi R\$, ou 28,5% do estado (84,0 mi R\$).

Além de proporcionar maiores valores de produção, a madeira em tora foi também a opção mais comum dentre os municípios da RBCV. Com diversas proporções em relação aos outros produtos madeireiros, a madeira em tora foi produzida pela grande maioria dos municípios que apresentam alguma produção. Dentre os 36 municípios da RBCV abrangidos neste estudo, 17 deles obtiveram acima de 90% da soma de valores (referentes a carvão, lenha e tora) na madeira em tora, e apenas cinco deles não a produziram (Ibiúna, São Roque, Mairiporã, Ribeirão Pires e Arujá). A lenha representou acima de 50% da soma de valores para 14 municípios (Alumínio, Bom Jesus dos Perdões, Cabreúva, Cajamar, Franco da Rocha, Ibiúna, Mairinque, Nazaré Paulista, Tuiuti, Vargem, Arujá, Mairiporã, Ribeirão Pires e São Roque). Para os quatro últimos, o produto representou 100% da soma de valores. O carvão não representou maioria de valor para qualquer município, e foi produzido por apenas nove deles (Bragança Paulista, Joanópolis, Piracaia, Nazaré Paulista, Piedade, Ibiúna, Atibaia, Vargem e Bom Jesus dos Perdões) (**Tabela 3**).



Localidade	Carvão ton	Valor milhão R\$	Lenha m ³	Valor milhão R\$	Tora m ³	Valor milhão R\$	Valor Total (VT) milhão R\$	% do VT no PIB ¹
SÃO PAULO	80.117	84.038	6.397.234	248.820	25.513.720	1.333.782	1.666.640	0,0796
RBCV	22.869	23.959	1.211.283	43.416	2.041.958	130.631	198.006	0,0153
Salesópolis	0	0	22.412	749	276.036	16.613	17.362	8,681
Bragança Paulista	5.466	5.593	77.125	2.898	115.235	7.250	15.740	0,298
Votorantim	0	0	126.329	4.292	162.747	11.149	15.441	0,341
Joanópolis	4.115	4.071	74.850	2.446	112.053	7.690	14.206	6,823
Mogi das Cruzes	0	0	8.088	284	233.886	13.581	13.865	0,093
Piracaia	4.965	4.993	53.040	2.197	77.660	6.078	13.267	2,938
Nazaré Paulista	3.934	3.817	180.800	7.250	26.199	1.565	12.632	3,944
Biritiba Mirim	0	0	5.244	226	186.227	11.464	11.690	1,529
Guararema	0	0	7.463	359	167.772	11.029	11.388	0,768
Piedade	1.950	2.650	38.807	1.081	97.386	5.392	9.123	0,770
Santa Branca	0	0	0	0	94.788	7.230	7.230	2,838
Ibiúna	615	966	199.827	5.889	0	0	6.856	0,419
Paraibuna	0	0	498	20	106.136	6.634	6.654	2,601
Jacareí	0	0	0	0	76.321	5.675	5.675	0,056
Atibaia	1.451	1.493	61.420	2.389	22.356	1.393	5.275	0,087
Caieiras	0	0	6.199	267	81.841	4.298	4.565	0,161
Jambeiro	0	0	0	0	39.198	3.917	3.917	1,338
Igaratá	0	0	0	0	45.273	3.531	3.531	1,958
Vargem	245	255	52.700	1.879	9.643	574	2.708	2,493
Santa Isabel	0	0	21.941	1.095	21.900	1.533	2.628	0,205
Tuiuti	0	0	49.340	1.866	10.317	673	2.540	2,214
Alumínio	0	0	55.432	1.513	16.400	632	2.145	0,116
São Roque	0	0	63.319	2.016	0	0	2.016	0,077
Bom Jesus Perdões	131	123	28.560	1.081	10.590	669	1.873	0,314
Mairinque	0	0	29.908	1.152	11.000	420	1.572	0,086
Mairiporã	0	0	17.177	976	0	0	976	0,056
São Paulo	0	0	3.340	133	16.088	574	707	0,000
Suzano	0	0	1.628	71	13.009	564	634	0,006
Cajamar	0	0	10.387	570	970	34	605	0,004
Cabreúva	0	0	8.056	371	3.689	151	522	0,012
Franco da Rocha	0	0	4.320	235	1.323	45	280	0,011
Guarulhos	0	0	280	10	2.794	175	185	0,000
Ribeirão Pires	0	0	2.438	86	0	0	86	0,003
Jarinu	0	0	80	4	1.932	58	61	0,003
Jundiaí	0	0	0	0	831	23	23	0,000
Várzea Paulista	0	0	170	7	300	14	21	0,001
Santos	0	0	0	0	59	5	5	0,000
Arujá	0	0	106	4	0	0	4	0,000

Tabela 3 |
Produção e valor agregado de carvão, lenha e madeira em tora no território da RBCV (média do decênio 2008-2017).
Fonte: Elaboração própria. Elaborado com base em IBGE (2019).

Nota: ¹ PIB do estado de São Paulo = R\$ 2.092.765.519.175; PIB da RBCV = R\$ 1.287.963.862.994 (somatório dos PIB de cada município que compõe o território considerado), excluindo os municípios de Itariri, Natividade da Serra, Pedro de Toledo, Peruíbe, Redenção da Serra e São José dos Campos, que não foram considerados por não estarem apenas integralmente abrangidos pela RBCV.

6 | SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM FLORESTAS PLANTADAS E SUA RELAÇÃO COM A RBCV

O conceito de *florestas plantadas* evoluiu consideravelmente após a década de 1960, especialmente no sentido de se diferenciar das *plantações florestais* (*forest plantations*). Esse conceito se consolidou no início dos anos 2000 de forma a incluir modalidades que não se restringiam apenas a plantios de espécies exóticas em monoculturas. Florestas plantadas são compreendidas como florestas predominantemente compostas de árvores estabelecidas a partir do plantio ou semeadura induzida de espécies nativas ou introduzidas (KANNINEN, 2010).

Se, por um lado, a ampliação do conceito lançou um olhar mais inclusivo sobre todas as florestas produzidas pela ação humana, por outro ampliou a área mundialmente plantada de 140 para 270 milhões de ha. Enquanto a área global de florestas nativas diminuiu, a superfície de florestas plantadas, que equivale a 7% de todas as florestas do planeta, cresceu 5 milhões de ha/ano entre 2000 e 2010. Ainda que se considerando o alargamento de conceito supramencionado, uma porção significativa das florestas plantadas é basicamente voltada à produção madeireira (KANNINEN, 2010; BROCKERHOFF *et al.*, 2013; THOMPSON *et al.*, 2014).

Florestas plantadas geralmente diferem de florestas nativas em diversidade de espécies, características de regeneração, funcionamento de ecossistemas e o fornecimento de serviços ecossistêmicos a elas associados, especialmente em seu estágio inicial de crescimento. Tanto florestas plantadas quanto plantações florestais possuem finalidades produtivas (produtos madeireiros ou não-madeireiros, principalmente) ou protetivas (restauração de habitats e fornecimento de outros serviços ecossistêmicos) (KANNINEN, 2010; BARAL *et al.*, 2016). É importante, dessa forma, compreender as florestas plantadas para além de sua dimensão produtiva. A **Figura 6** sintetiza, de forma esquemática, os serviços associados aos ecossistemas de florestas nativas e plantadas.

A magnitude dos serviços ecossistêmicos das florestas plantadas varia em função de seus objetivos, características e regimes de manejo. Assim, existe diferença dos serviços obtidos em relação à natureza dessas florestas (industrial, ambiental, agroflorestal); às espécies escolhidas (exóticas, nativas, monocultura, reflorestamentos mistos, característica da madeira); aos objetivos de manejo (produção, proteção); à rotação (curta: menor que 10 anos; média: entre 10 – 20 anos; longa: maior que 20 anos); à sua finalidade (toras, produtos não madeireiros, celulose, bioenergia); à intensidade de manejo (intensivo ou extensivo); à escala de operação (larga e contígua ou pequena e fragmentada) e em relação ao padrão fundiário (industrial, pequena e média

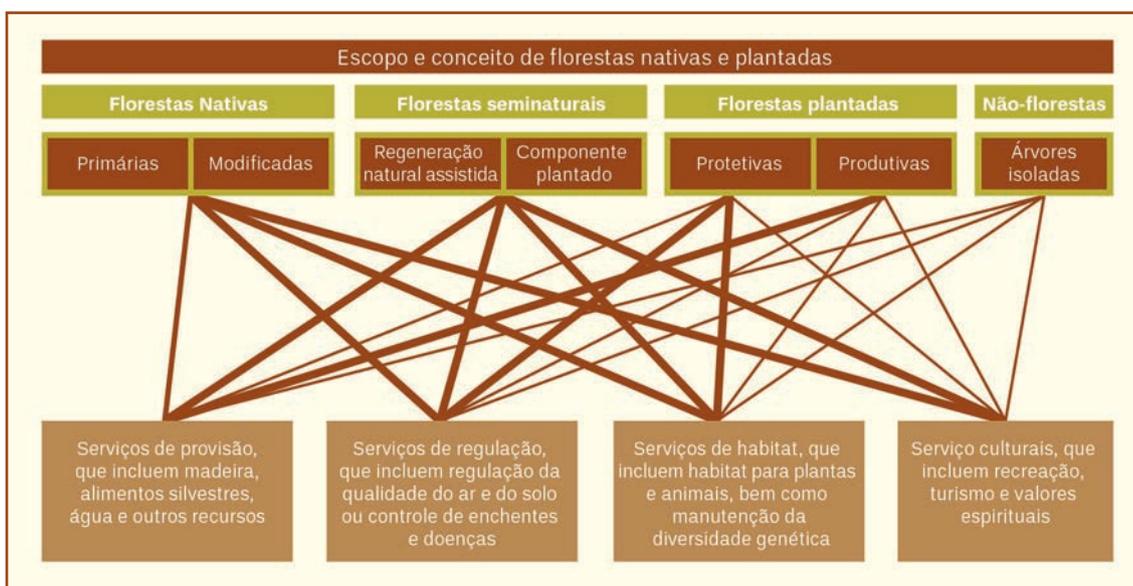


Figura 6 | Grau relativo de fornecimento de serviços ecossistêmicos de florestas nativas, seminaturais, plantadas e árvores isoladas. Fonte: Baral *et al.*, (2016).

Nota: A largura das setas indicam a taxa relativa de fornecimento de serviços ecossistêmicos.

propriedade, arrendamento) (BARAL *et al.*, 2016).

Como exemplo, as plantações de espécies exóticas em regime de monocultura em curtas rotações fornecem mais recursos madeireiros mas provavelmente menos serviços de regulação e culturais se comparado com plantações mistas com espécies nativas em rotações maiores (BARAL *et al.*, 2016). Em outro caso, para a obtenção de benefícios de múltiplos serviços ecossistêmicos das florestas plantadas, o *World Wide Fund for Nature* (WWF) lançou em 2007 a plataforma das plantações da nova geração, advogando por um manejo florestal balanceado de forma a integrar produção madeireira e mitigação climática com outros serviços ecossistêmicos importantes à sociedade e ao meio ambiente (SILVA, 2019).

Para melhor compreensão destas relações, é apresentado importante marco conceitual para avaliação de serviços ecossistêmicos de florestas plantadas (**Tabela 4**), em uma perspectiva global.

A literatura também reporta efeitos negativos das florestas plantadas (“desserviços ecossistêmicos”) associados a questões hidrológicas, infestação de ervas daninhas, poluição de águas, erosão de solos e interferências em valores sociais, o que não são problemas intrínsecos dessas florestas mas falhas de planejamento, manejo e engajamento das comunidades no desenho e estabelecimento dos plantios (BARAL *et al.*, 2016).

É compreensível que o padrão mais característico das florestas plantadas no Brasil e na RBCV não apresente de forma homogênea os serviços ecossistêmicos listados na **Tabela 4**, especialmente em relação aos culturais. Da mesma forma, nossas florestas plantadas (salvo em sistemas agroflorestais, que não são significativos na reserva) não produzem alimentos para as pessoas, o que pode ser comum em florestas temperadas (ex. frutas nativas e cogumelos) (BARAL *et al.*, 2016).

Entretanto, os benefícios ambientais desses ecossistemas necessitam de avaliações mais complexas, com abordagens comparativas, visando a subsidiar melhores tomadas de decisão em relação ao uso da terra, priorizando, em última análise, o bem-estar humano.

Assim, é evidente que o planejamento e o ordenamento territorial devem incorporar os

benefícios que esses ecossistemas formados por florestas plantadas proporcionam. Enquanto os dividendos da produção madeireira, por exemplo, se circunscrevem ao produtor e àqueles mais diretamente envolvidos na cadeia produtiva, outros serviços ecossistêmicos são de benefício público, como mitigação climática local e global, regulação hídrica, conservação de solo e serviços de habitat. A escala de fornecimento dos serviços também é variável, o que permite que pessoas a dezenas ou centenas de quilômetros de distância de florestas plantadas delas se beneficiem.

Nesse contexto, para uma análise relevante dos serviços ecossistêmicos das florestas plantadas na RBCV, cabe a pergunta: o que essas florestas plantadas estão substituindo e por o que, hipoteticamente, podem ser substituídas?

É correto inferir que a substituição de ecossistemas nativos por reflorestamento com espécies exóticas leva à diminuição da maioria dos serviços ecossistêmicos e, especialmente, da biodiversidade (serviços de suporte ou de habitat) (VICTOR, 1992; BROCKERHOFF *et al.*, 2013). Essa prática, utilizada no Brasil até as décadas de 1960 (BROCKERHOFF *et al.*, 2013) e 1970, inclusive com apoio governamental, desde há muito deixou de ser realizada pelo setor florestal, especialmente o mais organizado, que passou a adotar práticas mais rigorosas e sustentáveis de produção e manejo de florestas plantadas. Na primeira década de 2000, resquícios de práticas de substituição de florestas nativas por eucalipto, de ocorrência pontual em alguns setores da pequena produção de lenha e carvão na RBCV, foram fortemente coibidas pelo poder público e hoje não representam mais um vetor importante de desmatamento.

Por outro lado, a ocupação do reflorestamento com espécies exóticas em áreas degradadas ou em substituição a outros usos agropecuários, uma prática no Brasil desde o fim da década de 1960, tende a incrementar a maior parte dos serviços ecossistêmicos, até mesmo os de habitat, que possuem relação direta com a biodiversidade (VICTOR, 1992; BROCKERHOFF *et al.*, 2013; BARAL *et al.*, 2016).

Por exemplo, no caso do reflorestamento com eucalipto no Brasil, as duas principais contribuições para a conservação da biodiversidade ocorrem dentro dos talhões, especialmente



Serviços ecossistêmicos	Beneficiário ou uso	Escala ¹	Unidade de medida	Fornecimento de serviços ecossistêmicos de florestas plantadas em relação a			
				Florestas nativas	Campos nativos	Pasto manejado	Agricultura
Serviços de provisão							
Produção de alimentos	Privado / público	P	Nº de alimentos ou Kg ha ⁻¹	Inferior	Inferior	Similar	Inferior
Produtos florestais madeireiros e não madeireiros	Privado	P	M ³ ou ton ha ⁻¹	Superior	Superior	Superior	Superior
Produtos medicinais	Público	P-R	Nº espécies ou kg ha ⁻¹	Inferior	Inferior	Superior	Superior
Água doce	Público	P-R	ML ha ⁻¹ ano ⁻¹	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Serviços de regulação							
Regulação climática local e de qualidade do ar	Público	L-R	°C ou ton. de remoção de poluentes ha ⁻¹ ano ⁻¹	Inferior	Superior	Superior	Superior
Sequestro e estocagem carbono	Público / Privado	P-R	Mg ha ⁻¹	Superior	Superior	Superior	Superior
Recarga de aquíferos	Público / Privado	P-R	--	Inferior	Inferior	Inferior	Superior
Regulação de desastres naturais/ eventos extremos	Público	P-L	Nº de eventos protegidos	Inferior	Superior	Superior	Superior
Regulação e purificação da água	Público / Privado	P-R	M ³ ha ⁻¹	Inferior	Inferior	Superior	Superior
Regulação de doenças	Público		Nº doenças evitadas	Inferior	Indefinido	Superior	Superior
Polinização	Privado / Público	P-R	Nº de, ou impacto de espécies polinizadoras	Inferior	Inferior	Inferior	Superior
Prevenção de erosão, proteção e manutenção da fertilidade do solo	Público / Privado	P	Ha ano ⁻¹	Similar	Inferior	Similar	Superior
Controle biológico	Público / Privado	P-R	Nº de espécies benéficas	Não avaliado	Não avaliado	Não avaliado	Não avaliado
Serviços de suporte ou de habitat							
Habitat para espécies	Público	P-R	Nº de espécies presentes	Inferior	Inferior	Superior	Superior
Manutenção da diversidade genética	Público	P-G	--	Inferior	Inferior	Indefinido	Superior
Serviços culturais							
Valores religiosos e espirituais	Público	P-L	--	Inferior	Inferior	Indefinido	Indefinido
Valores estéticos	Público	P-L	--	Inferior	Inferior	Indefinido	Indefinido
Recreação, ecoturismo, saúde física e mental	Público / Privado	P-R	--	Inferior	Indefinido	Superior	Superior

Tabela 4 | Serviços ecossistêmicos de florestas plantadas: beneficiários, escala de provisão, unidades de medida dos benefícios e comparação de serviços ecossistêmicos de florestas intensivamente manejadas com outros ecossistemas nativos e modificados. Fonte: Elaboração própria. Com base em: Baral *et al.* (2016).

Notas: ¹Escalas: (P) escala da propriedade; (L) escala local, de 100 m – 10 km; (R) escala regional, de 10 – 1000 km; (G) escala global, maior que 1000 km.

quando o manejo permite manutenção de subosque, e na paisagem, pelos fragmentos de vegetação nativa frequentemente associados às plantações florestais (BROCKERHOFF *et al.*, 2013). O setor de árvores plantadas conserva em âmbito nacional 5,6 milhões de hectares de vegetação nativa, mescladas às plantações de produção, proporção de 0,7 ha de área conservada para cada ha plantado (IBÁ, 2019). Estudos demonstram o papel das florestas plantadas também como matriz preferencial para aves da mata atlântica (TEIXEIRA, 2015) e outros grupos de fauna em regiões de floresta estacional semidecidual e cerrado no estado de São Paulo (SANTOS, 2014), quando comparados a outros usos como pastagem, citrus e café. Em outra situação, por sua vez, em estudo com duas espécies de avifauna de mata atlântica, a matriz de cana-de-açúcar se mostrou mais permeável que a do eucalipto (GIUBBINA, 2015).

Outro serviço ecossistêmico relevante das florestas plantadas na RBCV é a remoção e estocagem de carbono. O reflorestamento com o gênero *Eucalyptus* é a terceira categoria de cobertura florestal da reserva – com 6%, precedido pelas formações floresta ombrófila densa (30% da RBCV) e contatos com floresta ombrófila mista (12%), seguidas de outras formas de vegetação com menor área ocupada. A quantificação de carbono estocado nos diferentes compartimentos dos tipos florestais ocorrentes na RBCV (em toneladas por hectare) foi calculado a partir das referências de literatura, considerando os distintos estágios de desenvolvimento dessas formações (maduro e em crescimento) e seus diversos compartimentos de armazenamento de carbono (biomassa viva acima e abaixo do solo; biomassa morta lenhosa e serrapilheira; e matéria orgânica no solo (IPCC, 2006; FAO, 2006; BERNOUX *et al.*, 2002).

Para as formações em estágio maduro, foi utilizado valor único de acúmulo final de biomassa, enquanto que para as florestas plantadas em estágio de crescimento é indicado taxa única de acúmulo anual específico para *Eucalyptus* spp ou *Pinus* spp. Assim, considerou-se que as unidades em crescimento apresentam idade média entre a idade de plantio (zero) e a maturidade comercial (*Eucalyptus* = 7 anos, idade média = 3,5 anos; e *Pinus* = 21 anos, idade média = 10,5 anos).

As estimativas realizadas para este estudo indicam que a estocagem atual de carbono

por esses tipos florestais na RBCV atinge a ordem de 23 milhões de toneladas em equivalente CO₂ (C-CO₂). Já a estimativa da taxa anual de remoção de carbono atmosférico, devido ao crescimento dessas florestas, é de quase seis milhões de toneladas de C-CO₂. Assim, verifica-se que entre os serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas plantadas no território da RBCV, destaca-se a sua contribuição para a amenização climática global e a redução da concentração de carbono atmosférico.

Na RBCV, um novo cenário torna-se preocupante: o da substituição de florestas plantadas por outros usos e ocupações, como urbanos e de infraestrutura. A RBCV possui cerca de 120 mil hectares de áreas plantadas principalmente com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (SÃO PAULO, 2010). Em contexto metropolitano ou de áreas que vêm experimentando alta valorização imobiliária, é tendência que o custo de produção madeireira seja sobrepujado pelo custo das terras para outras finalidades. Essa lógica de mercado possui potencial, ainda não devidamente estimado, de promover substituição da atividade florestal por usos que impliquem em perdas substantivas de serviços ecossistêmicos.

Ao contrário do crescimento urbano sobre vegetação nativa, que se dá principalmente por ocupações e supressões de vegetação irregulares, as áreas de florestas plantadas possuem potencial muito maior de conversão de uso pelas vias legais, com os devidos licenciamentos e autorizações. Isso é indiscutivelmente positivo, já que o licenciamento tende a garantir a essas áreas importantes salvaguardas ambientais. Entretanto, não se pode assegurar que o balanço final de serviços ecossistêmicos seja automaticamente positivo, especialmente à luz do histórico padrão de ocupação na RBCV.

O município de Cajamar, na RMSP, a sudeste da capital paulista, exemplifica este cenário de ocupação de grandes áreas cobertas com reflorestamento (Figura 7). A partir de 2000, a indústria logística iniciou suas atividades, com a instalação de gigantes galpões industriais e forte impacto territorial ao longo do eixo da Via Anhanguera (EIGENHEER, 2018).

As manchas urbanas na RBCV totalizam 315.111 ha. Em um cenário extremo, de plena conversão das áreas de florestas plantadas em usos urbanos, de logística e correlatos,



Figura 7 | Transformação urbana em Cajamar: Reflorestamentos (2008) cedem lugar para centros de distribuição (2020). Fonte: *Google Earth* (2020).

essas manchas cresceriam em cerca de 35%, trazendo consigo perdas inestimáveis de serviços ecossistêmicos e de bem-estar humano, com agravamento de problemas como ilhas de calor, inundações, erosão de solo, diminuição de qualidade e disponibilidade de água, perdas de habitat e corredores para biodiversidade e agravamento de impactos às florestas nativas por aumento nos efeitos de borda, entre outros. Naturalmente, esse cenário extremo teria

limitações intrínsecas de ocorrência, posto que muitas das áreas reflorestadas não seriam aptas e legalmente passíveis de ocupação urbana; adicionalmente, nem todos os padrões de ocupação são necessariamente ruins. Em alguns loteamentos e condomínios, por exemplo, o saldo em áreas verdes antes e após o empreendimento pode ser positivo. Ainda assim, o tema inspira preocupações e deve merecer atenção especial no planejamento territorial da RBCV.

Tabela 5 | Impactos do período de estiagem 2013-2015 na produção madeireira, vulnerabilidade a incêndios e pragas/doenças e impacto econômico em quatro grandes empresas florestais com plantios nas bacias de abastecimento da cidade de São Paulo e vizinhanças. Fonte: Victor *et al.* (2018: 64).

Entre 2013 e 2015, a região sudeste do Brasil enfrentou uma severa crise no abastecimento de água, resultado direto de variações nos padrões históricos dos índices pluviométricos. Como os reservatórios de abastecimento de água dependem da estação chuvosa para o seu preenchimento, as secas e elevadas temperaturas ocorridas desde 2013 fizeram com que seus níveis atingissem volumes críticos em 2014. O sistema de abastecimento mais comprometido foi o Cantareira, principal fornecedor de água para a RMSP que, na época, abastecia mais de 8 milhões de pessoas (AMBRIZZI e COELHO, 2018; BUCKERIDGE e RIBEIRO, 2018; MILANO *et al.*, 2018; BRAGA e KELMAN, 2016).

Além das questões ligadas à segurança hídrica do maior contingente populacional do Brasil, as anomalias de precipitação mais severas

em 65 anos impactaram outros serviços ecossistêmicos e, potencialmente, a biodiversidade da RBCV (BUCKERIDGE e RIBEIRO, 2018). Produção de alimentos, lazer e turismo e produção madeireira foram alguns dos serviços ecossistêmicos afetados. Questionários com quatro empresas florestais com plantações na RBCV e áreas circunvizinhas revelaram que os impactos da estiagem se refletiram na produção madeireira, maior vulnerabilidade a incêndios e a pragas e doenças (com destaque para o percevejo bronzeado - *Thaumastocoris peregrinus*) (VICTOR *et al.*, 2018).

A **Tabela 5** destaca esses impactos e a **Figura 8** representa as prováveis consequências desses impactos ao bem-estar humano dos produtores florestais, diferenciados entre pequenos e grandes produtores.

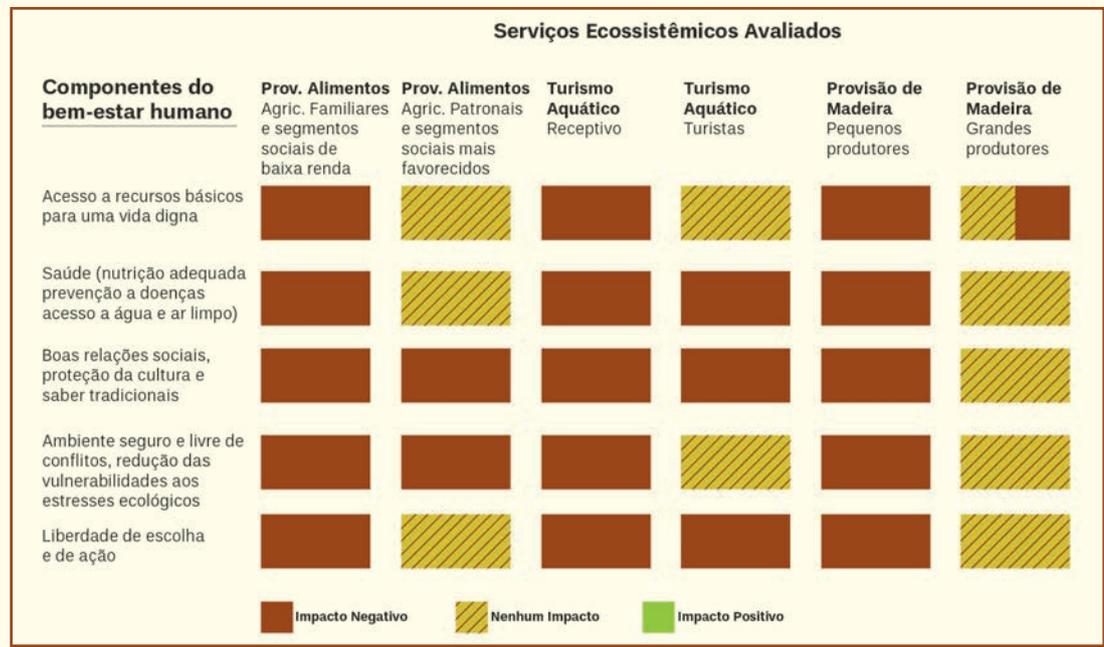
Empresa	Produção madeireira	Vulnerabilidade a incêndios	Vulnerabilidade a pragas e doenças	Impacto econômico
A	Diminuiu discretamente	Aumento significativo	Aumento significativo	Prejuízo econômico discreto
B	Não se alterou	Aumento significativo	Aumento discreto	Prejuízo econômico discreto
C	Diminuiu discretamente	Não se alterou	Aumento discreto	Prejuízo econômico discreto
D	Diminuiu consideravelmente	Não se alterou	Aumento significativo	Prejuízo econômico significativo

Para além da produção madeireira, é necessária a visão sistêmica e sinérgica entre os vários componentes ecossistêmicos na RBCV: estiagens severas afetam o bem-estar humano pelo impacto na segurança hídrica e pela redução de outros serviços dos quais dependem importantes setores econômicos; por outro lado, as florestas plantadas contribuem ao abastecimento público pelos serviços de provisão e

regulação da água por elas proporcionados. Considerando que parte dos problemas do abastecimento da RMSP se relacionam com uso e ocupação da terra (BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2018), é importante assegurar o correto manejo das florestas plantadas e mitigar as eventuais perdas dos serviços hídricos dessas áreas em virtude de sua conversão para usos urbanos e outros com potenciais impactos negativos sobre a água.

Quadro 1 | Crise hídrica e produção florestal na RBCV.

Figura 8 | Prováveis consequências sobre o bem-estar humano dos serviços ecossistêmicos afetados pela crise hídrica. Fonte: Victor *et al.* (2018: 67).



CONCLUSÕES

A melhoria da produtividade das florestas plantadas, sobretudo ao longo do século 20, no Brasil e, de forma especial, na RBCV, decorre do desenvolvimento de tecnologia em todos os setores ligados à produção florestal, desde a produção de sementes e mudas melhoradas geneticamente, aos tratamentos silviculturais e a colheita e processamento dos produtos florestais madeireiros, não madeireiros e seus derivados. Esses avanços estão refletidos na significativa produção florestal do estado de São Paulo e, especificamente, do território da RBCV e de seus municípios integrantes. Os valores das produções florestais anuais do estado e da RBCV ultrapassam as grandezas de 1,6 bilhão e 198 milhões de reais, respectivamente. Ainda que a representatividade do valor econômico da produção florestal da RBCV seja diminuta em relação ao seu PIB global, esta é altamente significativa para alguns municípios, atingindo a margem de décimos e ultrapassando a proporção de 8% do PIB municipal específico. Ademais, a reserva produz consideráveis 42% (2017) do carvão vegetal do estado de São Paulo e, abaixo da escala regional, a atividade florestal representa excelente oportunidade de negócio econômico para pequenos e médios proprietários de terra que exercem atividades em seus municípios.

A abordagem dos serviços ecossistêmicos traz um outro olhar sobre essas florestas para além da madeira e outros produtos derivados. A identificação destas florestas plantadas como provedoras de serviços ecossistêmicos lança

uma perspectiva inovadora e necessária para o planejamento e ordenamento territorial da RBCV. Sua função de habitat e conectividade na paisagem é importante para a conservação da biodiversidade, ao passo que remoção e estocagem de carbono, conservação do solo, regulação hídrica e climática compõem outros elementos importantes ao bem-estar humano. Para que esses objetivos sejam atingidos, é necessário incentivarem-se as boas políticas e práticas produtivas e o correto manejo florestal, visando à redução ou eliminação de eventuais “desserviços ecossistêmicos” desses ecossistemas.

Diante da tendência observada de substituição das florestas plantadas por usos urbanos e de infraestrutura, é urgente que o tema entre no radar do planejamento territorial da RBCV, para fins de adoção de medidas preventivas e mitigadoras na escala dos empreendimentos e da própria reserva da biosfera. Sem prejuízo de outras respostas no campo das políticas públicas, sugerem-se: *i*) ações de incentivo à permanência da atividade florestal, mediante, por exemplo, pagamentos por serviços ambientais; *ii*) transformação de parte desses imóveis em áreas públicas e unidades de conservação, considerando-se, a título de exemplo, as possibilidades de medidas compensatórias que a legislação ambiental estabelece; e *iii*) ampla discussão e implementação de formas mais sustentáveis de conversão dessas florestas, valorizando a manutenção de serviços ecossistêmicos relevantes para a biodiversidade, o bem-estar humano e a economia no território da RBCV.



REFERÊNCIAS

- AMBRIZZI, T.; COELHO, C. A. S. (2018). A crise hídrica e a seca de 2014 e 2015 em São Paulo: Contribuições do clima e das atividades humanas. In: Buckeridge, M. and Ribeiro, W. C. **Livro Branco da Água: A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados. 175, p. 22-35.
- ARAUJO, V. A. *et al.* (2017). Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 90, p. 189-200.
- BARAL, H.; *et al.*, (2016). A proposed framework for assessing ecosystem goods and services from planted forests. **Ecosystem Services**, v. 22, p. 260-268.
- BERNOUX, M. (2002). Brazil's soil carbon stocks. **Soil Science Society of America Journal**, 66:888-896.
- BRAGA, B.; KELMAN, J. (2016). Facing the challenge of extreme climate: the case of Metropolitan São Paulo. **Water Policy**, 18(S2), 52-69.
- BRASIL (2014). **Decreto n. 8.375, de 11 de dezembro de 2014**. Define a Política Agrícola

para Florestas Plantadas. Publicado no DOU de 12.12.2014.

BROCKERHOFF, E. G. *et al.* (2013). Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 43-50.

BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. (coord). (2018). **Livro Branco da Água: A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados. 175 p.

DOBBS *et al.* (2018). Benefícios de la silvicultura urbana y periurbana In: **Unasylva 250**, Vol. 69, 2018/1, 88p. p. 22-29.

EIGENHEER, D. M. (2018). **Vetor noroeste e eixo São Paulo - Campinas: novos territórios metropolitanos**. Daniela Maria Eigenheer; Orientador Nestor Goulart Reis. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo. 129 p.

GIUBBINA, M. F. (2015). **O efeito da estrutura da matriz na percepção de aves de sub-bosque na paisagem**. Dissertação de mestrado, UNESP. 60 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019a). **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura, 2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705>>. Acesso: 24/10/2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019b). Cidades e estados. (Banco de Dados. Todos os Municípios - SP). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2018). **Núcleo de Estudos Estatísticos Cadastrais – NEEC**, 2018. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/estatisticas-cadastrais/estrutura_fundiaria_-_brasil-07-2018.pdf>. Acesso em: 16/10/2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations (2020). **Global Forest Resources Assessment 2020: Main report**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 184 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations (2010). **Global Forest Resources Assessment 2010 – Main report**. FAO Forestry Paper 163, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations (2006). **Global Forest Resources Assessment 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management**, FAO Forestry Paper 147. FAO, Rome, Italy.

Google Earth (2020). Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso: 14 set. 2020.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores (2019). **Relatório 2019 / Report 2019**. Indústria Brasileira de Árvores, Brasília, DF, 80 p.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2006). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme**, EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T. and TANABE K. (eds). Published: IGES, Japan.

KANNINEN, M. (2010). Plantation forests: Global perspectives. In Bauhus, J.; Meer, P.; Kanninen, M. (Eds.), **Ecosystem goods and services from plantation forests**. (pp. 205-227). Washington, DC: Earthscan.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018). **Projeções do Agronegócio - Brasil 2017/18 a 2027/28 - Projeções de Longo Prazo**. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : MAPA/ACE, 112 p.

McDONALD, R. *et al.* (2018). Nature in the Urban Century: A global assessment of where and how to conserve nature for biodiversity and human wellbeing, The Nature Conservancy - TNC.

MILANO, M., *et al.* (2018). Water supply basins of São Paulo metropolitan region: hydro-climatic characteristics of the 2013-2015 water crisis. **Water**, 10(11), 1517; pp 1-19; doi:10.3390/w10111517.

PEVS – **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura** (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>>. Acesso: 13 set. 2020.

RICKETTS, T.H. (2001). The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscape. **The American Naturalist**, 158: 87-99.

SANTOS, J. S. (2014). **Influência da permeabilidade da matriz e da heterogeneidade da paisagem na conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres**. Tese de Doutorado. INPE, 82 p.

SÃO PAULO (Estado). (2010). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (2008-2009)**, São Paulo: SMA/Instituto Florestal.

SILVA, L. N.; FREER-SMITH, P.; MADSEN, P. Production, restoration, mitigation: a new

generation of plantations. **New Forests**, v. 50, n. 2, p. 153-168, 2019.

SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais (2020). **Portal do SNIF**. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>>. Acesso: 14 set. 2020.

SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais (2019). **Boletim SNIF 2019**. Ed. 1. 2019. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, DF., 37 p.

TEIXEIRA, F. D. (2015). O papel da matriz sobre os padrões de diversidade da comunidade de aves em fragmentos de Mata Atlântica. **Dissertação de Mestrado**. UFMG, 59 p.

THOMPSON, I. D. *et al.* (2014). Biodiversity and ecosystem services: lessons from nature to improve management of planted forests for REDD-plus. **Biodiversity and conservation**, v. 23, n. 10, p. 2613-2635.

UNITED NATIONS. (2019). Department of Economic and social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects 2018: Highlights** (ST/ESA/SER.A/421), 38 p.

VICTOR, M. A. M. (1992). Aspectos positivos y negativos de reforestaciones industriales con especies introducidas. **Bosques y Futuros**, n. 8, p. 3-8.

VICTOR, R. A. B. M. *et al.* (2018). A escassez hídrica e seus reflexos sobre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. In: BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. Livro Branco da Água: A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados. 175, p. 54-73.



GLOSSÁRIO

A

Alóctone | Espécie que não é originária da região onde se encontra.

B

Biomassa | Agregação de tecidos de origem orgânica, vivos ou mortos, em um indivíduo, sistema ou comunidade.

C

Carvão vegetal | Combustível para geração de energia feito da queima parcial da madeira.

CO₂ equivalente | Medida quantitativa de um gás de Efeito Estufa (GEE) em comparação ao CO₂, levando em consideração o Potencial de Aquecimento Global desse gás. Expressa o quanto de CO₂ seria emitido caso o GEE em questão fosse emitido na forma deste gás.

E

Eucalyptus | Gênero de plantas originário da Oceania com grande importância comercial devido a suas propriedades físicas e químicas, que possibilitam diversos usos.

G

Goma resina | Produto de espécies de pinus extraídos através da resinagem, comumente utilizado em produtos farmacêuticos, cosméticos e de limpeza.

H

Habitat | Local no qual vive determinado organismo, inclui suas dimensões físicas, químicas e biológicas.

I

Imóvel rural | Prédio rústico em área contínua, independente da localização (perímetro urbano, suburbano ou rural), que realiza atividades de exploração extrativa, agrícola, pecuária ou agro-industrial.

L

Látex | Líquido branco-leitoso encontrado nos vasos laticíferos de algumas plantas, como, por exemplo, a seringueira (*Hevea brasiliensis*), utilizado para a produção de borracha.

Lenha | Termo utilizado no campo energético para se referir a madeira empregada para geração de energia.

M

Matriz | Um complexo de mosaicos de diferentes tipos de uso e cobertura da terra que cercam as áreas de habitat (RICKETS, 2001).

P

Permeabilidade da matriz | O quanto organismos são capazes de se movimentar na matriz, função não apenas de sua composição e estrutura, mas também de características biológicas das espécies (GIUBBINA, 2015; RICKETTS, 2001).

P

Pinus | Gênero de plantas pertencente à família Pinaceae, com ocorrência natural quase que exclusiva do Hemisfério Norte. Sua madeira é utilizada na construção civil, movelaria, produção de papel e celulose entre outros usos, além da resinagem, que possui grande valor comercial.

Produto Interno Bruto (PIB) | Somatória de todos os bens e serviços produzidos em uma cidade, estado ou país, geralmente no período de um ano.

S

Serrapilheira | Biomassa acumulada sobre o piso da superfície de sistemas vegetais. Originária da queda de órgãos ou partes das plantas locais.

Serviços ecossistêmicos | Benefícios diretos e indiretos que o homem obtém a partir das interações que ocorrem nos ecossistemas.

Silvicultura | Ciência dedicada ao estudo das técnicas naturais e artificiais de restauração, melhoramento e manutenção das florestas, definindo a forma e momento no qual serão feitas intervenções a fim de satisfazer as necessidades do mercado.

T

Tora | Peça de madeira serrada sem ramos e galhos, com ou sem casca.

PARTE 1

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO



1.3 PRODUTOS BIOQUÍMICOS, MEDICAMENTOS NATURAIS E PRODUTOS FARMACÊUTICOS: O POTENCIAL FARMACOLÓGICO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS NA RBCV

Coordenadora

Massako Nakaoka Sakita | IF/SIMA

Autores

Massako Nakaoka Sakita | IF/SIMA

Denis Soares de Melo | UFBA

Autores contribuintes

Marina Mitsue Kanashiro | IF/SIMA

Debora Alves Ribas | Pesquisadora independente

Bely Clemente Camacho Pires | Pesquisadora independente – RdA

Foto de abertura do capítulo:
Lantana camara L.,
cambará - medicinal e tóxica.
Fonte: Massako Nakaoka
Sakita (2013).



SUMÁRIO



Resumo.....	135
1 Introdução.....	136
2 Serviço de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos	136
2.1 Plantas medicinais no Brasil.....	138
3 Provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos na RBCV	142
3.1 As espécies tóxicas na RBCV: identificação, cuidados e medidas preventivas.....	150
4 Contribuição dos serviços de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos para o bem-estar humano na RBCV	156
Conclusões	162
Referências.....	163
Glossário	167

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Mercado mundial de fitoterápicos.
- Figura 2** Cadeia produtiva de plantas medicinais.
- Figura 3** Uso de plantas medicinais para pesquisa.
- Figura 4** Uso de fitoterápicos na rede pública (Sistema Único de Saúde) do Brasil.
- Figura 5** Quantidade de saída e de entrada de fitoterápicos, no Sistema Único de Saúde, de 2012 a 2018.
- Figura 6** Criação e produção industrial de medicamentos a partir de princípios ativos de plantas.
- Figura 7** Áreas potenciais de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos.
- Figura 8** *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less.
- Figura 9** *Holocalyx balansae* Mich.
- Figura 10** *Cestrum nocturnum* L.
- Figura 11** *Triifolium repens* L.
- Figura 12** *Euphorbia cotinifolia* L.
- Figura 13** *Erythrina crista-galii* L.
- Figura 14** *Euphorbia milii* L.
- Figura 15** *Jatropha curcas* L.
- Figura 16** Mandala medicinal implantada por alunos do PJ-MAIS no NEE Horto / Cantareira.
- Figura 17** Relação entre as principais atividades sobre os sistemas biológicos e o número de espécies encontradas no levantamento botânico da RBCV.

QUADRO

- Quadro 1** Mandala e horta medicinal.

TABELAS

- Tabela 1** Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV.
- Tabela 2** Lista alfabética de algumas espécies medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas.

SIGLAS



MEA *Millennium Ecosystem Assessment* - Avaliação Ecosistêmica do Milênio

BIOTA/FAPESP Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Recuperação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo

CBIF *Canadian Biodiversity Information Facility*

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CRIA Centro de Referência em Informação Ambiental

FAPESP Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FEBRAFARMA Federação Brasileira da Indústria Farmacêutica

FINEP Financiadora de Estudos e Projetos

FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz

JRS Foundation *JRS Biodiversity Foundation*

MCTIC Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

OMS Organização Mundial da Saúde

PJ- MAIS Programa de Jovens - Meio Ambiente e Integração Social

PROMAFS (Oficina de) Produção e Manejo Agrícola e Florestal Sustentáveis

RAM Mecanismo de Reação Adversa

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

SES Secretaria de Estado da Saúde

SINITOX Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas

SUS Sistema Único de Saúde





RESUMO

De acordo com Organização Mundial da Saúde (OMS), o uso de plantas medicinais na terapêutica é tão antigo quanto a própria civilização e está relacionado com a evolução do homem. As plantas medicinais, as preparações fitofarmacêuticas e os produtos naturais isolados constituem um mercado que movimenta bilhões de dólares, tanto em países industrializados como em desenvolvimento. Os fitoterápicos sempre representaram uma parcela expressiva no mercado de medicamentos. O setor movimentou, mundialmente, US\$ 25 bilhões por ano em 2008. No Brasil foram vendidas aproximadamente 56 milhões de unidades de fitoterápicos em 2014, gerando um faturamento total de R\$ 1,1 bilhão, que representa 2,8% do faturamento do mercado de medicamentos em geral. Atualmente, 12 espécies de plantas fazem parte da Relação Nacional de Medicamentos Essenciais – RENAME, do SUS. Dentro do escopo dos serviços ecossistêmicos da RBCV e sua relação com o bem-estar humano, o presente trabalho teve como objetivo efetuar um levantamento e mapeamento da vegetação com estudos publicados sob o ponto de vista químico, farmacológico, fitoquímico, medicinal e tóxico. De acordo com o levantamento preliminar efetuado em 277 plantas entre as 2.256 espécies catalogadas pelo BIOTA-FAPESP, de ocorrência nos 78 municípios da RBCV, todas as espécies listadas neste diagnóstico apresentaram algum estudo, demonstrando o potencial que esta vegetação apresenta como serviços de provisão de produtos naturais. Entre as 277 plantas catalogadas, 20 espécies constam da lista das 74 plantas medicinais selecionadas para estudos de interesse ao SUS, com monografias e estudos farmacológico pré-clínico, clínico e toxicológico necessários para sua distribuição e uso pela população. A análise do potencial farmacológico das espécies encontradas na RBCV traz resultados promissores para os 78 municípios que compõem o Cinturão Verde, no tocante à utilização dessas plantas sob o ponto de vista medicinal e farmacológico, contribuindo com o desenvolvimento de ações relacionadas à conservação e preservação da vegetação para as gerações presentes e futuras.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais na terapêutica é tão antigo quanto a própria civilização e está relacionado com a evolução do ser humano (UNESCO, 1996). Segundo Brito (1996), países como França e Alemanha reconhecem oficialmente o uso de plantas medicinais para uso terapêutico e possuem farmacopeias especializadas no assunto. Para Di Stasi (1996), as plantas medicinais referem-se única e exclusivamente às espécies vegetais que durante gerações foram incorporadas na cultura dos povos graças ao seu potencial terapêutico.

Cerca de 250 mil espécies vegetais são fontes de drogas para a população mundial e, aproximadamente 220 drogas usadas atualmente, são derivadas de plantas (NEVES, 2001). Dos medicamentos utilizados na terapia moderna, 24% foram produzidos pela extração de produtos naturais, dos quais 120 são obtidas de plantas (HOSTETTMANN *et al.*, 2003).

Tanto a pressão urbana sobre os recursos naturais como exploração comercial de plantas medicinais, podem comprometer a disponibilidade deste serviço ecossistêmico em determinadas regiões. Os apelos econômicos destas plantas, que se apresentam como alternativa de geração de renda, aumentam os riscos de destruição do nicho ecológico de várias espécies, podendo levar à erosão genética (MONTANARI JÚNIOR, 2002), já que a degradação acelerada dos ecossistemas e o desmatamento está provocando a extinção de espécies nativas (RODRIGUES; VICTOR; PIRES, 2006).

Incluindo integralmente as regiões metropolitana de São Paulo e da Baixada Santista e municípios de características periurbanas, a RBCV foi declarada pela UNESCO em 1994, com o objetivo de promover o equilíbrio entre o cinturão verde da cidade de São Paulo e as cidades que ele circunda. Na definição de seus limites, foram considerados os aspectos sistêmicos de seu metabolismo para assegurar a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos de suas áreas e o bem-estar da população dessa região (RODRIGUES; VICTOR; PIRES, 2006).

Na RBCV, os principais tipos de vegetação são a Floresta Atlântica Ombrófila Densa e Semi-decidual, áreas de contato Savana/Floresta

Ombrófila Densa, Cerrado, Campos Naturais, Florestas de Altitude, Restingas e Manguezais, com cerca de 757 mil hectares de vegetação nativa. Nessa área, predomina a Mata Atlântica, um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do planeta.

Localmente, as matas do Cinturão Verde são determinantes no oferecimento de serviços ecossistêmicos essenciais à manutenção da vida, como formação dos solos, ciclagem de nutrientes, produção primária, polinização, resiliência. Em função da sua biodiversidade, o Cinturão Verde se constitui como reserva para descobertas em benefício do ser humano, como a produção de fármacos e substâncias de valor econômico e se configura como importante provedor de produtos medicinais naturais (RODRIGUES; VICTOR; PIRES, 2006). Embora a biodiversidade (plantas e animais) seja fonte de vários componentes usados em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos, este capítulo abordará somente os usos de plantas medicinais, sua abordagem na legislação brasileira, espécies existentes na região abrangida pela RBCV (incluindo espécies consideradas tóxicas) e sua contribuição com o bem-estar humano, especificamente para tratamentos de saúde.

2 | SERVIÇO DE PROVISÃO DE PRODUTOS BIOQUÍMICOS, MEDICAMENTOS NATURAIS E PRODUTOS FARMACÊUTICOS

Muitas espécies abrigadas pelos ecossistemas são fundamentais para a saúde humana. Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment - MEA (MILLENNIUM..., 2005), importantes drogas, como a aspirina, são derivadas de produtos naturais, levando a indústria farmacêutica a investir pesadamente na exploração de espécies presentes em florestas tropicais e corais de recifes. Ainda segundo a Avaliação do Milênio, a malária, umas das doenças mais letais do mundo, tem sido historicamente tratada com medicamentos derivados de produtos naturais, como o quinineo. Produtos naturais também são importantes fontes de novos componentes de fármacos para tratamento de doenças como câncer.



As plantas medicinais, as preparações fitofarmacêuticas e os produtos naturais isolados constituem um mercado que movimenta bilhões de dólares, tanto em países industrializados como em desenvolvimento (SKELLY, 1996). Na indústria farmacêutica brasileira, em 1996, foi registrado que 25% dos US\$ 8 bilhões de faturamento foram provenientes de medicamentos derivados de plantas (GUERRA; NODARI, 2003). Os fitoterápicos sempre apresentaram uma parcela expressiva no mercado de medicamentos. Segundo Carvalho (2008), o setor movimenta mundialmente US\$ 21,7 bilhões por ano. Segundo o IMS Health, citado por ANVISA (2015), em 2014 foram vendidas no Brasil aproximadamente 56 milhões de unidades de fitoterápicos, faturando um total de R\$ 1,1 bilhão, que representa 2,8% do faturamento do mercado de medicamentos em geral. (ANVISA, 2019).

De acordo com Alves (2010), o comércio mundial de fitoterápicos entre 2002 e 2005 foi da ordem de US\$ 25 bilhões por ano, sendo US\$ 7 bilhões na Europa (onde a Alemanha é responsável por 50% desse valor) e US\$ 4 bilhões na Ásia (Figura 1). No Brasil esse mercado alcança US\$ 160 milhões por ano. Uma estimativa da Global Industry Analysts (TERRA, 2013) sobre o mercado mundial de suplementos de ervas medicinais indicava que deveriam ser movimentados US\$ 107 bilhões em 2017.

A Figura 2 mostra a cadeia produtiva de plantas medicinais, elaborada com base em

Rodrigues; Nogueira (2008) e Batalha *et al.*, (2003).

A Figura 2 ilustra o acesso do consumidor final às plantas medicinais, que pode ser feito diretamente nos ecossistemas, como indiretamente por meio de produtores ou intermediários (vendas com ou sem manipulação). Observa-se também processos de cultivo, pesquisa, industrialização, comercialização e uso dessas plantas em diferentes produtos, como cosméticos, medicamentos e alimentos, possibilitando a movimentação financeira, além da já citada especificamente para o mercado fitoterápico.

A Fitoterapia descreve medidas preventivas contra as enfermidades e tratamento de doenças e distúrbios da saúde por meio do uso de plantas e pelas suas preparações. As plantas

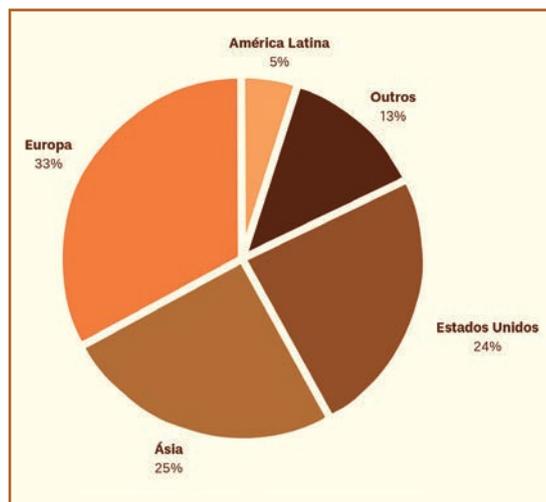


Figura 1 | Mercado mundial de fitoterápicos. Fonte: International Medical Statistics (2008 apud ALVES, 2010)

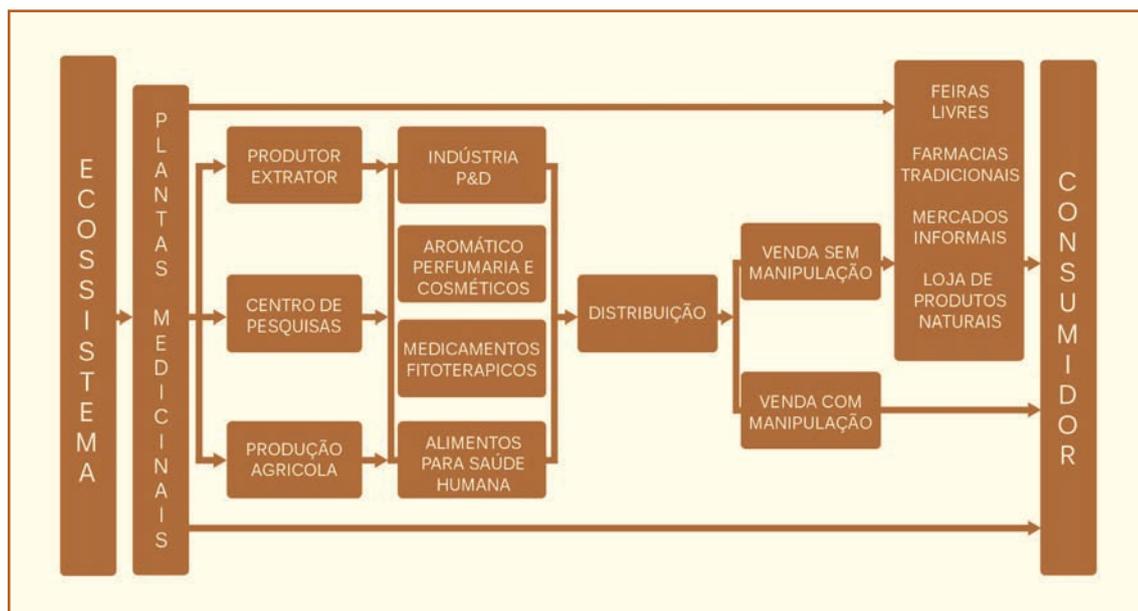


Figura 2 | Cadeia produtiva de plantas medicinais. Fonte: Elaboração própria. Com base em Rodrigues e Nogueira (2008) e Batalha *et al.* (2003).

utilizadas para esse fim são denominadas de plantas medicinais¹. A fitoterapia é somente uma parte do estudo mais abrangente das plantas medicinais, o qual engloba a fitoquímica, a fitofarmácia, a fitofarmacologia e a fitoterapia (Figura 3).

A *fitoquímica* ocupa-se exclusivamente dos constituintes das plantas e descreve possíveis compostos que possam ser investigados quanto à sua ação farmacológica. O objetivo da *fitofarmácia* é a droga vegetal, isto é, para cada medicamento, a matéria prima necessária, que pode ser usada sob a forma de chá ou de preparações farmacêuticas, obtidas através de diferentes métodos extrativos. Uma parte importante da fitofarmácia é a farmacognosia que identifica a droga vegetal por inspeção e métodos físico-químicos altamente especializados para a identificação da droga vegetal. A *fitofarmacologia* engloba a *farmacologia pré-clínica* (eficácia e mecanismo de reação adversa - RAM - do fármaco nos animais mamíferos) e farmacologia clínica (eficácia e mecanismo de reação adversa - RAM - do fármaco no ser humano, voluntário sadio), com importância na avaliação da eficácia dos medicamentos fitoterápicos. A *fitoterapia* descreve as possibilidades e limites do tratamento com medicamentos fitoterápicos nas indicações da medicina humana (FINTELMANN; WEISS, 2010).

2.1 | Plantas medicinais no Brasil

No Brasil, o uso de plantas medicinais, principalmente em populações carentes, é decorrente de vários fatores, incluindo o difícil acesso à assistência médica e farmacêutica, o custo dos medicamentos industrializados e à tendência dos consumidores a utilizarem produtos de origem natural decorrente de uma consciência ecológica estabelecida nos últimos anos (SIMÕES *et al.*, 1998).

Apesar do uso de plantas com finalidades medicinais ser bastante antigo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aceitou que os fitoterápicos são eficazes na profilaxia e no tratamento e cura de várias doenças somente em 1978. Em 2005, a OMS publicou o documento *Política Nacional de Medicina Tradicional e Regulamentação de Medicamentos Fitoterápicos*², que discute a situação mundial a respeito de políticas de medicina tradicional e fitoterápicos, reforçando o compromisso com o estímulo e com sua inserção no sistema oficial de saúde de seus 191 estados membros, incluindo o Brasil. A inclusão brasileira é reforçada pelo fato do país ter a maior diversidade genética vegetal do mundo, totalizando aproximadamente 55.000 espécies catalogadas de um total estimado entre 350.000 e 550.000 espécies e, também, por possuir ampla tradição do uso das plantas medicinais, vinculada ao conhecimento popular, transmitido oralmente por gerações.

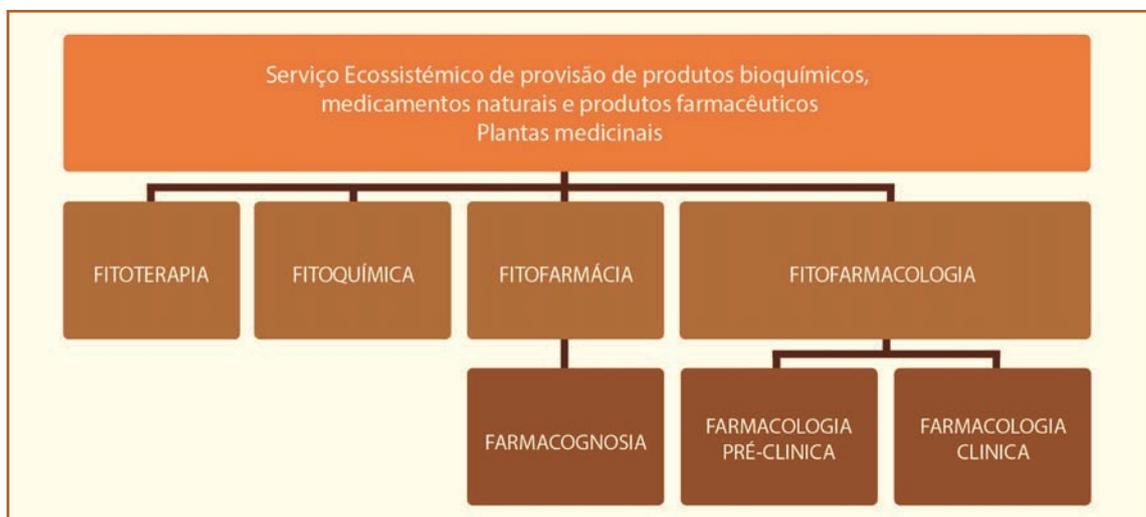


Figura 3 |
Uso de plantas
medicinais para
pesquisa.
Fonte: elaboração
própria.

¹ Plantas medicinais - é a planta selecionada, silvestre ou cultivada, utilizada popularmente como remédio no tratamento de doenças.

² Medicamentos fitoterápicos - é todo medicamento tecnicamente obtido e elaborado empregando-se exclusivamente matérias-primas vegetais, com finalidade profilática (medidas que visam prevenir, em nível

populacional, uma doença), curativa ou para fins de diagnóstico, com benefício para o usuário. É o produto final acabado, embalado e rotulado. Não podem estar incluídas substâncias ativas de outras origens, não sendo considerado produto fitoterápico quaisquer substâncias ativas isoladas (ainda que de origem vegetal), ou mesmo em misturas.



Com a aprovação e a publicação do Decreto nº 5.813, em 22 de junho de 2006 (BRASIL, 2006a), instituindo a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos - (PNPMF) e com a publicação pelo Ministério da Saúde do texto: “A Fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos” (BRASIL, 2006b), contendo a listagem de 74 plantas já utilizadas pela população, a fitoterapia reforçou seu papel de resgatar a cultura tradicional do uso de plantas medicinais, de contribuir com o fortalecimento dos princípios fundamentais do Sistema Único de Saúde (SUS) e de propiciar a uniformização dos padrões de produção e fornecimento das plantas medicinais e fitoterápicos, garantindo a qualidade nos serviços e insumos disponíveis aos usuários do SUS (RODRIGUES; SANTOS; AMARAL, 2006).

Nestas 74 plantas selecionadas foram efetuados ensaios farmacológicos pré-clínicos e/ou clínicos de toxicologia pré-clínica e/ou clínica toxicológica. Esta legislação amplia as opções terapêuticas aos usuários, com garantia de acesso às plantas medicinais (coleta e identificação botânica correta), fitoterápicos e serviços relacionados à fitoterapia, com segurança, eficácia e qualidade, na perspectiva da integralidade da atenção à saúde, considerando o conhecimento tradicional das plantas medicinais (BRASIL, 2006a; 2006b).

Entre as diretrizes contidas no Decreto podem-se citar:

- Regular o cultivo, o manejo sustentável, a produção, a distribuição e o uso de plantas medicinais e fitoterápicos, conforme as experiências da sociedade civil nas suas diferentes formas de organização;
- Promover a formação técnico-científica e capacitação no setor de plantas medicinais e fitoterápicos; incentivar a formação e a capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e inovação em plantas medicinais e fitoterápicos; estabelecer estratégias de comunicação para divulgação do setor de plantas medicinais e fitoterápicos;
- Fomentar pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação com base na biodiversidade brasileira, abrangendo

espécies vegetais nativas e exóticas adaptadas, priorizando as necessidades epidemiológicas da população;

- Incentivar a incorporação racional de novas tecnologias no processo de produção de plantas medicinais e fitoterápicos;
- Garantir e promover segurança, eficácia e qualidade no acesso a plantas medicinais e fitoterápicos; promover o uso sustentável da biodiversidade e a repartição dos benefícios derivados do uso dos conhecimentos tradicionais associados e do patrimônio genético;
- Promover a inclusão da agricultura familiar nas cadeias e nos arranjos produtivos das plantas medicinais, insumos e fitoterápicos;
- Estabelecer uma política intersetorial para o desenvolvimento socioeconômico na área de plantas medicinais e fitoterápicos;
- Incrementar as exportações de fitoterápicos e insumos relacionados, priorizando aqueles de maior valor agregado;
- Estabelecer mecanismos de incentivo para a inserção da cadeia produtiva de fitoterápicos no processo de fortalecimento da indústria farmacêutica nacional.

A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos vem garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional. (Figura 4 e 5).

Segundo um estudo feito por Caccia-Brava *et al.*, (2015), a partir de um levantamento de informações em 2.285 unidades do SUS de 413 municípios paulistas, 104 municípios disponibilizam medicamentos fitoterápicos ou plantas medicinais elencadas na Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME) para uso no SUS. Os autores ressaltam que o estudo não evidencia a existência de políticas públicas que estruturam essa prática e sim apenas o uso de medicamentos fitoterápicos. Também é ressaltado que o estudo não é completo, uma vez que, em 60 municípios, os responsáveis das unidades

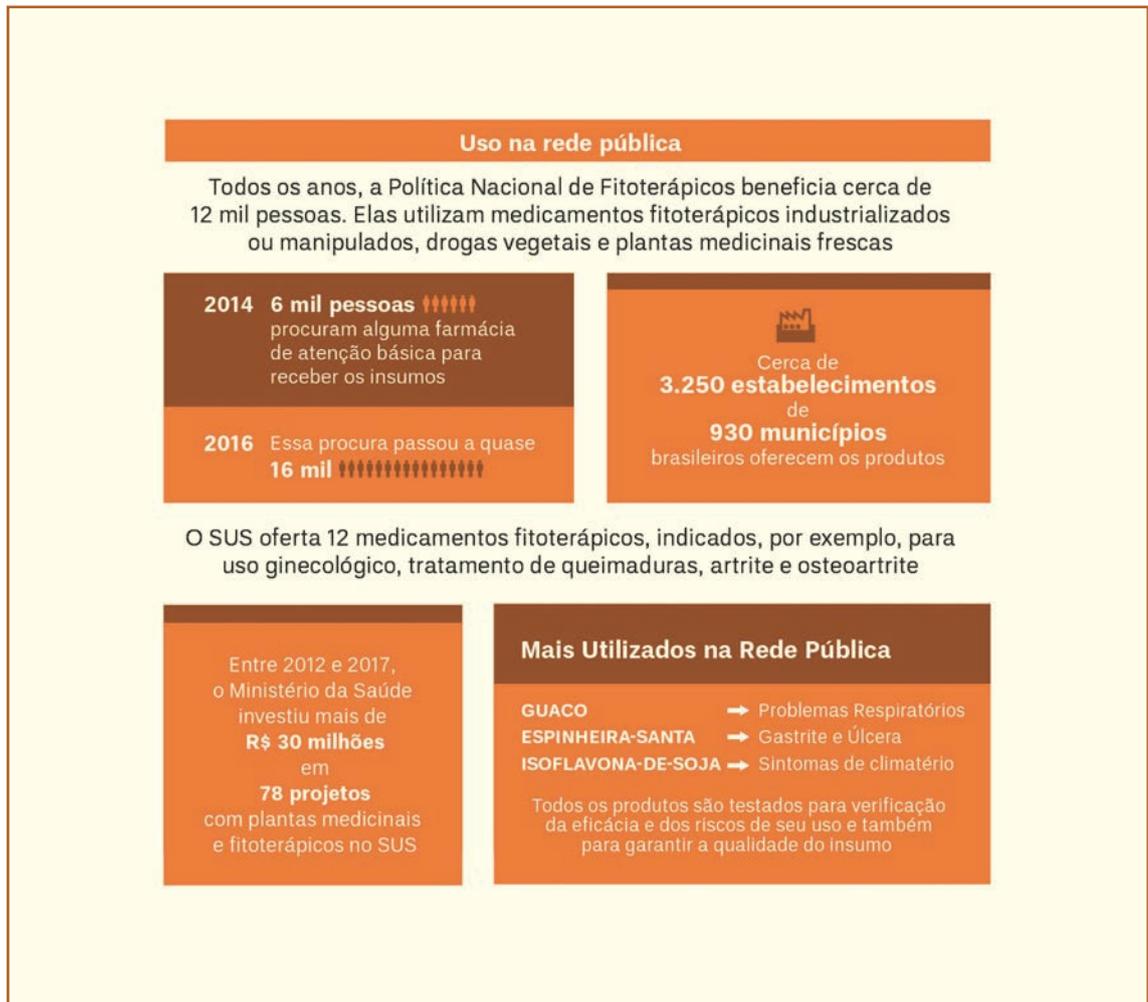


Figura 4 | Uso de fitoterápicos na rede pública (Sistema Único de Saúde) do Brasil. Fonte: Adaptado de Jornal do Senado (2018).

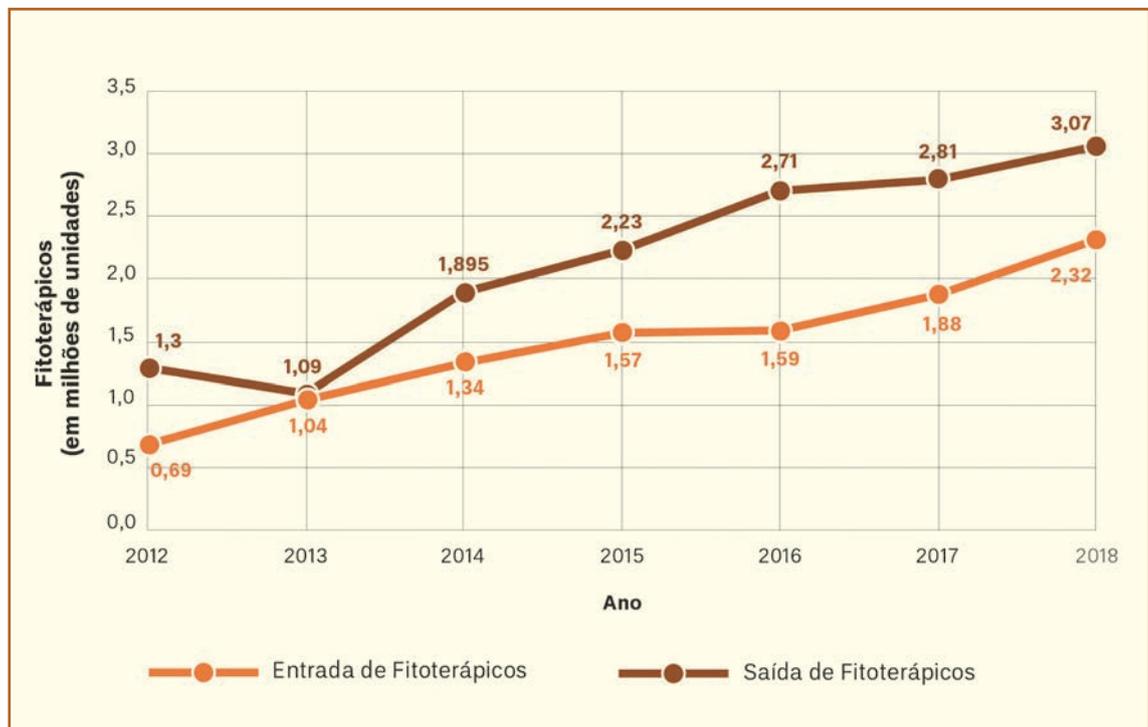


Figura 5 | Quantidade de saída e de entrada de fitoterápicos, no Sistema Único de Saúde, de 2012 a 2018. Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

de saúde informaram haver disponibilidade de fitoterápicos ou plantas medicinais, mas não souberam informar a planta utilizada. Os fitoterápicos do elenco da RENAME levantados no estudo foram espinheira-santa, guaco, alcachofra, cáscara-sagrada, aroeira, garra-do-diabo, isoflavona-de-soja e unha-de-gato. Os municípios da RBCV que informaram o uso de algum desses fitoterápicos foram: Campo Limpo Paulista, Cotia, Itarari, Mauá, Praia Grande, Santos.

O uso de plantas medicinais pelo SUS dá início ao uso disciplinado do emprego da fitoterapia de base científica a partir do conjunto de plantas colecionadas por gerações sucessivas de uma população que tinha como única alternativa para a cura dos seus males o uso empírico de plantas medicinais de fácil acesso em cada região do país (MATOS, 2002b).

Como exemplo do uso das plantas medicinais no SUS, destaca-se o projeto “Farmácias Vivas”, estabelecido pela Portaria nº 886/2010 (BRASIL, 2010), e cujo idealizador, define como um meio de desenvolver a assistência social farmacêutica prestada a comunidades governamentais ou privadas, cuja execução exige a colaboração interativa entre o médico, o farmacêutico e o agrônomo (MATOS, 2002a). Com a designação de Farmácias Vivas, procura-se distinguir o tipo de horta onde se cultivam

plantas cientificamente validadas como medicinais, daquelas que trabalham com plantas de uso empírico ainda sujeito a validação científica (MATOS, 2002a).

Em 12 de fevereiro de 2001 foi instituída a Resolução SES nº 1.590 que, em seu Anexo I, Item. 1.1.11, estabeleceu pela primeira vez a Farmácia Viva no sistema de saúde do estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2001). A normativa abrange estrutura e prática de cultivo de plantas medicinais nativas ou aclimatadas, com perfil (estudo) químico definido, para dispensação (ato de fornecimento ao consumidor de drogas, medicamentos fitoterápicos, insumos farmacêuticos e correlatos), de planta fresca e ou seca, podendo ter acoplada uma Oficina de Fitoterápicos. Por sua vez, a Oficina Farmacêutica de Fitoterápicos pode conter área física acoplada ou não, aos canteiros de plantas medicinais e manipulação de medicamentos fitoterápicos magistrais e oficinais.

Na **Figura 6** observam-se as etapas que uma Farmácia Viva pode conduzir até à industrialização e comercialização, passando por identificação botânica correta, estudos químicos e farmacológicos, síntese e modificação de molécula. Em cada etapa é representada, por meio dos símbolos de cifrão, a respectiva movimentação financeira.

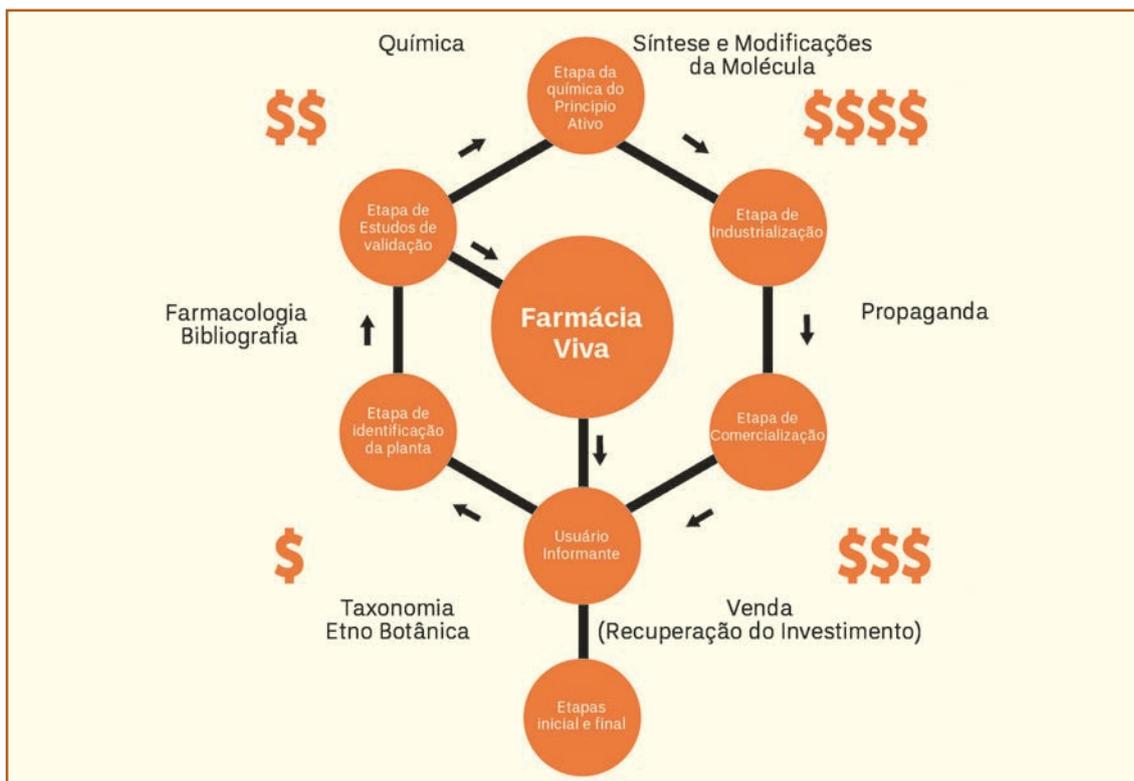


Figura 6 | Criação e produção industrial de medicamentos a partir de princípios ativos de plantas. Fonte: Adaptado de Matos (2007).

A Portaria nº 886, de 20 de abril de 2010 (BRASIL, 2010), que institui a Farmácia Viva no âmbito do SUS, sob gestão estadual, municipal ou do Distrito Federal, prevê que a Farmácia Viva deve realizar todas as etapas necessárias ao uso das plantas medicinais, desde o cultivo (preparo do local para plantio); sementeira; propagação (por sementes, propagação vegetativa³, estaquias⁴); plantio de mudas (divisão de touceira); coleta; processamento (limpeza e secagem); armazenamento de plantas medicinais; manipulação e a dispensação de preparações magistrais⁵ e oficinais⁶ de plantas medicinais e fitoterápicos.

De acordo com a Portaria, a implantação de Projeto Farmácia Viva, visa realizar o atendimento integrado da população em Fitoterapia, implementar uma horta de plantas medicinais, produzir medicamentos fitoterápicos e promover o resgate e a valorização da cultura popular no que se refere à utilização de plantas medicinais bem como a introdução de conhecimentos científicos, através de palestras educativas, informativos, cartilhas, visitas domiciliares. Para tanto, são elencados as etapas a serem seguidas (BRASIL, 2010):

1. Envolvimento da comunidade
2. Levantamento do uso popular de plantas medicinais
3. Seleção de espécies medicinais a serem produzidas
4. Implantação da Farmácia Viva
5. Repasse do conhecimento popular

A Farmácia Viva instalada em uma comunidade deve contar com apoio técnico-científico como requisito, e ser dirigida com a colaboração dos seguintes profissionais: médico fitoterapeuta responsável pelo diagnóstico e orientação do tratamento com plantas; farmacêutico com treinamento em farmacognosia e farmacotécnica como responsável pela identificação

das plantas e pela orientação do trabalho desde a etapa de coleta, preparação e controle de qualidade dos fitoterápicos; agrônomo, contribuindo com treinamento em horticultura e técnicas de multiplicação de plantas, para orientar seu cultivo, controle do crescimento das plantas e a preparação de mudas (MATOS, 2002a; 2002b).

3 | PROVISÃO DE PRODUTOS BIOQUÍMICOS, MEDICAMENTOS NATURAIS E PRODUTOS FARMACÊUTICOS NA RBCV

A Avaliação Ecológica do Milênio - MEA foi implementada e conduzida entre 2001 e 2005 com a participação de governos, setor privado, organizações não governamentais e de cientistas, com o objetivo de compreender qual a consequência das mudanças nos ecossistemas para o bem-estar humano e analisar as alternativas para a melhor conservação dos ecossistemas. O MEA enfoca com particular atenção os vínculos entre os serviços dos ecossistemas e o bem-estar humano. (MILLENNIUM..., 2003).

Um ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microorganismos e o meio ambiente inorgânico interagindo como uma unidade funcional. Os produtos da biodiversidade incluem muitos dos serviços prestados pelos ecossistemas. Além do importante papel em prover os serviços dos ecossistemas, a diversidade das espécies têm valor intrínseco independentemente de seu significado para os seres humanos.

Os serviços dos ecossistemas são os benefícios que as pessoas obtêm desses sistemas. Inclui serviços de provisão, regulação, serviços culturais e suporte, que afetam diretamente o ser humano. Estes serviços mantêm a biodiversidade e produtos do meio ambiente como: madeira, combustíveis de biomassa, produtos farmacêuticos, industriais e precursores (MILLENNIUM..., 2003).

Em relação ao serviço ecossistêmico de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos na RBCV, foram consideradas todas as áreas com

³ Reproduzir plantas através de partes da planta mãe ou matriz.

⁴ Estacas entre 5 a 20 cm como melissa, sabugueiro, boldo baiano.

⁵ Preparada na farmácia, a partir de uma prescrição de profissional habilitado, destinada a um paciente individualizado, e que estabeleça em detalhes sua composição, forma farmacêutica, posologia e modo de usar.

⁶ Preparada na farmácia, cuja fórmula esteja inscrita no Formulário Nacional ou em Formulários Internacionais reconhecidos pela ANVISA.

vegetação natural (KRONKA *et al.*, 2005), como área potencial para fornecer este serviço, especificamente plantas medicinais. Foram utilizados dados do programa BIOTA/FAPESP para poder relacionar quais são as espécies já estudadas dentro da área (BIOTA FAPESP, 2019).

Dentro do Programa BIOTA/FAPESP foi organizado um banco de dados intitulado “*Biota Georreferenciada do Estado de São Paulo*”, que apresenta registros pontuais da ocorrência de espécies para todo o estado de São Paulo.

Partindo deste banco de dados, efetuou-se o levantamento para os 78 municípios que a RBCV abrange, resultando na catalogação de 2.256 espécies.

Baseado neste estudo efetuou-se o levantamento inicial das espécies com estudo Químico - QUIM (caracterização química dos princípios ativos extraídos das plantas), Fitoquímico - FITOQ (estudo dos metabólitos secundários

da planta), Farmacológico - FARMAC (ensaios pré-clínico e clínico dos extratos vegetais), Medicinal - MED (estudo de plantas com atividade fitoterápica) e Tóxico - TÓXICO (plantas com princípios ativos tóxicos) (ALBIERO, 2005; BRAZ FILHO; SOUZA; MATTOS, 1981; CONEGERO *et al.*, 2003; DAILY, 1997; DOMINGUEZ, 1973; FERRO, 2008; FUKUYAMA *et al.*, 1983; FURUTA; FUKUYAMA; ASAKAWA, 1986; GUP-TA, 1995; KLEIN JÚNIOR, 2011; LUNG; FOSTER, 1996; MARTINS *et al.*, 1995; MARTINS, 1998; MARTINS *et al.*, 2000; MARTINS *et al.*, 2009; MATOS, 2012; MATOS, 2007; MATTOS, 1996; MORAES *et al.*, 2002; MORAES; BRAZ FILHO, 2007; SANTOS, 2012; SETZER *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2009; SILVA-JR *et al.*, 1994; TONA, 1999). Foi elaborado mapa de áreas potenciais deste serviço ecossistêmico, conforme **Figura 6** e **Tabela 1**, onde são destacadas as espécies de interesse do SUS.

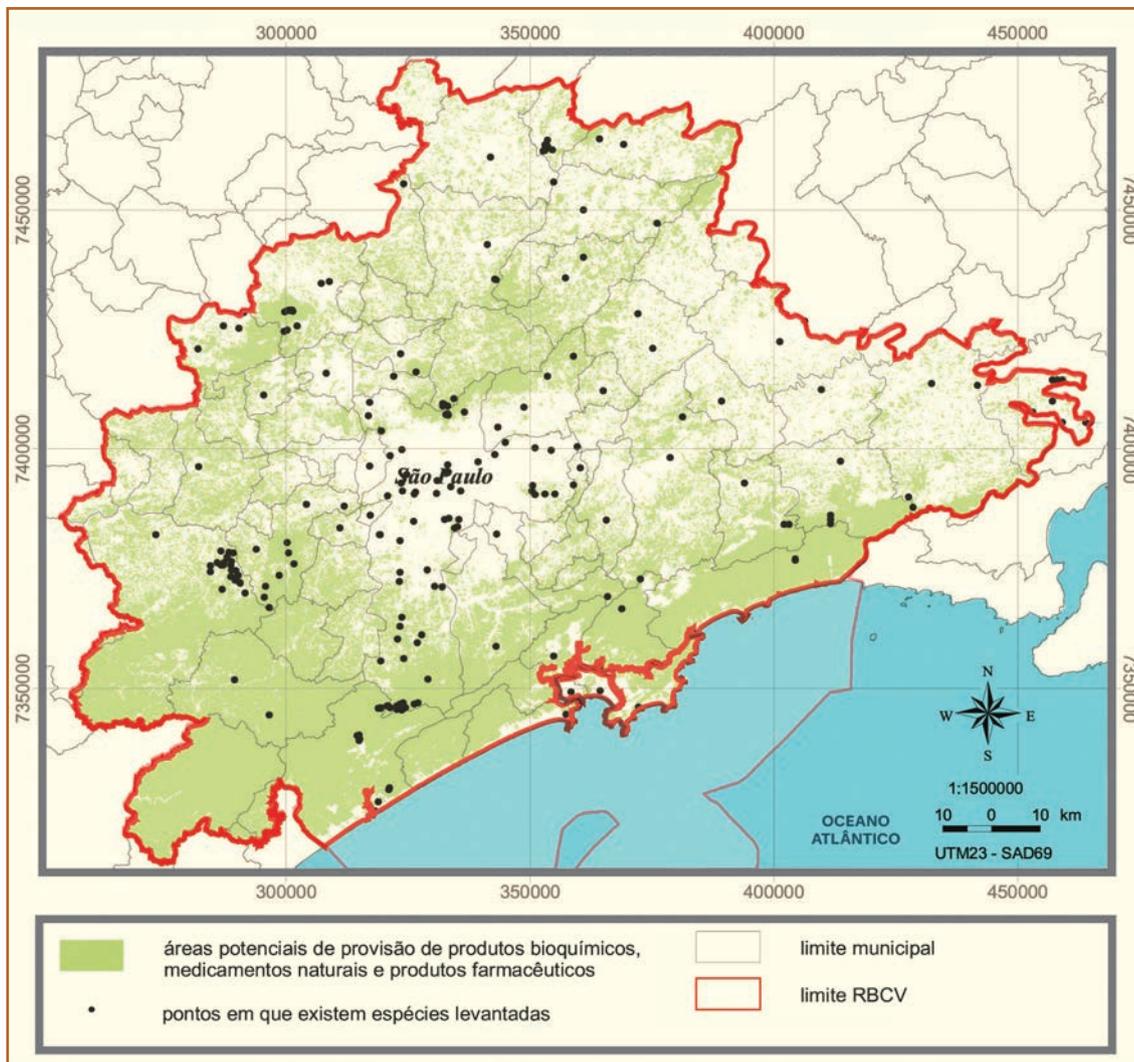


Figura 7 | Áreas potenciais de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos. Fonte: Elaboração própria. Com base em Kronka *et al.* (2005).

Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	mil-folhas					
Asteraceae	<i>Achyrocline satureoides</i>	marcela-do-campo					
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	fruto-de-sabiá					
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	mentrasto					
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	tapiá					
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i>	tanheiro					
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	tapiá					
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>	camará					
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>	doril					
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	caruru					
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	breo					
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>	caruru					
Asteraceae	<i>Ambrosia polystachya</i>	cravo-da-roça					
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	caju					
Leguminosae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico-branco					
Leguminosae	<i>Anadenanthera falcata</i>	angico-do-cerrado					
Leguminosae	<i>Anadenanthera peregrina</i>	angico-de-curtume					
Leguminosae	<i>Andira fraxinifolia</i>	angelim					
Leguminosae	<i>Andira humilis</i>	pau-de-morcego					
Annonaceae	<i>Annona cacans</i>	araticum-cagão					
Annonaceae	<i>Annona montana</i>	fruta-do-conde					
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	fruta-pinha					
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia cymbifera</i>	jarrinha					
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea chica</i>	cipó-cruz					
Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i>	artemisia					
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpo</i>	peroba-poca					
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i>	guatambu					
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	pau-pereira					
Apocynaceae	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	peroba-amarela					
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	vassourinha					
Asteraceae	<i>Baccharis elaeagnoides</i>	vassourão					
Asteraceae	<i>Baccharis gaudichaudiana</i>	carqueja					
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	carqueja					
Asteraceae	<i>Baccharis illinita</i>	erva-milagrosa					
Asteraceae	<i>Baccharis ligustrina</i>	carqueja					
Asteraceae	<i>Baccharis megapotamica</i>	miomio-do-banhado					
Asteraceae	<i>Baccharis oxyodonta</i>	carqueja					
Asteraceae	<i>Baccharis punctulata</i>	carqueja					
Asteraceae	<i>Baccharis serrulata</i>	vassoura					
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i>	carqueja					
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianu</i>	pau-marfim					
Leguminosae	<i>Bauhinia forficata</i>	pata-de-vaca					
Leguminosae	<i>Bauhinia microstachya</i>	escada-de-macaco					
Leguminosae	<i>Bauhinia purpurea</i>	unha-de-vaca					

Tabela 1 I

Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV.
Fonte: Elaboração própria.



Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i>	raiz-de-são-joão					
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto					
Asteraceae	<i>Bidens segetum</i>	picão-carrapicho					
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	murta, guámirim					
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	vassourinha-de-botão					
Leguminosae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	sucupira-preta					
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	nabo					
Bromeliaceae	<i>Bromelia antiachantha</i>	maguatá					
Solanaceae	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	manacá-de-cheiro					
Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>	manacá-de-cheiro					
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	murici					
Leguminosae	<i>Caesalpinia echinata</i>	pau-brasil					
Leguminosae	<i>Caesalpinia ferrea</i>	pau-ferro					
Leguminosae	<i>Cajanus cajan</i>	guandu					
Asteraceae	<i>Calea cuneifolia</i>	raposeira-branca					
Asteraceae	<i>Calea pinnatifida</i>	cipó-cruz-do-norte					
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	calendula					
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	guarandi					
Myrtaceae	<i>Calyptanthes lucida</i>	guamirim					
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i>	gabirola					
Myrtaceae	<i>Campomanesia phaea</i>	cambuci					
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	gabirola					
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i>	pimenta					
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga					
Leguminosae	<i>Cassia cathartica</i>	sene-do-campo					
Leguminosae	<i>Cassia ferruginea</i>	chuva-de-ouro					
Leguminosae	<i>Cassia fistula</i>	lixerinha					
Leguminosae	<i>Cassia tora</i>	lixerinha					
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia martiana</i>	tamirá					
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia pilosa</i>	cabeça-de-negro					
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia tayuya</i>	abobrinha-do-mato					
Cecropiaceae	<i>Cecropia glaziovii</i>	embaúba					
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i>	embaúba-prata					
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúba					
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro-rosa					
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro-do-brejo					
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	centela					
Leguminosae	<i>Centrolobium robustum</i>	araribá					
Leguminosae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	araribá					
Solanaceae	<i>Cestrum corymbosum</i>	coerana-amarela					
Solanaceae	<i>Cestrum laevigatum</i>	coerana					
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	dama-da-noite					
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i>	língua-de-vaca					
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	cainca					

Tabela 11
Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Lauraceae	<i>Cinnamomum hirsutum</i>	canela					
Vitaceae	<i>Cissus tinctoria</i>						
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	cipó-pucá					
Capparaceae	<i>Cleome spinosa</i>	mussambé					
Leguminosae	<i>Clitoria guyanensis</i>	cunhã					
Polygonaceae	<i>Coccoloba crescentiaefolia</i>	tangara-guaçu-cao					
Leguminosae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	copaíba					
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	erva-baleeira					
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i>	café-de-bugre					
Boraginaceae	<i>Cordia verbenacea</i>	erva-baleeira					
Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i>	mentruz					
Euphorbiaceae	<i>Croton celtidifolius</i>	pau-sangue					
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	capixingui					
Euphorbiaceae	<i>Croton fuscescens</i>	caatinga-de-cheiro, canelinha ou alecrim-de-cabloco					
Euphorbiaceae	<i>Croton macrobothrys</i>	pau-sangue					
Euphorbiaceae	<i>Croton salutaris</i>	sangue-de-drago					
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água					
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	canela-batalha					
Lauraceae	<i>Cryptocarya moschata</i>	amecica					
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i>	sete-sangria					
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	lixeira					
Convolvulaceae	<i>Cuscuta racemosa</i>	cipó-chumbo					
Leguminosae	<i>Cyclobium clauseni</i>	quebra-machado					
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	capim-limão					
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	tiririca					
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca-do-brejo					
Leguminosae	<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	marmelo-do-mangue					
Leguminosae	<i>Desmodium adscendens</i>	trevinho-do-campo, pega-pega-graúdo.					
Leguminosae	<i>Dimorphandra mollis</i> faveiro						
Leguminosae	<i>Dioclea violacea</i>	cipó-de-imbiri					
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	vassoura-vermelha					
Alismataceae	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	chapéu-de-couro					
Alismataceae	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	chapéu-de-couro					
Alismataceae	<i>Eclipta alba</i>	erva-botão					
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>	língua-de-vaca					
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	falsa-serralha					
Leguminosae	<i>Erythrina cristagalli</i>	suinã					
Leguminosae	<i>Erythrina falcata</i>	corticeiro-da-serra					
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum vacciniifolium</i>	catuaba					
Myrtaceae	<i>Eugenia beaurepaireana</i>	eucalipto					
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama					
Myrtaceae	<i>Eugenia cerasiflora</i>	guamirim					

Tabela 11

Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV.
Fonte: Elaboração própria.
(continuação)



Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Myrtaceae	<i>Eugenia cereja</i>	cerejeira					
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	pitanga-preta					
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	cereja-do-mato					
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	uvaia					
Myrtaceae	<i>Eugenia speciosa</i>	laranjinha-do-mato					
Myrtaceae	<i>Eugenia sulcata</i>	pitanga-preta					
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga					
Asteraceae	<i>Eupatorium laevigatum</i>	vassoura					
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	leiteiro-vermelho					
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milii</i>	coroa-de-cristo					
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	figueira-branca-do-brasil					
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	fucho					
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	jenipapo					
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	marinheiro					
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i>	guarea					
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambo					
Amaranthaceae	<i>Hebanthe paniculata</i>	ginseng-brasileiro					
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i>	hortelã-do-brejo					
Leguminosae	<i>Holocalyx balansae</i>	alecrim-de-campinas					
Leguminosae	<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá					
Clusiaceae	<i>Hypericum brasiliense</i>	erva-de-são joão					
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i>	erva-de-são joão					
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i>	erva-mate					
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	batata-doce					
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i>	ipoméia					
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	pinhão-manso					
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i>	pinhão-roxo					
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	dedaleiro					
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	camará					
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i>	pixirica					
Melastomataceae	<i>Leandra purpurascens</i>	pixirica					
Lauraceae	<i>Licaria armeniaca</i>	louro-pimenta					
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i>	cidrão, alecrim-do-mato					
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japônica</i>	madressilva					
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo					
Leguminosae	<i>Machaerium scleroxylon</i>	jacarandá-ferro, caviuna					
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	mandioca					
Myrtaceae	<i>Marlierea obscura</i>	araçazeiro					
Myrtaceae	<i>Marlierea tomentosa</i>	marlieria, pindaíba					
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i>	espinheira-santa					
Celastraceae	<i>Maytenus dasyclada</i>	coração-de-bugre					
Celastraceae	<i>Maytenus evonymoides</i>	coração-de-bugre					
Celastraceae	<i>Maytenus glaucescens</i>	cancorosa					

Tabela 11
Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Celastraceae	<i>Maytenus gonoclada</i>	maiteno-gonoclada					
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i>	espinheira-santa					
Celastraceae	<i>Maytenus littoralis</i>						
Celastraceae	<i>Maytenus robusta</i>	cafezinho					
Celastraceae	<i>Maytenus salicifolia</i>	maiteno-robusta					
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	poejo					
Melastomatacea	<i>Miconia albicans</i>	miconia-branca					
Melastomatacea	<i>Miconia cabussu</i>	cabussu					
Melastomatacea	<i>Miconia chamissois</i>	jacatirão-do-brejo					
Melastomatacea	<i>Miconia fallax</i>						
Melastomatacea	<i>Miconia ligustroides</i>	miconia					
Melastomatacea	<i>Miconia sellowiana</i>	miconia					
Asteraceae	<i>Mikania cordifolia</i>	guaco					
Asteraceae	<i>Mikania glomerata</i>	guaco					
Asteraceae	<i>Mikania laevigata</i>	guaco					
Asteraceae	<i>Mikania lanuginosa</i>	guaco-cabeludo					
Leguminosae	<i>Mimosa scabrella</i>	bracatinga					
Myrtaceae	<i>Myrceugenia myrcioides</i>	araçarana					
Myrtaceae	<i>Myrceugenia pilotantha</i>						
Myrtaceae	<i>Myrcia pubipetala</i>	guamirim-araçá					
Myrtaceae	<i>Myrcia richardiana</i>	ingabaú					
Myrtaceae	<i>Myrcia rostrata</i>	guamirim-da-folha-fina					
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i>	mirtácia					
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i>	cambuí					
Leguminosae	<i>Myrocarpus frondosus</i>	cabreúva-vermelha					
Leguminosae	<i>Myroxylon peruiferum</i>	cabreúva					
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i>	canela-amarela					
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	canela-branca					
Lauraceae	<i>Nectandra puberula</i>	canela-imbuia					
Lauraceae	<i>Ocimum selloi benth</i>	alfavaca					
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	canela-poca					
Lauraceae	<i>Ocotea catharinensis</i>	canela-preta					
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i>	canela-de-porco					
Lauraceae	<i>Ocotea glaziovii</i>	canela-amarela					
Lauraceae	<i>Ocotea nectandrifolia</i>	canela-burra					
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i>	canela-sassafrás					
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	canela-guaicá					
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	canela-lageana					
Lauraceae	<i>Ocotea teleiandra</i>	canela-limão					
Ochnaceae	<i>Ouratea multiflora</i>						
Ochnaceae	<i>Ouratea parviflora</i>	coração-de-bugre					
Ochnaceae	<i>Ouratea semiserrata</i>	caju-bravo					
Passifloraceae	<i>Passiflora alata</i>	maracujá					
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L	guiné					

Tabela 11

Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV. Fonte: Elaboração própria. (continuação)



Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Amaranthaceae	<i>Pfaffia glomerata</i>	ginseng-brasileiro					
Phytolacaceae	<i>Phytolacca americana</i>	cururú					
Myrtaceae	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	pau-cravo					
Piperaceae	<i>Piper abutiloide</i>						
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	pimenta-de-macaco					
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	pimentinha-de-macaco					
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i>	pimenta-de-macaco					
Piperaceae	<i>Piper caldense</i>	jaborandi					
Piperaceae	<i>Piper cernuum</i>	pariparoba; jaborandi-cepoti; pimenta-de-morcego					
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	jaborandi					
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i>	jaborandi					
Piperaceae	<i>Piper hispidum</i>	pimenta-de-macaco					
Piperaceae	<i>Piper malacophyllum</i>						
Piperaceae	<i>Piper mikanianum</i>	pariparoba					
Piperaceae	<i>Piper mollicomum</i>	jaborandi					
Piperaceae	<i>Piper permucronatum</i>						
Piperaceae	<i>Piper regnellii</i>	caapeba					
Piperaceae	<i>Piper solmsianum</i>	caapeba e jaguarandi					
Leguminosae	<i>Piptadenia adiantoides</i>						
Leguminosae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré					
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	tanchagem					
Polygalaceae	<i>Polygala cyparissias</i>	gelol-da-praia, gelol					
Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i>	erva-de-bicho					
Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiperoides</i>	erva-de-bicho					
Sapotaceae	<i>Pouteria gardneriana</i>	guapeva-peluda					
Piperaceae	<i>Pothomorphe umbellata</i>	caapeba					
Myrtaceae	<i>Psidium cattleyanum</i>	araçá					
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira					
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	pau-terra					
Rosaceae	<i>Rubus brasiliensis</i>	amora-preta					
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	aroeira					
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-mansa					
Leguminosae	<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvu					
Leguminosae	<i>Sclerolobium denudatum</i>	passariúva					
Scrophulariaceae	<i>Scoparia dulcis</i>	vassourinha-doce					
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>	maria-mole, flor-das-almas					
Sapindaceae	<i>Serjania caracasana</i>						
Smilacaceae	<i>Smilax fluminensis</i>	salssapariha					
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i>	lobeira					
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	jurubeba-verdadeira					
Asteraceae	<i>Solidago microglossa</i>	arnica-brasileira					
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon tomentosum</i>	cipó-de-ouro					
Leguminosae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	barbatimão					

Tabela 11
Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Farmac.	Fitoq.	Quím.	Med.	Tóxico
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i>	benjoeiro					
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana fuchsiaefo</i>	leiteiro					
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana laeta</i>	cinco-chagas					
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i>	pinha-do-brejo					
Leguminosae	<i>Tipuana tipu</i>	tipuana					
Leguminosae	<i>Trifolium repens</i>	trevo-branco					
Asteraceae	<i>Vernonia condensata</i>	boldo-da-bahia					
Asteraceae	<i>Vernonia diffusa</i>	pau-toucinho					
Asteraceae	<i>Vernonia ferruginea</i>	assa-peixe					
Asteraceae	<i>Vernonia polyanthes</i>	vassourão-branco					
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	vinhático					
Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	pau-tucano					
Annonaceae	<i>Xylopiya brasiliensis</i>	pimenta-de-macaco					
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	pindaíba					
Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	malva-branca					

Nota: Em destaque: Espécies que constam da lista da publicação "A fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisa de Plantas da Central de Medicinas" (RODRIGUES; SANTOS e AMARAL, 2006).

Nos levantamentos realizados na área abrangida pela RBCV, foram registrados 38 municípios com ocorrências de espécies com uso farmacológico, destacando-se São Paulo (487 ocorrências), Ibiúna (247) e Cotia (99). Quanto às espécies com estudos fitoquímicos, foram registrados 33 municípios com ocorrências, sendo que os que apresentaram maior número de espécies foram Cotia (84), Ibiúna (209), Jundiaí (44) e São Paulo (388). Em relação ao levantamento químico inicial, 45 municípios apresentam espécies com estudos químicos publicados, destacando-se os municípios de Cotia (104), Ibiúna (258), Jundiaí (60) e São Paulo (632).

As espécies com utilização medicinal foram encontradas em 35 municípios. Destacam-se: Arujá (2), Atibaia (8), Bertioga (6), Biritiba-Mirim (4), Bragança Paulista (19), Cabreúva (3), Caieiras (1), Cajamar (1), Cotia (43), Embu (1), Guarujá (2), Guarulhos (6), Ibiúna (74), Iguape (1), Itanhaém (4), Jacareí (2), Jaraguá (1), Joanópolis (2), Jundiaí (34), Juquitiba (1), Mogi das Cruzes (5), Nazaré Paulista (4), Osasco (1), Paraibuna (3), Pereiras (1), Piracacia (1), Salesópolis (6), Santa Branca (1), Santa Isabel (1), Santos (3), São José dos Campos (9), São Paulo (374), São Roque (3), São Sebastião (4), São Vicente (2).

3.1 I As espécies tóxicas na RBCV: identificação, cuidados e medidas preventivas

Nesta seção são apresentadas algumas plantas consideradas tóxicas ou responsáveis por intoxicações, com suas respectivas ilustrações fotográficas, nomes científicos, sinonímia botânica, nomes populares, princípio tóxico quando conhecido, sintomatologia da intoxicação, prevenção e tratamento.

As plantas tóxicas têm provocado graves acidentes, e representam a quarta causa de intoxicações no âmbito da saúde pública, com perda de vidas humanas, com incalculável prejuízo para o erário, com instalação e manutenção dos serviços de emergência especializada (MATOS *et al.*, 2011).

Entre essas plantas consideradas tóxicas, muitas são ornamentais e podem ser encontrados em jardins, quintais, parques, vasos, praças e terrenos baldios. Algumas dessas plantas são conhecidas e muito bonitas. Todavia, quando colocadas na boca ou manipuladas, podem causar graves intoxicações, principalmente em crianças menores de 5 anos.

Esses acidentes com plantas tóxicas podem ocorrer de forma direta ou indireta. Em sua forma direta, ocorre pela ingestão acidental

Tabela 1 I

Lista de espécies utilizadas em produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos encontrados na RBCV. Fonte: Elaboração própria. (continuação)



de frutos tóxicos confundidos com alimentos, ou pelo uso inadequado de chás de plantas medicinais ou abortivas ingeridas por engano, ou por imprudência. Os acidentes ocorridos de forma indireta se dão pelo consumo de produtos de animais que tenham ingerido plantas tóxicas cujo princípio ativo possa estar acumulado no leite ou na carne (MATOS *et al.*, 2011).

Apesar de a *Lantana camara* L. (cambará-de-cheiro, camará) ser citada e utilizada como medicinal, estudos apontam que os frutos contêm substância tóxica, necessitando de cuidados em sua utilização. A intoxicação por *Lantana camara* ocorre no bovino, ovinos e caprinos (MATOS *et al.*, 2011). No ser humano pode ocorrer pela ingestão dos frutos de sabor adocicado, que pode atrair principalmente as crianças. Os sinais são caracterizados pela náusea, vômitos, diarreia, letargia, fotofobia e midríase, podendo evoluir até o óbito. Para evitar a intoxicação, as crianças devem ser alertadas quanto ao risco da ingestão dos frutos ou torná-los inacessíveis. Os princípios tóxicos são os lantadenos A e B. Quanto ao tratamento, pode ser complementado com pomadas à base de vitamina A para cicatrização, anti-histamínicos e antibióticos (TOKARNIA; DÖBEREINER; PEIXOTO, 2000; RIET-CORREA *et al.*, 1993).

Verificou-se a ocorrência de *Lantana camara* L. em Cotia e São Paulo. Foi encontrado *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less (flor-das-almas) espécie tóxica com ocorrência nos municípios de Bragança Paulista, Cotia, Piracaia e São Paulo. Por ser planta de pastagem, ocorre a intoxicação de gados que podem se alimentar, passando o alcaloide para o leite produzido (HOEHNE, 1978; BARROS *et al.*, 2007). Verificou-se intoxicação experimental

por *S.brasiliensis* também em equinos (PILATI; BARROS, 2007).

Manihot esculenta Crantz (mandioca-brava, macaxeira, aipim) foi encontrada em Cotia e Franco da Rocha. Os tubérculos se constituem alimento para o ser humano, desde que eliminado o excesso de ácido cianídrico (HCN). Os princípios tóxicos são os glicosídeos linamariana e lotoaustralina. Um dos cuidados refere-se ao cultivo de tipos de mandioca com menor teor de cianogênicos. O tratamento deve ser imediato, com lavagem gástrica e com inalação de nitrito de amila por 3 segundos e respiração artificial (MATOS *et al.*, 2011).

Quanto às intoxicações dos animais, ocorrem quando são administrados os tubérculos aos ruminantes imediatamente após a colheita ou durante a fabricação de farinha e outros produtos, quando os animais têm acesso à manipueira, líquido rico em ácido cianídrico resultante da compressão da massa ralada dos tubérculos (CANELLA; DOBEREINER; TOKARNIA, 1968).

As espécies *Anadenanthera falcata* Benth. Speg. (angico-do-cerrado), *Cestrum nocturnum* L. (dama-da-noite), *Erythrina cristagalli* L. (corticeira), *Euphorbia milli* L. (coroa-de-cristo), *Euphorbia cotinifolia* *Holocalyx balansae* Mich. (alecrim-de-campinas), *Jatropha curcas* L. (pinhão-roxo), *Machaerium scleroxylon* Tul. (caviúna), *Solanum lycocarpum* A. St. Hil (lobeira ou fruta-de-lobo), *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão) e *Trifolium repens* L. (trevo-branco) citadas como tóxicas foram encontradas no município de São Paulo. É de suma importância mencionar as espécies consideradas tóxicas uma vez que a população utiliza muitas plantas como fitoterápicos.

Figura 8 |
Senecio brasiliensis
(Spreng.) Less.



Família: Asteraceae.

Nome Científico: *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less

Nome Popular: maria-mole, flor-das-almas.

Partes Tóxicas: folhas e frutos.

Princípio Ativo: alcaloides não atropínicos, senecina, senecofilina e brasilenecina.

Sintomas: predominam sintomas gastrointestinais: náuseas, cólicas abdominais, diarreia. Distúrbios hidroeletrólíticos. Raramente torpor e discreta confusão mental.

Tratamentos: esvaziamento gástrico (muitas vezes não é necessária lavagem gástrica). Antiespasmódico, antiemético. Manter o estado de hidratação. Pronto atendimento, lavagem gástrica e procedimentos para neutralizar os componentes.

Referências: Barros *et al.* (2007); Hoehne (1978); Pilati; Barros (2007).

Figura 9 |
Holocalyx balansae
Mich.



Família: Caesalpinaceae.

Nome Científico: *Holocalyx balansae* Mich.

Nome Popular: alecrim-de-campinas, alecrim, pau-alecrim, ibirapepê.

Partes Tóxicas: a planta toda.

Princípio Ativo: planta cianogênica, que possui glicosídeo cianogênico como princípio ativo principal. Este se torna tóxico ao entrar em contato com enzima específica, presente no trato digestivo, que o hidroliza produzindo ácido cianídrico, glicose e benzaldeído.

Os efeitos tóxicos se devem ao íon cianeto, proveniente do ácido cianídrico, que atua inibindo a enzima citocromo oxidase, impedindo que as células de receberem oxigênio das hemácias.

Sintomas: alteração da postura (desequilíbrio); cabeça baixa; apatia; taquicardia; dispnéia; pulso negativo; poliúria. Evolução dos sintomas para contração espasmódica da musculatura dos membros e pescoço, culminando em queda brusca e permanência em decúbito lateral. Os sintomas podem aparecer de 3 a 5 minutos após ingestão da planta, podendo regredir entre 6 a 8 minutos ou evoluir até o óbito em 3 a 5 horas.

Tratamentos: pronto atendimento. Exames laboratoriais para detecção de tiocianatos na saliva ou cianeto no sangue. Nitrito de amila por via inalatória 30 seg a cada 2 min: formação de cianometahemoglobina (atóxica). Nitrito de Sódio 3% - 10mL EV (adultos).

Origem: Brasil.

Referências: Francisco; Pinotti (2000); Matos *et al.* (2011).

Figura 10 |
Cestrum nocturnum L.



Família: Solanaceae.

Nome Científico: *Cestrum nocturnum* L.

Nome Popular: dama-da-noite, flor-da-noite, jasmim-da-noite, rainha-da-noite, coirana, coerana, jasmim-verde.

Partes Tóxicas: frutos imaturos e folhas.

Princípio Ativo: glicosídeo do grupo das saponinas.

Sintomas: náuseas e vômitos, seguidos de agitação psicomotora, distúrbios comportamentais e alucinações, midríase e secura das mucosas.

Tratamentos: pronto atendimento, lavagem gástrica e procedimentos para neutralizar os componentes.

Referências: Matos *et al.* (2011).



Família: Fabaceae.

Nome Científico: *Trifolium repens* L.

Nome Popular: trevo-branco, trevo-coroa-de-rei, trevo-da-holanda, trevo-ladino e trevo-rasteiro.

Partes Tóxicas: folhas e brotos.

Princípio Ativo: glicosídeo cianogênico.

Sintomas: quando hidrolisado produz o ácido cianídrico. Impede a respiração celular, vômitos, debilidade nos membros, visão turva, convulsões, perda de consciência, parada cardiorespiratória, chegando à morte.

Tratamentos: pronto atendimento, lavagem gástrica e procedimentos para neutralizar o ácido cianídrico.

Referências: Pereira (1992).

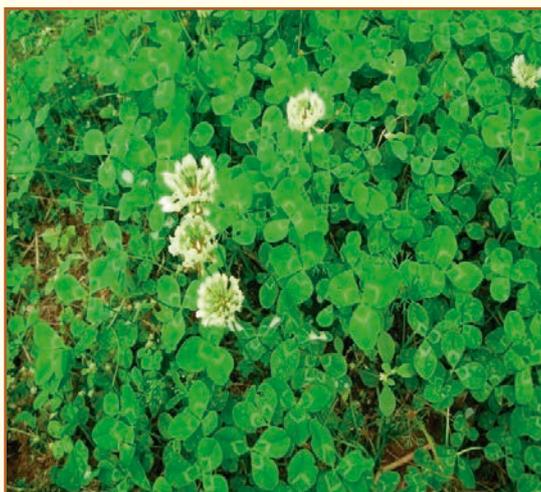


Figura 11 |
Trifolium repens L.

Família: Euphorbiaceae.

Nome Científico: *Euphorbia cotinifolia* L.

Nome Popular: leiteiro-vermelho, caracasa-na, barrabás, aiapana, açacuí, figueirinha-roxa, maleiteira.

Partes Tóxicas: látex.

Princípio Ativo: toxalbumina (4 deoxigenol).

Sintomas: irritação de pele e mucosas com hiperemia ou vesículas e bolhas; pústulas, prurido, dor em queimação.

Ingestão: lesão irritativa, sialorreia, disfagia, edema de lábios e língua, dor em queimação, náuseas, vômitos. Contato ocular: Conjuntivite (processos inflamatórios), lesões de córnea.

Tratamentos: lesões de pele: cuidados higiênicos, lavagem com permanganato de potássio 1:10.000, pomadas decorticoides, anti-histamínicos VO. **Ingestão:** evitar esvaziamento gástrico. Analgésicos e antiespasmódicos. Protetores de mucosa (leite, óleo de oliva). Casos graves: corticoides. **Contato ocular:** lavagem com água corrente, colírios antissépticos, avaliação oftalmológica.

Referências: Matos *et al.* (2011).



Figura 12 |
Euphorbia cotinifolia L.

Família: Fabaceae (Leguminosae).

Nome Científico: *Erythrina crista-galii* L.

Nome Popular: mulungu, murungu, sanandu, suína, suína, corticeira-do-banhado, sananduva, corticeira, crista-de-galo, samauveiro, seibo, flor-de-coral.

Partes Tóxicas: a planta inteira.

Princípio Ativo: alcaloides (eritroidina, eritramina, eritralina e eritradina).

Sintomas: depressão neurológica, astenia, paralisia muscular, podendo ocorrer a morte por asfixia em consequência da paralisia de músculos do sistema respiratório. Segundo especialistas, os alcaloides desta planta são facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal, sendo rapidamente eliminados pelos rins, diminuindo a gravidade da intoxicação.

Tratamentos: o tratamento é sintomático, esvaziamento gástrico, poderá ser feita lavagem gástrica. Não há dose letal registrada na literatura.

Referências: Hoehne (1978); Lorenzi ; Matos (2002).



Figura 13 |
Erythrina crista-galii L.



Família: Euphorbiaceae.

Nome Científico: *Euphorbia milii* L.

Nome Popular: coroa-de-cristo, coroa-de-espinhos.

Partes Tóxicas: todas as partes da planta.

Princípio Ativo: látex irritante.

Sintomas: a seiva leitosa causa lesão na pele e mucosas, edema de lábios, boca e língua, dor, queimação e coceira. O contacto com os olhos provoca irritação, lacrimejamento, edema das pálpebras e dificuldade de visão.

Se os olhos forem atingidos, esse látex pode provocar perfuração da córnea e, conseqüentemente, cegueira.

Tratamentos: nos casos de ingestão da planta, é necessária a realização de uma lavagem gástrica, com posterior administração de carvão ativado, laxantes e de analgésicos.

Origem: Madagascar.

Referências: Matos *et al.* (2011).

Figura 14 |
Euphorbia milii L.



Família: Euphorbiaceae.

Nome Científico: *Jatropha curcas* L.

Nome Popular: pinhão-de-purga, pinhão-de-cerca, purgante-de-cavalo, manduigaçu, figo-do-inferno, mamoninho, pinhão roxo.

Partes Tóxicas: folhas e frutos.

Princípio Ativo: ésteres de forbol.

Sintomas: Ingestão: a ingestão do fruto causa náuseas, vômitos, cólicas abdominais intensas, diarreia sangüinolenta, sangramento da mucosa, dispneia, hipotensão, arritmia e parada cardíaca. Evolução para desidratação grave, choques, insuficiência renal, coma. Apresentam atividades carcinogênicas e ação inflamatória. Contato: O contato com o látex, pelos e espinhos, são irritante de pele e mucosas.

Tratamentos: não existem antídotos específicos. Antiespasmódicos, antieméticos, eventualmente antidiarreicos.

O tratamento tem sido sintomático e preventivo, a fim de se evitar complicações cardiovasculares, neurológicos e renais. A lavagem gástrica sempre deve ser tomada como medida preliminar. Lesões de pele: soluções antissépticas, analgésicos, anti-histamínicos. Casos graves: corticoides.

Referências: Matos *et al.* (2011).

Figura 15 |
Jatropha curcas L.

No Brasil, 60% dos casos de intoxicação por plantas tóxicas ocorrem com crianças menores de nove anos e 80% dessas ocorrências são acidentais (VINICIUS, 2009). Para auxiliar na prevenção desses acidentes, o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas - SINITOX, em parceria com os centros de Belém, Salvador, Cuiabá, Campinas, São Paulo e Porto Alegre, criaram em junho de 1998, o Programa Nacional de Informações sobre Plantas Tóxicas. A elaboração e distribuição de material educativo de prevenção e tratamento são as principais metas do programa. Destacam-se como medidas preventivas para evitar acidentes:

- Manter as plantas venenosas fora do alcance das crianças;

- Conhecer as plantas venenosas existentes em casa e arredores pelo nome e características;
- Ensinar as crianças a não colocar plantas na boca e não utilizá-las como brinquedos (fazer comidinhas, tirar leite, etc);
- Não preparar remédios ou chás caseiros com plantas sem orientação médica;
- Não comer folhas e raízes desconhecidas. Lembrar que não há regras ou testes seguros para distinguir as plantas comestíveis das venenosas. Nem sempre o cozimento elimina a toxicidade da planta;

- Tomar cuidado ao podar as plantas que liberam látex provocando irritação na pele, principalmente nos olhos;
- Evitar deixar os galhos em qualquer local onde possam vir a ser manuseados por crianças;
- Quando estiver lidando com plantas venenosas, usar luvas e lavar bem as mãos após esta atividade;
- Em caso de acidente, procurar imediatamente orientação médica e guardar a planta para identificação.

Em caso de dúvidas e esclarecimentos, a população pode entrar em contato com o Disque-Intoxicação, cujo telefone é 0800-722-6001. A ligação é gratuita e o usuário é atendido por uma das 36 unidades da Rede Nacional de Centros de Informação e Assistência Toxicológica (RENACIAT), presentes em 19 Estados.

Estas e outras informações podem ser obtidas no Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – SINITOX /Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ (SISTEMA NACIONAL..., 2001).



O Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social (PJ-MAIS), iniciado em 1996, é um programa de educação ecoprofissional e formação integral de adolescentes de 15 a 21 anos de idade, habitantes de zonas periurbanas e de entorno de áreas protegidas da RBCV.

O treinamento ecoprofissional ocorre em quatro oficinas temáticas que abrangem uma ampla gama de possibilidade de atuação profissional do jovem no chamado “*ecomercado de trabalho*”. Estas oficinas são: i. Produção e Manejo Agrícola e Florestal Sustentáveis; ii. Turismo Sustentável; iii. Consumo, Lixo e Arte; iv. Agroindústria Artesanal. As oficinas abrangem uma ampla gama de possibilidade de atuação profissional do jovem no *ecomercado de trabalho*. O PJ-MAIS tem se consolidado como um modelo exitoso de conservação ambiental, educação ecoprofissional, uso sustentável de recursos naturais, formação de redes locais e inclusão social (RBCV, 2006). As oficinas ocorrem nos chamados Núcleos de Educação Ecoprofissional (NEEs), implantados em sistema de parceria entre o poder público municipal, estadual e o terceiro setor.

No Núcleo de Educação Ecoprofissional Horto Florestal/Cantareira, do PJ-MAIS, instalado no Parque Estadual Alberto Loefgren, no período de 2006 a 2009, os educandos desenvolveram como atividade complementar da Oficina de Produção e Manejo Agrícola e Florestal Sustentável (PROMAFS), as etapas de planejamento, operacionalização e o monitoramento de uma mandala medicinal.

O plantio em forma de mandala se deve ao seu formato circular, orgânico, sem início e sem fim, como símbolo de equilíbrio e harmonia das energias. A atividade prática na implantação da mandala medicinal integra a capacitação complementar dos jovens no resgate dos conhecimentos tradicionais e culturais de diversas etnias, em que os estudos etnobotânicos das interações entre populações tradicionais e aplicações das plantas medicinais contribuem no



embasamento teórico prático da Oficina de PROMAFS.

No âmbito do PJ-MAIS foi desenvolvido estudo de caso exploratório-descritivo, sobre a implantação de horto medicinal no NEE Horto/Cantareira (RIBEIRO *et al.*, 2008). Os critérios empregados pelos autores para a escolha de plantas foram espécies nativas da Mata Atlântica e disponibilidade de informação científica sobre as espécies. Os autores efetuaram levantamento bibliográfico e documental sobre PJ-MAIS, a RBCV e as oficinas desenvolvidas no Programa. Foram realizadas entrevistas não estruturadas com pesquisadores e técnicos do PJ-MAIS e do Instituto Florestal. Para esta pesquisa, os autores utilizaram as espécies *Baccharis trimera* (Less.) DC. (carqueja-amarga) e *Ageratum conyzoides* L. (mentrasto) por serem nativas da Mata Atlântica, herbáceas (facilitando o manejo) e pela facilidade de literatura disponível. Os dados foram analisados para identificar o potencial de implantação de uma horta medicinal visando à formação ecoprofissional dos alunos. Os autores concluíram que a implantação de hortas medicinais no PJ-MAIS é viável do ponto de vista educacional, possibilitando o aprendizado sobre o uso das plantas, seu cultivo, processamento e sobre a conservação ambiental e o potencial de uso da flora da Mata Atlântica.

Quadro 1 |
Mandala e horta medicinal.

Figura 16 |
Mandala medicinal implantada por alunos do PJ-MAIS no NEE Horto / Cantareira.
Fonte: Massako Nakaoka Sakita (2009).

4 | CONTRIBUIÇÃO DOS SERVIÇOS DE PROVISÃO DE PRODUTOS BIOQUÍMICOS, MEDICAMENTOS NATURAIS E PRODUTOS FARMACÊUTICOS PARA O BEM-ESTAR HUMANO NA RBCV

Desde 1978, a Organização Mundial de Saúde (OMS) tem feito incentivos em investimentos públicos em plantas medicinais. Por causa da pobreza e da falta de acesso a medicamentos industrializados, aproximadamente 65 a 80% da população mundial que vive nos países em desenvolvimento utilizam de plantas medicinais (OMS, 2000). Oliveira (1985) cita que medicina popular se constitui como uma entre várias medicinas, devendo ser entendida na sua relação com as demais. Lorenzi; Matos (2002a; 2002b) citam a medicina popular também como “caseira” ou “tradicional”. De acordo com a Política Nacional de Plantas Medicinais e Medicamentos, os fitoterápicos são medicamentos cujos componentes terapêuticamente ativos são exclusivamente plantas ou derivados vegetais (extratos, sucos, óleos, ceras, etc.), não podendo ter em sua composição, a inclusão de substâncias ativas isoladas, de qualquer origem, nem associações destas com extratos vegetais. Fitofármacos é fármaco (composto químico com atividade terapêutica) extraído de vegetais ou seus derivados. O uso de medicamentos fitoterápicos com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico, passou a ser oficialmente reconhecido pela OMS em 1978, que recomendou a difusão, em nível mundial, dos conhecimentos necessários para o seu uso (BRASIL, 2001).

Quando se busca o tratamento contra alguma enfermidade, o que se procura é combater suas causas e/ou combater os sinais e sintomas. Define-se sintoma como qualquer alteração da percepção normal que uma pessoa tem de seu próprio corpo, do seu metabolismo, de suas sensações, podendo ou não consistir em um indício. Sintomas são frequentemente confundidos com sinais, que são as alterações percebidas ou medidas por outra pessoa, geralmente um profissional de

saúde. A diferença entre sintoma e sinal é que este pode ser percebido por outra pessoa sem o relato ou comunicação do paciente e o sintoma é a queixa relatada pelo paciente, mas que só ele consegue perceber. Sintomas são subjetivos. A variabilidade descritiva dos sintomas varia enormemente em função da cultura do paciente, assim como da valorização que cada pessoa dá às suas próprias percepções. Assim é importante conhecer quais são as principais causas, bem como os principais sinais e sintomas, das principais doenças que afetam os seres humanos. Como exemplos de sinais e sintomas que nem sempre estão associados a doenças específicas pode-se citar taquicardia, bradicardia, palpitação, dor, boca seca, febre/pirexia, caquexia, xerostomia (LÓPEZ; LAURENTIS, 1988).

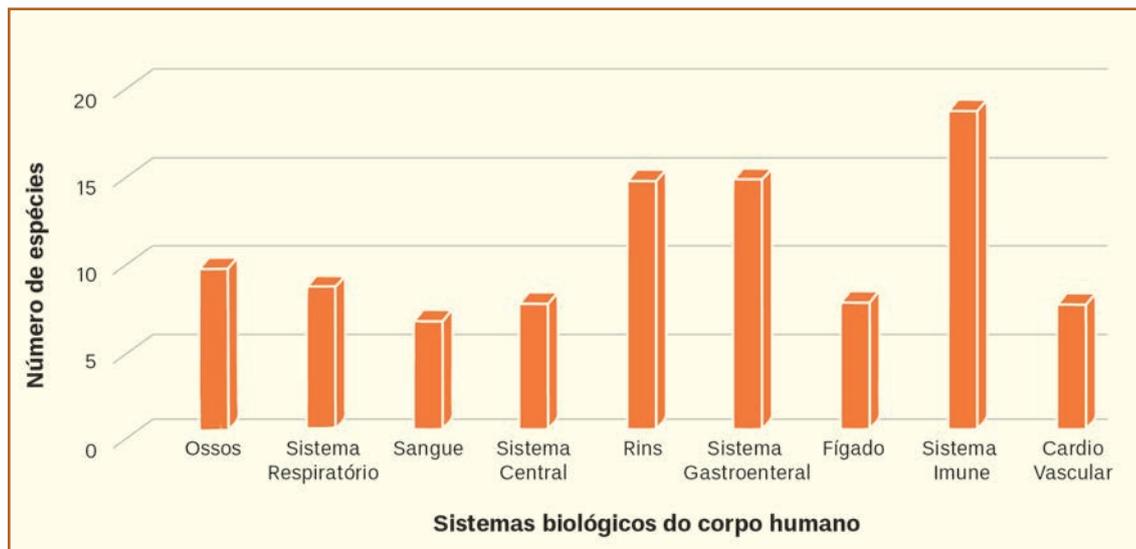
No intuito de conhecer o potencial de serviços ecossistêmicos de provisão de produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos da RBCV e sua contribuição com o bem-estar humano, especificamente o uso de plantas medicinais para tratamento de saúde, foi feito um levantamento botânico da região. As plantas descritas nesse levantamento englobam inúmeras atividades biológicas, dentre as quais se destaca as seguintes aplicações: afecções das vias respiratórias, gota (inflamação nas articulações devido ao acúmulo de ácido úrico), dores musculares e nas articulações, gastrite, hemorroidas, gengivite, escabiose (sarna), anemia, gripe, agitação psicomotora e deficiência de vitamina A.

Adicionalmente, estas plantas apresentam ações adstringentes, analgésica, ansiolítica, antiartrítica, antiasmática, antibiótica, anti-blenorragia, antidiarreica, antiespasmódica (espasmolítica), antihemorragia, antiinflamatória, antimalária, antiofídica, antipirética, antireumática, antiséptica, antisifilítica, antitumoral, antitussígena, cicatrizante, colerética, colagoga, diurética, fungicida, hepatoprotetora, hipnótica, hipotensora, imunestimulante, sedativa, laxante, bronco-pulmonares, repelente de insetos, sedativa, sudorífica e tônica (**Figura 16**).

Este levantamento botânico foi realizado a partir de uma pesquisa realizada na Plataforma Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas - SPECIES LINK,



Figura 17 | Relação entre as principais atividades sobre os sistemas biológicos e o número de espécies encontradas no levantamento botânico da RBCV. Fonte: elaboração própria.



disponível no endereço <www.splink.org.br>. Trata-se de um sistema de informação que integra, em tempo real, dados primários de coleções científicas, desenvolvido por meio do apoio das instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF); J.R.S. *Biodiversity Foundation*; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Financiadora de Inovação e Pesquisa (FINEP); Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP); e Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) (SPECIES LINK, 2014).

A pesquisa no site foi iniciada a partir da seleção do Tipo de *Acervo* (Plantas e Fungos), da *Localização da Coleção* (todos), da *Rede* (Brasil) e *Fonte de Dados* (todos). A pesquisa foi realizada selecionando-se os nomes de todos os municípios da RBCV, para se obter um levantamento botânico de espécies por município. Manualmente, foram selecionadas as espécies de plantas, excluindo-se as espécies de fungos. Obteve-se, assim, uma planilha onde constam todas as espécies vegetais presentes na área da RBCV, por município. Na sequência, a partir do resultado do levantamento botânico da região da RBCV, as atividades biológicas das plantas sobre as causas, sinais e sintomas de doenças estão descritas por espécie.

Nome científico	Nome popular	Ocorrência (RBCV)	Parte utilizada	Indicações/ ações terapêuticas
<i>Croton urucurana</i> Bail	sangue-de-drago, sangue-d'água, urucurana	Ibiúna e São Paulo	Casca e resina	Cicatrizante, anti-inflamatório, contra herpes, antiúlcera, anti-blenorrágica, hemostática, antibacteriana (TAYLOR, 1969; LORENZI; MATOS, 2008)
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	amor-seco, amor-do-campo, pega-pega, amor-agarrado	Bertioga, São Paulo, São Sebastião	Folhas, raízes	Antiespasmódico, antiasmática, antihistamínica, antianafilática, broncodilatadora, leucorreia, blenorragia, infecção urinária, inflamação de ovários, corrimento vaginal e hemorragia. Os glicosídeos triterpenoides encontrados são potentes agonista e canais de potássio. Reduz as contrações durante o choque anafilático, inibe a contração induzida pela histamina (LORENZI; MATOS, 2008; CRUZ, 1995).
<i>Equinodorus grandiflorus</i> Mich.	chapéu-de-ouro, erva-do-pântano	Biritiba Mirim	toda planta, rizomas (cataplasma para hérnias)	Antiinflamatória, laxativa, adstringente, antirreumática, eliminador do ácido úrico e depurativo no tratamento da sífilis, moléstia do fígado, pele, afecções renais (inflamação da bexiga e cálculos renais, diurético, arteriosclerose (CORREA <i>et al.</i> , 2001 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Equinodorus macrophyllus</i> (Kunh) Micheli	aguapé, chá-de-campanha, erva-do-pântano, chapéu-de-couro	Rio Grande da Serra	toda planta	Antiartrítica, anti-inflamatória, antifóidica, antirreumática, antisifilítica, colagogo, depurativo do sangue, diurético, ácido úrico, afecções das vias urinárias (litíase, nefrite, etc.), fígado, estômago, arteriosclerose bócio, colesterol, dermatose, manchas na pele (LORENZI; MATOS, 2002; PANIZZA, 1997).
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	erva-botão, agrião-do-brejo, erva-cidreira, lanceta, surucuína	Caieiras	folhas, raízes	Possuem ações tônicas, estimulante do fígado (hepatoprotetor), adstringente, antifóidica, cicatrizante, imunoestimulante, ascite, cirrose, gastroenterite, astenia, asma, hemorragias, pedra nos rins e vesícula (REIS <i>et al.</i> , 1992).
<i>Erythrina falcata</i> Mart. ex Benth.	mulungu, corticeira, bico-de-papagaio, suinã	Paraibuna, Piracaja, São Paulo	casca.	Inseticida e veneno para peixes (SCHULTES; RAFFAUF, 1990 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008); ansiedade, insônia, agitação psicomotora (CRUZ, 1995; ALMEIDA, 1993 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008; ANDERSON <i>et al.</i> , 1998 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Contra asma, bronquite, hepatite, gengivite, inflamações hepáticas esplênicas, febres, insônia, hipotensor (EASTERLING, 1993 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008)
<i>Hypericum perforatum</i> L.	mil-facadas, mil-furadas, alecrim-bravo, orelha-de-gato	Biritiba Mirim, Ibiúna, São Paulo	toda a planta	Antidepressivo, anti-séptica, adstringente, analgésica, calmante do sistema nervoso, redutora de inflamações e promove a cicatrização (ALZUGARAY; ALZUGARAY, 1996; BOORHEM <i>et al.</i> , 1999). Excitante, antiespasmódica, antifóidica, anti-inflamatória, analgésica, antibacteriana. (CARVALHO <i>et al.</i> , 2003). Asma brônquica, bronquite crônica, tosses, cefaleias e dores de origem reumáticas. As espécies brasileiras são usadas como vulnerária antiespasmódica e anti ofídica na forma de gargarejo contra aftas e estomatite (MORS; RIZINI; PEREIRA, 2000).
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hill.	mate, erveira, congonha, erva-verdadeira, chá-mate, chá-das-missões, chimarrão	Cotia, Ibiúna, São Paulo	folhas	Digestivo, antirreumático, diurético, laxante, vaso dilatador, antioxidante, estimulante sobre o sistema nervoso central (SIMÕES <i>et al.</i> , 2001 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008); vitaminas B, C, D e sais minerais como: cálcio, manganês, potássio. Combate radicais livres. Não é indicado para pessoas que sofrem de insônia e nervosismo, pois é estimulante natural. Contém saponina que é um dos componentes da testosterona, razão pela qual se acredita proporcionar melhora na libido.
<i>Ipomeas batatas</i> (L.) Lam.	batata-doce, batata-da-terra, batata-da-ilha	Caieiras, Cajamar, Cotia, Ibiúna, Itanhaém, São Paulo, Mauá, Guarulhos, Piracaja, Santa Branca, Biritiba Mirim	raiz, folhas, brotação	As folhas e brotações também são comestíveis. O chá das folhas aumenta a lactação. O tipo amarelo, especialmente de cor abóbora, tem um teor de beta caroteno maior que a cenoura. Por isso, seu uso como alimento-medicamento é indicado contra a deficiência de vitamina A, reconhecida pelo atraso no crescimento, pele áspera, cegueira noturna e úlcera da córnea, que pode levar até à cegueira completa, observada entre as crianças no interior de Nordeste (LORENZI; MATOS, 2008).

Tabela 2 |

Lista alfabética de algumas espécies medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas.
Fonte: Elaboração própria.



Nome científico	Nome popular	Ocorrência (RBCV)	Parte utilizada	Indicações/ ações terapêuticas
<i>Lantana camara</i> L.	camará, camarará, camarará-de-jardim, camarazinho, lantana-camarará	São Paulo	folhas e flores	Apresenta efeitos tóxicos. É considerada tóxica para o gado vacum e carneiros. Essa toxicidade é atribuída a uma reação de fotossensibilização da pele ao sol devido à presença de triterpenoides da planta. É usada na medicina caseira em muitas regiões do Brasil. Suas folhas são consideradas como tônica, sudorífica, indicada para problemas bronco-pulmonares e reumatismo. O xarope de suas folhas e flores frescas é indicado para estados febris e afecções das vias respiratórias. O chá de suas folhas (decocto) é recomendado na forma de compressa, contra reumatismo, contusões, esfoladuras, dores musculares e dores nas articulações (MORS; RIZINI; PEREIRA, 2000).
<i>Lonicera japônica</i> Thumb ex Murray	madressilva, madressilva-do-Japão, madressilva-do-jardim, maravilha	Santo André	folhas e flores	Diurética, antisséptica, antitérmica, anti-inflamatório, hipotensora-miorrelaxante, sudorífica. As preparações de suas folhas são adstringentes e indicadas para o tratamento de inflamações da boca e da garganta através de bochechos de seu decocto. (BOORHEM <i>et al.</i> , 1999 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Mentha pulegium</i> L.	poejo, poejinho, poejo-real, poejo-das-hortas, poejo-dos-reis, menta-selvagem, vique	Guarulhos	folhas	Expectorante contra gripe, tosse crônica, calmante para o sistema nervoso, constipações, insônias, dores reumáticas, acidez do estômago, fermentação, enjoo, bronquites e asma. Pode apresentar como efeitos colaterais a bronco-constipação (efeito paradoxal em crianças menores) em doses altas e prolongadas provoca dor abdominal, náuseas, vômitos, diarreia, letargia, convulsões e hepatite tóxica. É contra-indicado em casos de gravidez, lactação, crianças menores e pessoas alérgicas (MATOS, 2002)
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	cipó-cabeludo, cipó-catinga, cipó-sucurijú, coração-de-jesus, erva-cobre, guaco, guaco-trepador	São Bernardo do Campo	folhas	O uso desta planta na medicina tradicional é restrito a apenas algumas regiões do país, sendo empregado principalmente como anti-inflamatório, antiparasitário, contra asma, antirreumático, analgésico e febrífugo (RUPPELT, 1991). Estudos farmacológicos <i>in vitro</i> com dois ácidos cafeoilquímico isolados desta planta revelaram apreciável atividade anti-inflamatória (PELUSO <i>et al.</i> , 1995 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Mikania lanuginosa</i> DC. sinonímia: <i>Mikania hirsutissima</i> DC	cipó-almecega, guaco-cabeludo, cipó-almecega-cabeludo, cipó-catinga	Salesópolis	folhas	Anti-albumínico, diurético, anti-nevrálgico, é indicada contra ácido úrico, artrite, cistite, nefrite, uretrite, coceira, contusão, dores no corpo, frieira, gota, manchas da pele, pielite, pedra na vesícula, reumatismo, diarreia, blenorragia. É altamente eficaz no tratamento da nefrite, sendo uma das plantas mais usadas contra este mal (ALMEIDA, 1993; CARIBE; CAMPOS, 1997; COIMBRA, 1994 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Ocimum selloi</i> Benth	elixir-paregórico, alfavaca, alfavaquinha, anis, atoveran, alfavaca-cheiro-de-anis	Mairiporã, Mauá, Salesópolis	folhas e flores	Planta condimentar e medicinal. Digestivo-estomacal, hepático-biliar, elimina gases intestinais, gastrite, vômitos, tosse, bronquite, gripe, febre resfriados, anti-inflamatório (LORENZI; MATOS, 2002), além de ter comprovada atividade como repelentes de insetos (PAULA; GOMES-CARNEIRO; PAUMGARTTEN, 2003). Para problemas digestivo-estomacal é recomendado o seu chá por infusão despejando-se 1 xícara (chá) água fervente sobre 1 colher (sobremesa) de folhas e inflorescências picadas, 2 a 3 vezes ao dia (PANIZZA, 1998 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2000).
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	canela-cheirosa, canela-parda, casca-cheirosa, casca-preciosa, louro-cheiroso, sassafra-amarelo	Mairiporã	flores, casca, madeira	Todas as partes desta planta, inclusive a madeira, são empregadas para a produção de óleo essencial mediante destilação. Seu principal componente é o safrol, amplamente utilizado em perfumaria, medicina e como combustível em naves espaciais (TEIXEIRA; BARROS, 1992). O óleo é muito empregado em medicamentos com propriedades sudoríficas, antirreumáticas, anti-sifilíticas, diuréticas e como repelente de mosquitos. Em uso caseiro da medicina tradicional, suas flores e cascas são muito empregadas para o tratamento de várias moléstias, como sudorífica, depurativa do sangue, diurética e antirreumática (MORS; RIZINI; PEREIRA, 2000).

Tabela 2 | Lista alfabética de algumas espécies de plantas medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Nome científico	Nome popular	Ocorrência (RBCV)	Parte utilizada	Indicações/ ações terapêuticas
<i>Passiflora edulis</i> Sims & <i>Passiflora alata</i> Curtis	maracujá, maracujá-de-suco, maracujá-azedo, maracujá-perobas, maracujazeiro, maracujá-ácido	Biritiba-Mirim, Embu-Guaçu, Salesópolis e Santo André	folhas, fruto e sementes	Sedativos, hipnótico, analgésico, antiespasmódico, tranquilizante, diurético, usado nas excitações nervosas, histeria, neurastenia, cefaleias, provoca sono natural, indicado nas insônias. Indicado também na hiperatividade e falta de concentração das crianças (MATOS, 2002a; 2002b).
<i>Petiveria alliacea</i> L.	gambá, pau-de-guiné, cangambá, mucura-caá, erva-pipi, tipi, tetê, erva-de-alho, amansa-senhor, raiz-de-guiné	Poá	folhas e raízes Em dose elevada é tóxica e abortiva	Utilizado como abortivo, analgésico (hipnótico, anestésico), antiespasmódico, antirreumático, bactericida, diurético, fungicida, imuno-estimulante e ansiolítico (HOYOS <i>et al.</i> , 1992 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). As raízes parecem ser mais ativas do que as folhas sendo consideradas analgésicas e anestésicas (LIMA <i>et al.</i> , 1991 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Aplicação tópica localizada contra contusões, traumatismos, dores lombares, reumáticas e de cabeça (MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Na forma de cataplasma das folhas, usada externamente, tem sido empregada contra dores de cabeça, dentes e muscular; inchaço, inflamação da boca, gengivite, dor reumática, paralisia nervosa, hidropsia, nevralgias, (MORS; RIZZINI, 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Tem poder inseticida (JONHSON <i>et al.</i> , 1997 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Piper aduncum</i> L.	tapa-buraco, jaborandi-falso, aberta-ruão, aduncum, matico-falso, caá-peba, cheirosa, falso-jaborandi	Ferraz de Vasconcelos	folhas, raízes e frutos	Chá ou infusão alcoólica de suas folhas, raízes e frutos é empregado como tônico, carminativo, antiespasmódico, contra blenorragia, e para afecções do fígado, vesícula e baço (VAN DER BERG, 1993 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Às folhas são atribuídas propriedades tônicas, estomáquica e antiespasmódica. E, às raízes ação eficaz contra picada de cobra e ação estimulante e colagoga, externamente são usadas contra erisipela (MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Plantago australis</i> Lam. Sinonímia: <i>Plantago major</i> L., <i>P. media</i> L., <i>P. lanceolata</i> L.	tanchagem, tansagem, língua-de-vaca, plantagem	Arujá	folhas, flores, sementes	Diurética, antidiarreica, expectorante, hemostática, cicatrizante, bronquite crônica, úlceras pépticas. São também empregadas tanto as flores como as sementes contra conjuntivite, terçol e irritações oculares devidas a traumatismos. (GRELAND <i>et al.</i> , 1987 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Possui compostos mucilaginosos, fenólicos, lipídicos e alcalóidicos em seus tecidos (FRANCO, 2001). A presença de taninos, pectinas, colina, enxofre, flavonoides e vitamina C, glicosídeo Plantamajosídeo, capaz de inibir bactérias e fungos (RANV; BRIMER, 1988 <i>apud</i> FREITAS <i>et al.</i> , 2002). A literatura etnofarmacológica recomenda tomar, em jejum, o chá de suas sementes, preparado adicionando-se água fervente em 1 copo contendo 1 colher (sopa) de sementes e deixado em maceração durante a noite, como laxante e depurativo (LORENZI; MATOS, 2008). Recomenda-se cataplasma de suas folhas amassadas em pilão em mistura com glicerina e espalhadas sobre gaze, aplicada sobre feridas, queimaduras e picadas (PANIZZA, 1998 <i>apud</i> LORENZI ; MATOS, 2008).
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	erva-de-bicho, acataia, capiçoba, pimenta-do-brejo, pimenta-d'água	Arujá, Cotia	folhas e ramos Considerada abortiva, não sendo recomendada para gestantes	Adstringente, estimulante, diurética, vermícida, antigonorreica e antihemorroida, sendo empregada localmente, contra úlceras de pele, erisipela e artrite (MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Para afecções das vias urinárias, erisipelas, eczemas, varizes, fragilidade capilar e como estimulante da circulação recomenda-se o seu chá. E em aplicações locais de seu chá concentrado contra afecções de pele, feridas e úlceras varicosas e, na forma de banho de assento, contra hemorroidas e como cataplasma, nos casos de reumatismo, artrites e dores musculares (PANIZZA, 1998 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Potomorphe umbellata</i> L. sinonímia <i>Piper umbellatum</i> L.	pariparoba, caapeba, caena malvaíscio, lençol-de-santa-bárbara, catajé,	Itapeperica da Serra	folhas, hastes, raízes	Diurética, anti-epiléptica, antipirética, usada contra doenças do fígado fígado, inchaços e inflamações das pernas, contra erisipela e filariose (MORS <i>et al.</i> , 2000; VAN DEN BERG, 1993 <i>apud</i> LORENZI; MATOS,

Tabela 2 |

Lista alfabética de algumas espécies medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas.

Fonte: Elaboração própria.
(continuação)



Nome científico	Nome popular	Ocorrência (RBCV)	Parte utilizada	Indicações/ ações terapêuticas
<i>Potomorphe umbellata</i> L. sinonímia <i>Piper umbellatum</i> L.	aguaxima	São Paulo		Esta planta tem atividade antimalárica e é desprovida de atividade mutagênica (AMORIN <i>et al.</i> , 1988; BARROS <i>et al.</i> , 1996 <i>apud</i> LORENZI ; MATOS, 2008). A cataplasma de suas folhas é empregada externamente em aplicação localizada para maturação de furúnculos, queimaduras leves, dor de cabeça e reumatismo (MORS <i>et al.</i> , 2000; PANIZZA, 1988 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba, araçá-goiaba, araçá-guaçu, guaíba-vermelha, guaiava	Cotia, Salesópolis	folhas, casca, semente, gomos foliares	Segundo a literatura etnofarmacológica, a goiabeira é a planta medicinal mais utilizada no tratamento caseiro de diarreias em crianças. Também o uso de chá para bochechos e gargarejos no tratamento de inflamações da boca na garganta ou em lavagens locais de úlceras e na leucorreia. A análise fitoquímica revela a presença de óleo volátil rico em bisaboleno e outros sesquiterpenos, além dos acetais dioximetano e dioxietano que dão aroma aos frutos. Nas sementes foi identificado o ácido linoleico como principal constituinte de seu óleo fixo. Nas folhas, os principais constituintes estão taninos elágicos, predominando a pedunculagina e as guavinas, acompanhadas de beta-sitosterol, triterpenoides e como princípio antidiarreico, a quercetina e arabino-quercetina. (SOUZA <i>et al.</i> , 1991 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Rubus brasiliensis</i> Mart.	amora-verde, amoreira-da-selva, amoreira-do-mato, framboesa-negra, sarça-amoreira	Cotia, Salesópolis	todas as partes da planta	Diarreia de sangue, disenteria, enfermidade da cabeça, escorbuto, espasmo, febre inflamatória, icterícia. Suas raízes possuem propriedades laxativas e diuréticas. Os frutos ingeridos <i>in natura</i> são utilizados em casos de diarreia sanguinolenta e o chá como bebida tônica e medicação antidiarreica. Brotos e inflorescências são utilizados como antiespasmódico, na forma de decocto. O chá das folhas é utilizado como diurético, também na forma de decocto (MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Schinus terebentifolius</i> Radd	araguaíba, aroeira, aroeira-do-campo, aroeira-da-praia, aroeira-do-sertão, aroeira-mansa, aroeira-pimenteira, coração-de-bugre, fruto-de-sabiá	Caieiras, Cotia, Guarulhos, Mauá, Osasco, Santa Isabel	casca, folhas, fruto	A casca é utilizada na forma de decocto, em banhos de assento após o parto como cicatrizante e antiinflamatório, antibacteriano tratamento do sistema urinário e do aparelho respiratório, hemoptise. A hemorragia uterina, ferimento na pele, cervicite. As folhas e frutos são adicionados à água de lavagem de feridas e úlceras. A análise fitoquímica registra alto teor de tanino, biflavonoides e ácidos triterpênicos nas cascas e de até 5% de óleo essencial nos frutos e nas folhas (MATOS, 2002a; 2002b).
<i>Smilax brasiliensis</i> Griseb.	japecanga-verdadeira, japicanga, inhapicanga, nhupicanga, raiz-da-china, salsaparrilha, salsa-de-espinho	Ferraz de Vasconcelos	raiz	Impotência sexual, reumatismo, problemas de pele, sífilis, gonorreia, artrite, febre, tosse, escrófula, hipertensão, psoríases, purificador de sangue (TAYLOR, 1999 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Atividade antibiótica e adjuvante no tratamento da lepra (D'AMICO, 1950; FITZPATRICK, 1954; ROLLIER, 1959 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba, caapeba, jurubeba-branca, jurubeba-verdadeira, jurubebinha, juvena, juuna	Suzano	raiz, folha, frutos e flores	A infusão das folhas, flores ou frutos são indicados contra afecções hepáticas, febres e debilidade em geral. O suco das raízes ou frutos usados contra cistite, anemia, tumores, abscessos internos. A cataplasma das folhas como uso externo no caso de feridas e úlceras, suco dos frutos com mel de abelha é empregado como diurético, contra bronquite e tosse (CRUZ, 1995 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Solidago microglossa</i> DC Sin. <i>Solidago chilensis</i> Meyen, <i>Solidago linearifolia</i> var. <i>brachypoda</i> Speg.	arnica, arnica-brasileira, arnica-da-horta, arnica-de-terreiro, arnica-do-brasil, arnica-silvestre, erva-lanceta, espiga-de-ouro, flecha, rabo-de-rojão, sapé-macho, macela-miúda	Embu, Itapeirica da Serra	folhas, inflorescência	Suas flores são apícolas. São atribuídas às suas preparações caseiras qualidades de medicação amarga, estomáquica, adstringente, cicatrizante e vulnerária. Por ser considerada tóxica, seu uso interno só deve ser feito com estrita indicação e acompanhamento médico (CORREA <i>et al.</i> , 1988 <i>apud</i> LORENZI e MATOS, 2008). É empregada externamente no tratamento de ferimentos, escoriações, traumatismos e contusões em substituição à arnica verdadeira (<i>Arnica montana</i> L.) (BOORHEN <i>et al.</i> , 1999; CORREA <i>et al.</i> , 1998; MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).

Tabela 2 | Lista alfabética de algumas espécies medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Nome Científico	Nome popular	Ocorrência (RBCV)	Parte utilizada	Indicações/ Ações terapêuticas
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	assa-peixe, chamarrita, camará-branco, camará-guaçu	Arujá e Guarulhos	folhas, raízes	Suas raízes e folhas, em decocção, são utilizadas como diuréticas, balsâmicas e antireumáticas indicadas nos casos de gripes, bronquites e tosses persistentes. A infusão das raízes é indicada nos casos de hemoptises e abscessos internos, devido suas propriedades diuréticas. Seu uso externo é indicado nos casos de afecções da pele, dores musculares e reumatismo sob a forma de compressas das folhas frescas amassadas. Chá das folhas em decocção para cálculos renais (LORENZI; MATOS, 2008).
<i>Walteria indica</i> L.	douradinha-do-campo, malva-branca, malva-veludo	Cotia	casca, folha e ramos	Estimulante, emética, sudorífica, diurética. É indicada contra disenteria, catarro-brônquico, afecções dos pulmões, blenorragia e cistite (MORS <i>et al.</i> , 2000 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). A tintura da casca é utilizada como tônico cardíaco e a casca dos ramos e folhas são consideradas diuréticas e hipotensoras (SIMÕES <i>et al.</i> , 1998 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008). Estudos farmacológicos demonstraram a eficácia hipotensora, cardiotônica e diurética dos alcaloides, taninos e saponinas encontrados nas hastes e nas folhas (WASICKY <i>et al.</i> , 1964 <i>apud</i> LORENZI; MATOS, 2008).

Tabela 2 |

Lista alfabética de algumas espécies medicinais de ocorrência na RBCV, com nome científico, popular, parte usada e ações terapêuticas. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Como toda planta, a utilização das espécies encontradas na RBCV, deve seguir os cuidados necessários como: correta identificação científica do material botânico a ser utilizado, não se basear em nome popular, pois há variação destes nomes de local para local, verificar que parte da planta vai ser utilizada, a forma correta de fazer os chás (infusão, decocção, maceração) o tempo de fervura, os utensílios a ser usado (vidro, louça esmaltada, porcelana), não utilizar recipientes de alumínio, verificação das dosagens recomendadas e não utilizar plantas que tenham atividades tóxicas e abortivas (TRINDADE; SARTÓRIO; REZENDE, 2008; FINTELMANN; WEISS, 2010; MATOS, 2002a; 2002b).

CONCLUSÕES

Nos últimos anos, tem-se observado grande aumento na utilização de plantas medicinais não somente por parte da população em geral, mas principalmente nos programas oficiais de saúde apoiados pela OMS, ressaltando-se no Brasil a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, aprovada por meio do Decreto Nº 5.813, de 22 de junho de 2006, que estabeleceu diretrizes e linhas prioritárias para o desenvolvimento de ações em torno de objetivos

voltados à garantia do acesso seguro e uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos em nosso país, ao desenvolvimento de tecnologias e inovações, assim como ao fortalecimento das cadeias e dos arranjos produtivos, uso sustentável da biodiversidade brasileira e seu desenvolvimento industrial e comercial.

De acordo com o levantamento preliminar efetuado em 277 plantas entre as 2.256 espécies catalogadas pelo BIOTA-FAPESP, de ocorrência nos 78 municípios da RBCV, verificou-se que todas as espécies listadas neste diagnóstico, apresentaram algum estudo (químico, fitoquímico, farmacológico, medicinal e toxicológico), demonstrando o potencial que esta vegetação representa dentro do escopo de serviços de provisão de produtos naturais.

O levantamento dessa vegetação pode ser vislumbrado em produtos comercializáveis – tornar-se um importante mecanismo de geração de benefícios, sociais e ambientais, contribuindo para o desenvolvimento econômico e a conservação da biodiversidade, desde que algumas condições sejam satisfeitas. Entre essas condições, destacam-se: sua valoração; legislações ambientais apropriadas; mecanismos de mercado adequados (contratos, patentes, royalties); divisão justa e equitativa dos benefícios, transferência de tecnologia.

Dentro das 277 plantas catalogadas, verificou-se que 20 espécies constam da lista das



74 plantas medicinais estudadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em 2006, com monografias e estudo farmacológico pré-clínico, clínico e toxicológico, necessários para distribuição e uso pela população.

Acredita-se que este levantamento trará resultados promissores para os 78 municípios que compõem a RBCV, no tocante à utilização dessas plantas sob o ponto de vista medicinal

e farmacológico e como consequência, a importância na conservação e preservação da vegetação para as presentes e futuras gerações.

Haverá necessidade de dar continuidade ao levantamento das 1.879 plantas dentro da listagem de 2.256 espécies quanto ao estudo químico, fitoquímico, medicinal, farmacológico e tóxico, para se obter um mapa georreferenciado completo da vegetação com estes estudos.

REFERÊNCIAS

- ALBIERO, A.L.M, *et al.* (2005). Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K.(Piperaceae) **Acta bot. bras.** 19(2): 305-312 p.
- ALVES, L. F. (2010). **Plantas Medicinais e Fitoquímica no Brasil: Uma Visão Histórica.** Pharmabooks, São Paulo. 389 p.
- ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. (1996). **Plantas que curam.** Editora Três, São Paulo, 2 volumes.
- AMORIN, C. Z. *et al.* (1988). Screening for anti-malarial activity in the genus *Pothomorphe*. J. of ethnopharmacol. **Elsevier Scientific Publishers Ireland Ltd.**, 24: 101-106.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2019). Primeira edição de Memento Fitoterápico Brasileiro terá consulta pública. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2692062&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=primeira-edicao-de-memento-fitoterapico-brasileiro-tera-consulta-publica&inheritRedirect=true>. Acesso: 24 ago. 2019.
- BARROS, C. L. S. *et al.* (2007). Biópsia hepática no diagnóstico da intoxicação por *Senecio brasiliensis* (Asteraceae) em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, p. 53-60.
- BATALHA, M. O. *et al.* (2003). Plantas Medicinais no Estado de São Paulo: Situação Atual, Perspectivas e Entraves ao Desenvolvimento. **Florestar Estadístico**, São Paulo, vol. 6, n. 15, p. 27-35, 2003.
- BIOTA FAPESP (2019). **Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade.** Disponível em <<http://www.biota.org.br/biotafapesp/>>. Acesso: 10 fev. 2019.
- BOORHEM, R. L. *et al.* (1999). **Reader's Digest. Segredos e virtudes das Plantas Medicinais.** Reader's Digest Brasil. Ltda., Rio de Janeiro, 416p.
- BRASIL (2001). Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Proposta de Política Nacional de Plantas Medicinais e Medicamentos Fitoterápicos.** Brasília, DF, 38 p.
- BRASIL (2006a). **Decreto nº 5.813, em 22 de junho de 2006.** Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências.
- BRASIL (2006b). Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **A Fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisa de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos.** Brasília-DF. Ministério da Saúde, 148 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).
- BRASIL. Ministério da Saúde (2010). **Portaria nº 886, de 20 de abril de 2010.** Institui a Farmácia Viva no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).
- BRASIL. Ministério da Saúde (2019). Plantas medicinais e fitoterápicos no SUS Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/acoes-e-programas/programa-nacional-de-plantas-medicinais-e-fitoterapicos-ppnmpf/plantas-medicinais-e-fitoterapicos-no-sus>>. Acesso: 24 nov. 2019.
- BRAZ FILHO, R.; SOUZA, M. P.; MATTOS, M. E. O. (1981). **Piplartine-dimero A, new alkaloid from Piper tuberculatum Phytochemistry.** Pergamon Press Ltd. in England, 20: 345-346.
- BRITO, A. R. M. S. (1996). Legislação de Fitoterápicos In: **Plantas Medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar.** São Paulo; Editora da Universidade Estadual Paulista, 230p.
- CANELLA, C. F. C.; DOBEREINER, J. e TOKARNIA, C. H. I. (1968). Intoxicação experimental pela manihoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.) em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3, p. 347-350.
- CARVALHO, E. S. *et al.* (2003). Caracterização química do óleo essencial de *Hypericum brasiliense*

- Choisy. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, Pr. v. 13 spl. p. 34-36.
- CARVALHO, A. C. B. *et al.* (2008). Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 18 (2): p. 314-319, abr./Jun.
- CONEGERO, L. S. *et al.* (2003) Constituintes químicos de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae). **Química Nova**. Impresso: ISSN 1678-7064. Publicação da Soc. Brás. de Química- Inst. de Química v.26, nº 6, p. 825- 827.
- CRUZ, G. L. (1995). **Dicionário de Plantas úteis do Brasil**. 5ª edição. Editora Bertrand. Rio de Janeiro.
- DAILY, G. C. (1997). “Introduction: what are Ecosystem Services?” em G. C. Daily (org.) Nature’s Services Societal Dependence on Natural Ecosystems Washington: Island Press.
- DI STASI, I. C. (1996). **Plantas Medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo; Editora da Universidade Estadual Paulista, 230p.
- DOMINGUEZ, X. A. (1973). **Métodos de investigação fitoquímica**. Editorial Limusa – México, 281 p.
- FERRO, D. (2008) **Fitoterapia – Conceitos clínicos**. São Paulo. Editora Atheneu, 501 p.
- FINTELMANN, V. e WEISS, R. F. (2010). **Manual de Fitoterapia**. 11ª Edição revisada. Editora Guanabara Koogan S.A., 526 p.
- FITOTERAPIA E TERAPIAS COMPLEMENTARES. (2019). Disponível em: www.fitoterapia.com.br. Acesso: 09 set. 2019.
- FLOR-DAS-ALMAS (Senecio brasiliensis). (2013). **Fitoterapia**, São Paulo. Seção Plantas na Farmacopeia. <www.fitoterapia.com.br>. Acesso: 09 set. 2019.
- FRANCISCO, I. A.; PINOTTI, M. H. P. (2000). Cyanogenic glycosides in **Plants. Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 5. p.487-492 Paraná Institute of Technology Publication.
- FRANCO, L. L. (2001). **As sensacionais 50 plantas medicinais, campeãs de poder curativo**. Volume 1. 5ª edição. Editora Lobo. Curitiba.
- FREITAS, A. G. *et al.* (2002). Atividade antiestafilocócica do *Plantago major* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Soc. Bras. de Farmacognosia Universidade Federal do Paraná - Jd. Botânico, Curitiba, PR. v.12, supl., p. 64-65.
- FUKUYAMA, Y. *et al.* (1983). Hydropiperoside, a novel coumaryl glycoside from the roots of *Polygonum hydropiper*. **Phytochemistry**, Pergamon Press Ltd in England v. 22, n.2, p. 549-552.
- FURUTA, T.; FUKUYAMA, Y.; ASAKAWA, Y. (1986). Polygonolide, a isocoumarin from *Polygonum hydropiper* possessing anti-inflammatory activity. **Phytochemistry**, Pergamon Press Ltd in England. v. 25, p. 517-520.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Impactos ambientais das plantas transgênicas: as evidências e as incertezas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 153-166, jun. 2003.
- GUERRA, P. M.; NODARI O. R. (2003). Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, C. M. O. (Org.) *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. rev.ampl. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC. cap.1, p. 14-28.
- GUPTA, M. P. (1995). **Plantas medicinais Iberoamericanas**. Santafé de Bogotá: Editorial, 270 p.
- HOEHNE, F. C. (1978) **Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais**. Reimpressão. São Paulo: Departamento de Botânica, 355p.
- HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ E. F.; VIEIRA P. C. (2003). **Princípios ativos de plantas superiores**. São Paulo: EDUFSCAR.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados. (Banco de Dados. Todos os Municípios – SP)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.
- JORNAL DO SENADO (2018). **Especial Cidadania - Tratamento com fitoterápicos aumenta na rede pública de saúde**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/jovensenador/home/noticias-1/externas/2018/11/especial-cidadania-tratamento-com-fitoterapicos-aumenta-na-rede-publica-de-saude>>. Acesso: 24 nov. 2019.
- KLEIN JÚNIOR, L. C. *et al.* (2011). Perfil cromatográfico obtido por CLAE-DAD do extrato metanólico de *Polygala cyparissias* e avaliação de seu potencial anti-hipernociceptivo. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). QPN280 qpn. produtos naturais - 34ª Reunião Anual da **Sociedade Brasileira de Química**. Disponível em <sec.sbq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T3601-2.pdf>. Acesso: 09 set. 2019.
- KRONKA, F. J. N. *et al.* (2005). **Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ Instituto Florestal. Imprensa Oficial.
- LÓPEZ, M.; LAURENTIS, J. M. (1988). **Semiologia Médica**, Livraria Atheneu, Livraria Interminas.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. (2002). **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., Nova Odessa, SP., 1ª edição. 254p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. (2008). **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa, SP., 2ª edição 544 p.



- LORENZI, H. (2000). **Plantas Daninhas no Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Instituto Planarum de Estudos da Flora Ltda., Nova Odessa, SP., 3ª edição, 640 p.
- LUNG, A.; FOSTER, S. (1996). **Encyclopedia of common Natural Ingredients**. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- MARTINS, E. R. *et al.* (1995). **Plantas Medicinais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 220 p.
- MARTINS, E. R. (1998). Estudos em *Ocimum selloi* Benth: isoenzimas, morfologia e óleo essencial. In: MING L.C. *et al.* **Plantas medicinais e aromáticas condimentares: avanços na pesquisa agrônoma**. Botucatu: UNESP. p. 97-126.
- MARTINS, E. R. *et al.* (2000). **Plantas Medicinais**. Viçosa: UFV, p. 106-107.
- MARTINS, M. B. G. *et al.* 2009. Caracterização anatômica, química e antibacteriana de folhas de *Brunfelsia uniflora* (manacá) presentes na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Farmacognosia; Sociedade Brasileira de Farmacognosia**, Universidade Federal do Paraná - Jd. Botânico, Curitiba, PR. 19(1a): 106-114 jan-mar, São Paulo.
- MATOS, E. H. S. F. (2012). **Plantas tóxicas mais comuns no Brasil**. Medidas Preventivas e Curativas – dossiê técnico. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – CDT/UnB. 15 p.
- MATOS, F. J. A. (2002a). **Farmácias Vivas - Sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades**. 4ª Edição revisada e ampliada. Editora UFC, Fortaleza, 267 p.
- MATOS, F. J. A.. (2002b). **Plantas Medicinais – guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. Impr. Universitária / Edições UFC, Fortaleza, 344 p.
- MATOS, F. J. A. (2007). **Plantas Medicinais – guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. 3ª ed. Fortaleza Imprensa. Universitária / Edições UFC, 394 p.
- MATOS, F. J. A. *et al.* (2011). **Plantas Tóxicas – estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 347p.
- MATTOS J. K. A. (1996). **Plantas medicinais: aspectos agrônomicos**. Brasília: UnB. 51 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2003). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. EUA: World Resources Institute.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). **Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Condition and Trends Working Group / edited by Rashid Hassan**, Robert Scholes, Neville Ash. Washington, DC: Island Press.
- MONTANARI JUNIOR, I. (2002). Exploração Econômica de Plantas Medicinais da Mata Atlântica. In: **Sustentável Mata Atlântica: A exploração de seus recursos florestais**. SIMÕES L. L. e LINO C. F. (organizadores) São Paulo: Editora SENAC São Paulo. p. 35-54.
- MORAES L. A. S. *et al.* (2002). Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro RJ ,74: 183-186.
- MORAIS, S. M.; BRAZ FILHO, R. (2007). **Produtos Naturais – Estudos Químicos e Biológicos**. Fortaleza. Ed.UECE, 2007, 240 p.
- MORS, W. B.; RIZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. (2000). **Medicinal plants of Brazil**. DeFilipps, R.A. Ed.. Reference Publication, Algonac (U.S.A.). 501 p.
- NEVES, M. C. M. (2001). Plantas Medicinais: Diagnóstico e Gestão. 2ª ed. Brasília DF. IBAMA. Ed. IBAMA – **Série Meio Ambiente em Debate, 35 Catalogação na fonte do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis**, 52 p.
- OLIVEIRA, E. R. (1985). **O que é medicina popular**. São Paulo: Abril cultural: Brasiliense. 91 p.
- OMS – ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1978). Promoción y desarrollo de la medicina tradicional. Ginebra, OMS. (**Série de Informes Técnicos 622**).
- OMS – ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2000). Situación regulamentaria de los medicamentos: una resena mundial. Traducción del inglés: Organización Panamericana de la Salud. Washington: OPAS, 62 p.
- PANIZZA, S. (1997). **Plantas que Curam** (Cheiro do Mato) 24ª Edição – IBRASA – Instituição Brasileira de Difusão Cultural Ltda. São Paulo, 279 p.
- PAULA, J. P; GOMES-CARNEIRO, M. R.; PAUMGARTTEN F. J. R. (2003) Chemical composition, toxicity, and mosquito repellency of *Ocimum selloi* oil. **Journal of Ethnopharmacology**, Elsevier Scientific Publishers Ireland Ltd, 88: 253-260 p.
- PELUSO G, *et al.* (1995). Studies on the inhibitory effects of caffeoylquinic acids on monocyte migration and superoxide ion production. **J. Nat Prod**. Washington, May; 58(5): 639-646.
- PEREIRA, C. A. (1992). **Plantas Tóxicas e Intoxicações na Veterinária**. UFG: Goiânia. 279 p.
- PILATI, C.; BARROS, C. S. L. (2007). Intoxicação experimental por *Senecio brasiliensis* (Asteraceae) em equinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, p. 287-296.

- REIS, H. H. T. *et al.* (1992). **Como utilizar plantas medicinais**. Goiânia. Sistema Único de Saúde – Ministério da Saúde, 74 p.
- RBCV – RESERVA DA BIOSFERA DO CINTURÃO VERDE DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Formação Ecoprofissional e Ecomercado de Trabalho – Vivência do Programa de Jovens**. São Paulo: RBCV, 2006
- RIBEIRO, A. A. N. *et al.* (2008). Potencial de exploração econômica e de educação ambiental de plantas medicinais da Mata Atlântica. **2º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal**. IF Série Registro. São Paulo, jul. 36 p. 63-71.
- RIO DE JANEIRO (Estado) (2001). **Resolução SES nº 1.590, de 12 de fevereiro de 2001**. Republicada no D.O. nº 51, de 18 de março de 2004. Aprova o Regulamento Técnico para a prática da Fitoterapia e Funcionamento dos Serviços de Fitoterapia no âmbito do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
- RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M.; PIRES, B. C. C. (2006). A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem estar humano. **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.20, n.2, p. 71-89, 2006a.
- RODRIGUES, A.G.; SANTOS, M.G.; AMARAL, A.C. (2006). Políticas Públicas em Plantas Medicinais e Fitoterápicos In: **A Fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos**, Brasília – DF, Ministério da Saúde. 147p.
- RODRIGUES, W.; NOGUEIRA, J. M. (2008). Competitividade da Cadeia Produtiva de Plantas Medicinais no Brasil: Uma Perspectiva a Partir do Comércio Exterior **Informe GEPEC**, Toledo, vol 12, n.2, p.91-105. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/viewArticle/1908>>. Acesso: 09 set. 2019.
- RUPPELT B. M. *et al.* (1991). Pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom--I. **Analgesic and anti-inflammatory activities**. Mem Inst Oswaldo Cruz., Rio de Janeiro, RJ. 86 Suppl 2:203-5.
- SANTOS, T. G. *et al.* (2012). Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Piper malacophyllum* (C. Presl.) **C. DC. Quím.** Nova vol.35, nº 3, São Paulo.
- SÃO PAULO (Estado). (2010). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (2008-2009)**, São Paulo: SMA/Instituto Florestal.
- SETZER, W. N. O. *et al.* (2000). **Fitoterapia**, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 71, 195p.
- SILVA, F. C. *et al.* (2009). Triterpenos pentacíclicos de *Maytenus gonoclada* (Celastraceae). In: **32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ)**, São Paulo, SP. PN 019.
- SILVA-JR, A. A. *et al.* (1994). **Plantas medicinais, caracterização e cultivo**. Florianópolis: EPAGRI, 71 (Boletim Técnico, 68).
- SIMÕES, C. M. O. *et al.* (1998). **Plantas da Medicina Popular do Rio Grande do Sul**. 5ª edição, Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 174p.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES TÓXICO-FARMACOLÓGICAS – SINITOX/CICT/FIOCRUZ; CIT/PA (2001). Belém; CIAVE/BA - Salvador; CCI/SP – São Paulo; CCI/SP - Campinas; CIAVE/MT - Cuiabá; CIT/RS - Porto Alegre. Plantas Tóxicas no Brasil. Julho, Cartaz e folder.
- SKELLY, A. (1996). The blooming of Botanical. **The nutrition**, [S.1.], p.13. Summer.
- SPECIESLINK NETWORK – **Herbário Virtual da Flora e dos Fungos**. Disponível em: <www.splink.org.br>. Acesso: 02 mar. 2020.
- TAYLOR, L. (1969). Sangue de Grado (*Cróton salutaris*, *C. lechleri*, *C. planostigma*). **Technical Report**. Raintree Nutrition, USDA Forest Service Inc. Database on the internet.
- TEIXEIRA, M. L.; BARROS, L. M. (1992). Avaliação do teor de óleo essencial da canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa* (Nees) Mez), na Região do Sul do estado de Minas Gerais. In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. São Paulo. Silvicultura em São Paulo, v. 16-A, pt. 2, p. 1076-1080, Edição dos Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas.
- TERRA (2013). **Plantas medicinais têm potencial inexplorado no Brasil**. Terra, São Paulo, mai. 2013. Disponível em <<http://economia.terra.com.br/brasil-rural/plantas-medicinais-tem-potencial-inexplorado-no-brasil,7e8db8ecfe0fe310VgnVCM4000009bcce0aRCRD.html>>. Acesso: 05 set. 2019.
- TONAKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. (2000). Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesq. Vet. Bras.** v.20, n.3, p.127-138.
- TRINDADE, C.; SARTÓRIO, M. L.; REZENDE, P. (2008). **Farmácia Viva – Utilização de Plantas Medicinais**. Viçosa, MG, CPT – Centro de Produções Técnicas, 266p.
- UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATION, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (1966), *Culture and Health: Orientation Texts: World Decade for Cultural Development 1998-1997*. Document CLT/DEC/PRO. Paris, 129 p.
- VINICIUS, R. *Plantas tóxicas no Brasil (2009)*. SINITOX- Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. Inst. de Comunicação e Informações Científica e Tecnológica em Saúde. Disponível em <<https://sinitox.icict.fiocruz.br/>>. Acesso: 24 nov. 2019.



GLOSSÁRIO

A

Ácido úrico | A hiperuricemia é o nome que se dá ao aumento de ácido úrico na corrente sanguínea. Sua principal consequência é a gota, doença caracterizada pela inflamação das articulações que sofrem com a deposição de cristais de ácido úrico. Indivíduos com hiperuricemia ou gota devem seguir uma alimentação equilibrada, com restrição de bebidas alcoólicas - principalmente cerveja - e baixa ingestão de alimentos de origem animal ricos em purinas, tais como: arenque, anchova, mexilhão, bacalhau, ovas de peixe, cavala, truta, sardinha, salmão, carne de vitela, bacon e miúdos.

Aclimatadas | Adaptado a certo clima, adaptado, acostumado.

Adstringente | Produto que contrai, estreita, reduz, produz constrição, que contrai os tecidos e vasos sanguíneos.

Alcaloide | São compostos de caráter básico que ocorrem naturalmente, sobretudo no reino vegetal, com ação fisiológica mais ou menos intensa sobre os animais. Ex. cafeína, teobromina, etc.

Agonistas | Quando uma substância química se liga em um receptor e o ativa, essa substância é chamada de agonista, drogas que produzem uma resposta.

Analgésico | Substância ou medicamento que previne ou alivia a dor.

Anemia | Do grego OXI AIMA significando "sem sangue" - é uma síndrome na qual a capacidade do sangue transportar oxigênio para os tecidos está reduzida, seja pela redução de eritrócitos (hemácias) seja pela redução de hemoglobina. Essa falta de oxigênio nos órgãos é conhecida como hipoxia.

Ansiolítico | Medicamento sedativo cujo efeito principal é diminuir ou extinguir a ansiedade das pessoas, sem afetar em demasia as funções psíquicas e motoras. É também chamado de tranquilizante.

Antiartrítico | Substância ou medicamento que combate a artrite.

Antiasmático | São fármacos usados no tratamento da asma. A asma é uma doença inflamatória dos brônquios, causada por reações alérgicas.

Antialbumínico | Diurético; usado com grande êxito nas doenças renais e das vias urinárias, uretrites, cistites, pielites, nefrites infecciosas.

Antibacteriano | Inibe o desenvolvimento das bactérias, ou que destrói as bactérias.

Antibiótico | Substância que tem capacidade de interagir com microorganismos que causam infecções no organismo. Os antibióticos interferem com estes micro-organismos, matando-os ou inibindo seu metabolismo e/ou sua reprodução, permitindo ao sistema imunológico combatê-los com maior eficácia.

Antidiarreico | Medicamento utilizado para controlar a diarreia.

Antiepiléptico | Também chamado anticonvulsivo; é um termo que se refere a um fármaco ou droga ou outra substância destinada a combater, prevenir ou interromper a convulsão ou ataques epiléticos.

Antiespasmódico | Que acalma os espasmos ou contrações da musculatura lisa.

Anti-hemorrágico | Substância que promove a hemostasia (processo que pára o sangramento). Também pode ser conhecido como um agente hemostático. Os agentes anti-hemorrágicos usados na medicina têm vários mecanismos de ação: Drogas sistêmicas que funcionam inibindo a fibrinólise (promovem a coagulação); agentes hemostáticos de ação local, causando vasoconstrição (promove a agregação plaquetária).

Anti-histamínico | Medicamento que combate o efeito da histamina, liberta das reações patológicas alérgicas.

Anti-inflamatória | Medicamentos ou um grupo variado de fármacos que têm em comum a capacidade de reduzir ou controlar a inflamação, de analgesia (reduzir a dor) e de combater a hipertermia (febre).

Antimalárico | Medicamento usado para tratar a malária.

Antiofídico | Substância que imuniza ou combate o veneno de cobra.

Antioxidante | Substâncias que combatem os radicais livres, diminuindo o seu poder de reação química.

Antipirético ou antitérmico | Medicamento ou substância que previne ou reduz a febre, diminuindo a temperatura do corpo.

Antirreumático | Exerce uma ação anti-inflamatória em certas afecções reumáticas.

Antiséptico | Se refere a tudo o que for utilizado no sentido de degradar ou inibir a proliferação de

microorganismos presentes na superfície da pele e mucosas. São substâncias usadas para desinfetar ferimentos, evitando ou reduzindo o risco de infecção por ação de bactérias ou germes.

Antisifilítico | Atua contra a sífilis (doença venérea).

Antitumoral | Substâncias ou fármacos que atuam destruindo ou inibindo os tumores.

Antitussígena | Acalma ou combate a tosse.

Arritmia | De repente, o coração começa a bater mais rápido. Uma alteração no ritmo normal do coração que produz frequências cardíacas velozes, lentas e/ou irregulares.

Arteriosclerose | Processo degenerativo do qual resulta o endurecimento e o espessamento da parede das artérias pela diminuição da elasticidade arterial.

Artrite | É a inflamação das articulações. As artrites são um tipo de reumatismo portanto é estudado pela reumatologia. Raramente tem uma origem conhecida mas todas envolvem fatores genéticos, orgânicos, ocupacionais e ambientais. São mais comuns em adultos e idosos.

Ascite | Hepato esplenias ou nomes populares: água na barriga, barriga d'água - acúmulo anormal de líquido no abdome, em torno do intestino.

Asma brônquica | É uma doença inflamatória crônica das vias aéreas que se manifesta como crises de falta de ar devidas a um edema da mucosa brônquica que resulta na contração dos brônquios e bronquíolos, motivando diminuição de seu diâmetro e conseqüente redução ou obstrução total do fluxo de ar. Esse estreitamento geralmente é reversível, espontaneamente ou através de medicações, porém pode também tornar-se permanente. Além da presença de células inflamatórias nas vias aéreas tem-se também exsudação de plasma, hipertrofia dos músculos brônquicos, rolhas de muco e descamação do epitélio, o que ajuda na obstrução dos tubos respiratórios.

Aspirina | No século V a.C., Hipócrates, médico grego e pai da medicina científica, escreveu que o pó ácido da casca do salgueiro ou chorão (que contém salicilatos, mas é potencialmente tóxico) aliviava dores e diminuía a febre. Um dos medicamentos mais famosos à base de ácido acetilsalicílico é a Aspirina. O seu nome foi obtido da seguinte maneira: A vem de acetil; *Spir* se refere a *Spiraea ulmaria* (planta que fornece o ácido salicílico); e o in era um sufixo utilizado na época, formando o nome Aspirin, que depois foi aportuguesado para Aspirina.

Astenia | Termo empregado em medicina para designar uma fraqueza orgânica.

B

Benzaldeído | Também designado por óleo de amêndoas amargas ou ainda aldeído benzoico, consiste num líquido incolor, com um odor característico a amêndoas amargas. O benzaldeído encontra-se presente em certas folhas, como as de cerejeira, de loureiro e pessegueiro, e sob a forma combinada em certas nozes e caroços de frutas (alperces e amêndoas amargas). Utiliza-se em produtos alimentares, em corantes e na indústria dos perfumes. Também se usa como solvente e no fabrico do ácido cinâmico.

Biodiversidade | "Bio" significa "vida" e diversidade "variedade". Biodiversidade ou diversidade biológica compreende a totalidade de variedade de formas de vida que são encontradas na Terra (plantas, aves, mamíferos, insetos, microorganismos...).

Blenorragia | Doença sexualmente transmissível (DST), causada pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, ou gonococo.

Bócio | Conhecido popularmente como papo, é um aumento do volume da tireoide.

Bronquite | É uma inflamação dos brônquios, canais que conduzem o ar inalado até os alvéolos pulmonares.

Broncodilatador | que dilata os brônquios e facilita a passagem do ar e a eliminação das secreções.

Broncoconstipação | Associada à asma brônquica aguda e crônica, enfisema pulmonar e bronquite.

Broncopulmonar | Distúrbio pulmonar crônico que pode afetar bebês que precisam de terapia de oxigênio extensiva ou respiradores artificiais.

C

Carminativo | Medicamento usados na redução dos gases intestinais.

Caqueixa | Caquexia (do grego KALA, "ruim", e SYNTHIKI, "condição") é uma síndrome complexa e multifatorial que se caracteriza pela perda de peso, atrofia muscular, fadiga, fraqueza e perda de apetite por alguém que não está a tentar perder peso. Atinge 5 a 15% dos pacientes com insuficiência cardíacas ou renais crônicas e 60 a 80% dos pacientes com câncer terminal.

Carcinogênico | Substância com potencial cancerígeno, isto é, que tem como propriedade o potencial de desenvolvimento de câncer, como a nicotina, o benzeno e radiações.



Cataplasma | Emplastro ou emplasto é uma forma de medicação caracterizada pela colocação sobre a pele de alguma substância sólida quente com o intuito de esquentar e/ou amolecer os tecidos acelerando o processo de cura. Também é conhecido por compressa.

Cefaleia | Dor de cabeça.

Cervicite | Ferida no colo do útero.

Cianogênicos | Os glicosídeos cianogênicos são substâncias de defesa encontradas em alguns vegetais, capazes de liberar ácido cianídrico por meio de reações de hidrólise (hidrólise (do grego “hidro”, água; e “lysis”, separação) é uma reação química de quebra de ligação química de uma molécula com a adição de uma molécula água. Nessa reação ocorre a quebra da molécula de água em íons de hidrogênio (H+) e hidroxila (OH-) que se ligam às duas moléculas resultantes da quebra, estas últimas podem ter caráter positivo e negativo.

Cistite | Inflamação da bexiga.

Ciclagem de nutrientes | É uma das alternativas para recompor a fertilidade do solo, diminuir a aplicação de fertilizantes. É a contínua transferência de nutrientes do solo para as plantas, e destas para o solo.

Colagogo | Diz-se do medicamento que atua aumentando o volume da secreção biliar.

Colerética | Diz-se do medicamento que aumenta a secreção biliar, aumentam a quantidade de biliar segregada pelo fígado que fica armazenada na vesícula biliar.

Constipação | Refere-se a uma mudança nos hábitos intestinais diários, principalmente uma diminuição do número ou consistência da motilidade intestinal ou dor ou dificuldade ao evacuar.

Contração | É um processo fisiológico característico das fibras musculares que corresponde a capacidade de gerar tensão com a ajuda de um neurônio motor.

D

Decocção | Ato de preparar o decocto; o mesmo que cozinhar.

Decocto | Extrato aquoso obtido pela fervura da matéria vegetal em água. O mesmo que cozimento.

Decúbito dorsal | Decúbito dorsal ou supina a pessoa deita com a barriga voltada para cima.

Decúbito lateral | a pessoa fica deitada de lado com ambos os braços para frente e os joelhos e quadris fletidos.

Depurativo | Que purifica o organismo, facilitando a eliminação de produtos do metabolismo.

Dermatose | Designação genérica das doenças de pele.

Disfagia | As pessoas que sofrem com a disfagia têm dificuldades para engolir e sentem dores durante a deglutição. Qualquer problema no processo de deglutição que impeça ou dificulte uma alimentação normal chama-se disfagia.

Dispneia | Também chamada de falta de ar é um sintoma no qual a pessoa tem desconforto para respirar, normalmente com a sensação de respiração incompleta. É um sintoma comum a um grande número de doenças, em especial na área da cardiologia e pneumologia. Exemplos são as afecções pulmonares, as lesões no bulbo raquidiano ou as obstruções da laringe, etc.

Diurético | Agente que aumenta a quantidade de urina eliminada.

Droga vegetal | É o nome dado à planta medicinal ou suas partes, após processos de coleta, estabilização e secagem.

E

Ecossistema | Designa o conjunto formado por todas as comunidades que vivem e interagem em determinada região e pelos fatores abióticos que atuam sobre essas comunidades. São exemplos de ecossistema uma floresta, um rio, um lago ou um jardim. Os ecossistemas apresentam dois componentes básicos: as comunidades vivas (biótico) e os elementos físicos e químicos do meio (abiótico). A parte biótica é formada por plantas, animais e microorganismos. A porção abiótica é o conjunto de nutrientes, água, ar, gases, energia e substâncias orgânicas e inorgânicas do meio ambiente.

Edema | É o nome que se dá ao inchaço localizado em alguma parte do corpo, como olhos ou lábios.

Edema palpebral | O inchaço da pálpebra, também chamado de edema palpebral, pode ocorrer em uma das pálpebras (inferior ou superior), ou mesmo em ambas. Existem algumas situações que podem levar a ocorrência deste tipo de edema. Dentre estas situações causadoras de inchaço na pálpebra, pode-se citar como: processos alérgicos, calázio, hordéolo (terçol), além de irritações oculares que podem ser causadas por uma grande quantidade de agentes, como poeira, agentes químicos, cosméticos, insetos, etc., além de tumores palpebrais e alterações da tireoide.

Emenagogo | Que provoca menstruação; nas doses fortes é abortivo.

Emético | Substância que induz o vômito.

Enzima | Enzimas são um grupo de substâncias orgânicas de natureza normalmente proteica, com actividade intra ou extracelular que têm funções catalisadoras (em química, o catalisador é uma substância que acelera a velocidade de uma reação, sem ser consumido, durante o processo).

Erisipela | É uma infecção cutânea causada geralmente pela bactéria *Streptococcus pyogenes* do grupo A, mas pode também ser causada por *Haemophilus influenzae* tipo B, que penetram através de um pequeno ferimento (picada de inseto, frieiras, micoses de unha, etc.) na pele ou na mucosa, disseminam-se pelos vasos linfáticos e podem atingir o tecido subcutâneo e o gorduroso.

Erosão genética | Consiste na perda de diversidade genética (entre e dentro das populações) ao longo do tempo em decorrência tanto da intervenção humana como das alterações ambientais.

Escabiose | A escabiose (ou sarna) é uma doença altamente infecciosa causada pelo ácaro parasita, *Sarcoptes scabie*, transmitida de uma pessoa a outra pelo contato direto com a pele do indivíduo. A sarna acomete qualquer pessoa, independentemente de raça, idade ou hábitos de higiene pessoal. O *Sarcoptes scabie* alimenta-se da queratina, a proteína que constitui a camada superficial da pele. Após o acasalamento, a fêmea põe ovos, média de seis por fêmea, que eclodem após duas semanas. A doença é caracterizada por uma coceira intensa, principalmente à noite.

Escrófula | Uma inflamação de gânglio linfático ou linfonodo submandibular e cervical e que está associada à tuberculose.

Estomatite | Comumente conhecida como aftas, constitui lesões vesiculares que se rompem e formam úlceras arredondadas, com bordas. É o nome geral que se dá para qualquer inflamação da boca ou gengivas. Uma das estomatites mais comuns é o sápinho.

Expectorante | O que provoca a eliminação de muco ou de outras secreções que estejam nos pulmões, brônquios e traqueia.

F

Farmacognosia | Caracterização botânica das espécies vegetais com atividade farmacológica e o estudo da sua composição química com isolamento, identificação e dosagem dos seus constituintes.

Farmacopeias | É o compêndio que define as especificações para o controle de qualidade de medicamentos e insumos para saúde. A Farmacopeia Brasileira é o Código Oficial Farmacêutico seguido no Brasil. Tem como função principal estabelecer os requisitos mínimos de qualidade

de medicamentos e outras formas farmacêuticas para uso em saúde. Esta entidade pertence à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). É a entidade homóloga do INFARMED em Portugal.

Farmacotécnica | Trata-se de uma parte da Farmacologia que cuida das drogas, transformando-se nas várias formas farmacêuticas utilizadas na prevenção.

Fitotécnica | Química dos vegetais. Encarrega de estudar as substâncias ativas, sua estrutura, distribuição na planta e as suas modificações.

Fitofarmacologia | Estudo farmacológico das plantas.

Fitofármaco | É uma substância química isolada de vegetais, empregada para modificar ou explorar sistemas fisiológicos dos estados patológicos em benefício da pessoa à qual se administra.

Fitofarmácia | É a terapêutica baseada no uso de substâncias medicinais extraídas de vegetais.

Fitoterápico | Medicamento obtido a partir e unicamente, de matérias-primas ativas vegetais. É caracterizado pelo conhecimento da eficácia e dos riscos de seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade. Sua eficácia e segurança é validada através de levantamentos etno-farmacológicos de utilização, documentações técnico-científicas em publicações de ensaios clínicos fase 3. Não se considera medicamento fitoterápico aquele que, na sua composição, inclua substâncias ativas isoladas, de qualquer origem, nem as associações destas com extratos vegetais.

Fotofobia | É a sensação de medo, sensibilidade ou de aversão a qualquer tipo de luz.

Fotossensibilização | Doença de bovinos, ovinos, caprinos, e equinos que ocorre devido a uma sensibilização das camadas superficiais da pele quando expostas à radiação solar intensa, devido à ação de certas drogas, plantas ou outras substâncias.

Fungicida | Destrói ou inibe a ação dos fungos que geralmente atacam as plantas. No caso da agricultura alternativa, mais conhecida como agricultura orgânica o controle dos fungos é realizado com produtos naturais e com técnicas de manejo alternativas.

G

Gastrite | É a inflamação aguda ou crônica da mucosa que reveste as paredes internas do estômago.

Gastroenterite | É uma inflamação e infecção do estômago e dos intestinos delgado e grosso,



causada por organismos tais como vírus, bactérias e parasitas.

Gânglios linfáticos | Pequenos órgãos perfurados por canais que existem em diversos pontos da rede linfática. Os gânglios linfáticos são órgãos de defesa do organismo humano e produzem anticorpos.

Gengivite | Inflamação da gengiva.

H

Hemostático | Agente capaz de estancar hemorragias; o mesmo que anti-hemorrágico.

Hepatoprotetor | Substância ou grupo de substâncias capaz(es) de proteger a célula hepática (fígado) contra agentes tóxicos.

Herpes | O herpes é uma doença causada por um vírus, que pode ser de dois tipos. O herpes simples manifesta-se nos lábios ou na região genital. O herpes zoster geralmente aparece na região do tórax. O herpes simples, seja labial ou genital, é adquirido por contato direto com uma pessoa contaminada. As chances de transmissão são bem maiores se a pessoa infectada pelo vírus estiver com lesões ativas. Já o herpes zoster é a reativação do vírus da varicela (ou catapora) que a pessoa já havia adquirido, provavelmente na infância. Tanto o vírus simples como o zoster ficam latentes, isto é, 'adormecidos' nos gânglios linfáticos. Quando há uma queda da resistência orgânica, da imunidade (como pós-febre, trauma, quimioterapia, estresse, luz solar, desnutrição, menstruação, etc.), o vírus volta a se multiplicar, dando origem a um novo surto. O herpes simples tende a ter recorrências frequentes, enquanto o zoster raramente recorre.

Hidroeletrolíticos | O controle hidroeletrolítico é quando se controla a entrada e a saída de líquidos de uma pessoa.

Hidropsia | A hidropsia é definida como excesso de líquidos no feto em duas ou mais áreas corporais, como tórax, abdômen ou a pele.

Hiperemia | É um aumento da quantidade de sangue circulante num determinado local, ocasionado pelo aumento do número de vasos sanguíneos funcionais. Excesso de sangue em qualquer parte da superfície do corpo. Hiperemia: congestão e hemorragia.

Hipnótico | São fármacos capazes de induzir o sono.

Hipotensor | Que faz diminuir ou baixar a pressão sanguínea.

Histamina | Uma das armas que nosso corpo produz para combater as substâncias estranhas. Quando o sistema de defesa do corpo detecta

substâncias estranhas, uma de suas primeiras ações é liberar histamina. Ela aumenta a circulação de sangue no local, deixando a pele vermelha e inchada. Por outro lado, o sangue que aumentou sua circulação traz mais células de defesa. Isso faz com que as substâncias estranhas sejam eliminadas mais rapidamente. Logo, a histamina pode ser considerada uma aliada do corpo.

I

Imunoestimulante | Estimula e aumenta a defesa imunológica do organismo.

Infusão | Extrato aquoso obtido da matéria vegetal colocada em água quente; o mesmo que chá ou chá abafado.

Insônia | Caracteriza-se pela falta de sono ou por uma dificuldade prolongada para adormecer por vários dias.

L

Lantadenos | São compostos isolados das folhas da *Lantana câmara* (*Verbenaceae*) que causa hepatotoxicidade (a hepatotoxicidade é um dano no fígado causado por substâncias químicas chamadas hepatotoxinas) tanto em ruminantes (são animais cujo aparelho digestivo é dotado de um estômago duplo, com quatro cavidades como em: bovinos, ovinos, cordeiro - filhote do carneiro e da ovelha), caprinos - cabrito - filhote do bode e da cabra), bubalinos (são raças de búfalos), girafas, veado etc.) como em humanos.

Laxante | Que atua como purgativo fraco; que facilita a evacuação intestinal.

Leucorreia | A leucorreia (ou corrimento vaginal) é também chamado de vaginite ou vulvovaginite. São as alterações caracterizadas por um fluxo vaginal anormal, geralmente com volume aumentado, podendo ter ou não cheiro desagradável, irritação, coceira ou ardência na vagina ou na vulva e vontade de urinar frequentemente.

Letargia | Do latim "*lethargia*"; "*lethe*": esquecimento e argia - inação; é a perda temporária ou completa da sensibilidade e do movimento por causa fisiológica.

Linfonodo | Mesmo que gânglios linfáticos.

Litíase | Do trato urinário; também chamada de cálculo ou pedra no rim, ureter e bexiga.

M

Mata Atlântica | É formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossiste-

mas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendiam originalmente por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro.

Malária | Malária ou paludismo é uma doença infecciosa transmitida por mosquitos e provocada por protozoários parasitários do gênero *Plasmodium*. A doença é geralmente transmitida através da picada de uma fêmea infectada do mosquito *Anopheles*, a qual introduz no sistema circulatório do hospedeiro os microorganismos presentes na sua saliva, os quais se depositam no fígado, onde maturam e se reproduzem. A malária manifesta-se através de sintomas como febre e dores de cabeça, que em casos graves podem progredir para coma ou morte. A doença encontra-se disseminada em regiões tropicais e subtropicais ao longo de uma larga faixa em redor do equador, englobando grande parte da África subsariana, Ásia e América. Existem cinco espécies de *Plasmodium* capazes de infectar e de serem transmitidas entre seres humanos. A grande maioria das mortes é provocada por *P. falciparum* e *P. vivax*, enquanto que as *P. ovale* e *P. malariae* geralmente provocam uma forma menos agressiva de malária e que raramente é fatal.

Metabólitos secundários | São compostos orgânicos que não estão diretamente envolvidos nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução dos organismos. Os metabólitos secundários têm frequentemente um papel importante no mecanismo de defesas vegetais contra a herbivoria (nome dado à predação, quando o predador é um animal herbívoro que se alimenta de tecidos vegetais vivos) e outras defesas inter-espécies.

Midríase | É a dilatação da pupila em função da contração do músculo dilatador da pupila.

Miorrelaxante | Diz-se de um medicamento que produz o relaxamento dos músculos.

N

Nevralgia | Ou neuralgia é a dor em um ou mais nervos provocada por uma mudança na estrutura ou função neurológica dos nervos, em vez de serem por excitação dos receptores saudáveis de dor.

Nefrite | Também chamada glomerulonefrite; é um termo usado para descrever enfermidades renais, nas quais a parte filtrante do rim (glomérulo) está inflamada.

Nicho ecológico | O nicho é um conjunto de condições em que o indivíduo (ou uma população) vive e se reproduz. Nicho ecológico é a parte de um habitat, com condições específicas, é o modo como cada espécie, de animais ou de plantas vivem e sobrevivem.

P

Planta medicinal | É a planta selecionada, silvestre ou cultivada, utilizada popularmente como remédio no tratamento de doenças. Segundo a OMS (1978), é toda e qualquer planta contendo substâncias que possam ser usadas para prevenir, aliviar, curar ou modificar um processo fisiológico normal ou patológico e que possa servir como fonte de fitofármacos e de seus precursores para síntese químico-farmacêutica.

Periurbana | Área que se localiza para além dos subúrbios de uma cidade. Corresponde a um espaço onde as atividades rurais e urbanas se misturam, Situado na vizinhança imediata de uma cidade.

Pielite | Inflamação da pelve do rim. Ela é acompanhada por dor espontânea e à palpação nas regiões lombares, irritabilidade da bexiga, febre remitente, urina sanguínea ou purulenta, diarreia, vômito e uma dor peculiar à flexão da coxa.

Pirexia | Febre ou pirexia é a elevação da temperatura do corpo humano para cima dos limites considerados normais (36°C a 37,4°C).

Profilaxia | Profilaxia é um termo muito utilizado na medicina e na odontologia, que são medidas para prevenir ou atenuar doenças. O termo profilaxia é de origem grega e significa precaução. Profilaxia é muito mais utilizado na área da medicina, que são as medidas que podem ser tomadas para reverter ou evitar doenças, desde procedimentos complexos, como o uso de remédios, até os mais simples. Um grande exemplo da profilaxia, foi a criação da vacina, que faz com que o sistema imune reconheça os elementos externos que podem atingi-los e assim desencadeiam uma reação de defesa.

Prurido | Do latim “*pruritu*”, designado também por coceira ou comichão, corresponde a uma sensação desagradável causada por doenças ou agentes irritantes, que levam o indivíduo a coçar-se em procura de alívio, e constitui uma das queixas mais comuns dentro das patologias dermatológicas. O ato de arranhar-se, para se coçar, faz com que as células e terminações nervosas se inflamem e liberem histamina.

Psicomotora | Que se refere à integração das funções motoras e psíquicas.

Pústulas | É uma pequena elevação da epiderme, a camada mais externa da pele, contendo fluido turvo ou purulento (com pus).

Q

Quinina | É um alcaloide de gosto amargo que tem funções antitérmicas, antimaláricas e analgésicas. É extraída da quina, do gênero *Cinchona*.



R

Repelente de insetos | São substâncias aplicadas sobre a pele, roupas e superfícies que desencorajam a aproximação de insetos.

Resiliência | Voltar ao estado natural, normal.

S

Sedativo | Medicamentos capazes de reduzir a ansiedade e exercer um efeito calmante.

Sialorreia | Ou salivação excessiva.

Sinonímia botânica | A sinonímia ocorre quando a uma espécie foi atribuído dois ou mais nomes.

Sudorífico | Qualquer órgão que produza suor ou substância semelhante. Nosso corpo é provido de glândulas sudoríficas que ajudam a controlar a temperatura do corpo. Quando suamos estamos liberando calor e mantendo a temperatura ideal, em torno de 36°C.

T

Taquicardia | Aumento da frequência cardíaca. Convencionam-se como normal no ser humano uma frequência cardíaca entre 60 e 100 batimentos por minuto. A partir de 100, inclusive, considera-se que há taquicardia.

Terpeno | Denominação geral de monoterpenos, sesquiterpenos, diterpeno e triterpenos, formado de carbono e hidrogênio.

Tônico | Medicamentos que aumentam a ação vital dos tecidos, que tonifica, que reforça o organismo; fortificante.

Triterpenoides | Substâncias derivadas dos triterpenos por ligação de um mais átomos de carbono ao oxigênio.

U

Uretrite | É o nome dado às doenças inflamatórias e infecciosas da uretra, a qual é um canal que conduz a urina desde a bexiga até o meio externo.

V

Vesícula | É um termo com origem no latim "vesícula" - bolha, pequena bexiga ou cavidade. A vesícula biliar é um órgão em forma de saco, parecido com uma pera, localizada abaixo do lobo direito do fígado. Sua função é armazenar a bile, líquido produzido pelo fígado que atua na digestão de gorduras no intestino. A bile é formada pela mistura de várias substâncias, entre elas o colesterol, responsável pela imensa maioria da formação de cálculos (*pedras na vesícula*), que podem impedir o fluxo da bile para o intestino e causar uma inflamação (colecistite).

Vulneraria | Curativa de feridas e chagas.

X

Xerostomia | Também conhecida como boca seca ou *secura da boca* é um sintoma relacionado à falta de saliva. A xerostomia pode causar dificuldade em falar e comer. Também pode levar à halitose (mau hálito) e aumento dramático de cáries dentárias, já que o efeito de proteção da saliva não está presente, e também pode fazer com que a mucosa da boca se torne mais vulnerável a infecções.

PARTE 1

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO



1.4 PROVISÃO, REGULAÇÃO DA ÁGUA E BEM-ESTAR HUMANO

Coordenadores

Denise de C. Bicudo | IBt/SIMA

Carlos E. de M. Bicudo | IBt/SIMA

Autores

Denise de C. Bicudo | IBt/SIMA

Carlos E. de M. Bicudo | IBt/SIMA

Carlos Maldaner | CEPAS/USP

Corina Sidagis-Galli | IIEGA

Donato Seiji Abe | IIEGA

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Francisco Carlos Soriano Arcova | IF/SIMA

Luiz Antonio Dias Quitério | GVS XXV

Márcia Nascimento | SIMA

Maurício Ranzini | IF/SIMA

Renato Tagnin | SENAC/CAS

Ricardo Hirata | CEPAS/USP

Sandra Costa-Böddeker | IGeo

Valdir de Cicco | IF/SIMA

Veridiana Martins | CEPAS/USP

Foto de abertura do capítulo:
Serviços de suporte
(manutenção da biodiversidade
e dos processos ecológicos),
de regulação (pela várzea)
e de provisão (montante do
reservatório de abastecimento
de Ponte Nova). Várzea próxima
à nascente do rio Tietê.
Fonte: Donato S. Abe, acervo do
Instituto Internacional
de Ecologia (2004).



SUMÁRIO



Resumo.....	181
1 Introdução.....	182
2 Águas superficiais na bacia do Alto Tietê: serviços de provisão	183
2.1 Características da BAT	185
2.2 Disponibilidade de água	186
2.3 Qualidade de água	191
3 Serviço de regulação da água superficial.....	198
3.1 Água e floresta	198
3.2 Função hidrológica da mata ciliar	200
3.3 Produção e regulação de água pela floresta	201
3.4 Várzeas e áreas alagadas como sistemas de purificação de represas.	204
4 Águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Alto Tietê (BAT)	206
4.1 Serviços de águas subterrâneas	206
4.2 A importância do recurso hídrico subterrâneo para a segurança hídrica do abastecimento na BAT	206
4.3 Os limites da exploração dos aquíferos da BAT.....	207
4.4 Os riscos associados à qualidade da água subterrânea.....	211
4.5 A proteção das águas subterrâneas	214
5 Mudanças climáticas globais e serviços de provisão de água	215
5.1 Efeitos sobre a qualidade da água	215
5.2 Eutrofização e gases de efeito estufa	216
5.3 Efeitos sobre a quantidade de água.....	216
6 Política de proteção e recuperação dos mananciais: caso Guarapiranga e Billings.....	217
7 Água e bem-estar humano na RBCV	221
Conclusões	228
Referências.....	230
Glossário	235

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** A água no contexto dos serviços ecossistêmicos e sua relação com o bem-estar humano.
- Figura 2** Disponibilidade hídrica ($\text{m}^3/\text{hab} \cdot \text{ano}$) nas sub-bacias paulistas.
- Figura 3** Mapa de hidrografia da RBCV, com a delimitação das Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI).
- Figura 4** Disponibilidade hídrica (vazão mínima superficial, $Q_{7,10}$) e demanda de água nas unidades hidrográficas inseridas ou que contribuem para o balanço hídrico da RBCV: Alto Tietê, Piracicaba / Capivari / Jundiá (PCJ) e Baixada Santista / Litoral Sul.
- Figura 5** Sistemas produtores da RMSP e suas áreas de cobertura: 1) Sistema Cantareira; 2) Sistema Alto Tietê; 3) Sistema Rio Claro; 4) Sistema Rio Grande; 5) Sistema Guarapiranga; 6) Sistema Alto Cotia; 7) Sistema Baixo Cotia; 8) Sistema Ribeirão da Estiva.
- Figura 6** Índice de estado trófico (IET) na RMSP, referente ao ano de 2009.
- Figura 7** Índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) na RMSP, referente ao ano de 2009.
- Figura 8** Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA), níveis relativos ao ano de 2009.
- Figura 9** Quantidade de produtos químicos utilizados ($\text{kg}/1000 \text{m}^3/\text{s}$) para o tratamento de água na RMSP entre 2001 e 2004.
- Figura 10** Represa Guarapiranga inserida na RMSP (bacia do Alto Tietê - BAT): vista geral da barragem e ocupação irregular às margens.
- Figura 11** Histórico do processo de eutrofização e degradação ambiental na represa Guarapiranga.
- Figura 12** Processos hidrológicos em microbacias hidrográficas com floresta.
- Figura 13** Síntese dos processos hidrológicos predominantes na Mata Atlântica.
- Figura 14** Mapa de vegetação natural da RBCV.
- Figura 15** Riacho protegido por mata ciliar na região da RBCV.
- Figura 16** Efeito do corte-raso de uma floresta no escoamento total (deflúvio) de uma microbacia ao longo do tempo (A); hidrogramas de microbacias em uma mesma região, mas sob diferentes usos do solo (B).
- Figura 17** Coletor de água de transprecipitação instalado no interior de microbacia na Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI).
- Figura 18** Ciclagem biogeoquímica realizada pelas áreas alagadas; zona limnética ou água aberta: área mais central de um ecossistema aquático.
- Figura 19** Concentração de nitrogênio total dissolvido e nitrogênio total ao longo da várzea do rio Parelheiros.
- Figura 20** Modelos conceituais de circulação de água nos sistemas aquíferos: (A) Cristalino e (B) Sedimentar.
- Figura 21** Mapa hidrogeológico da bacia do Alto Tietê.
- Figura 22** Rebaixamento do nível de água causada pelo bombeamento de um poço (A) e de dois poços com interferência (B).
- Figura 23** Mapa de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos da BAT.
- Figura 24** Aspecto geral de via interna do loteamento Cantinho do Céu (SP), antes e depois das intervenções.



Figura 25 Margens do reservatório Billings no loteamento Cantinho do Céu (SP) após as intervenções de recuperação das áreas de proteção permanente (APP).

Figura 26 Margem do reservatório recuperada e área de lazer implantada no loteamento Cantinho do Céu (SP).

QUADROS

Quadro 1 O processo de eutrofização da represa Guarapiranga: 100 anos de informação.

Quadro 2 Processos hidrológicos na microbacia do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo.

Quadro 3 Estudo de caso: Várzeas do sistema Guarapiranga como filtros de nutrientes.

Quadro 4 Estudo de caso: o loteamento Cantinho do Céu, em São Paulo, na bacia hidrográfica do reservatório Billings.

TABELAS

Tabela 1 Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Tietê, na bacia da Baixada Santista e no estado de São Paulo. Em destaque (negrito), as bacias inseridas ou que contribuem para o balanço hídrico da RBCV: Alto Tietê (AT), Piracicaba / Capivari / Jundiá (PCJ) e Baixada Santista / Litoral Sul (BS).

Tabela 2 Disponibilidade hídrica por região, com destaque (negrito) para a bacia hidrográfica do Alto Tietê.

Tabela 3 Disponibilidade hídrica dos sistemas produtores e produção da SABESP.

Tabela 4 Indicadores operacionais dos sistemas de abastecimento de água das sub-bacias hidrográficas da bacia do Alto Tietê, ano base 2005.

Tabela 5 Quantidade (mg/L) de nitrogênio total dissolvido e de nitrogênio total retido ao longo da várzea do rio Parelheiros.

Tabela 6 Potencial hídrico subterrâneo da bacia do Alto Tietê.

Tabela 7 Disponibilidade hídrica subterrânea para as sub-bacias da BAT.

Tabela 8 Índices de vulnerabilidade à contaminação das unidades hidrogeológicas da BAT.

Tabela 9 Carga de contaminação potencial às águas subterrâneas nas sub-bacias da BAT.

SIGLAS

ANA Agência Nacional de Águas

APP Área de Preservação Permanente

APRM Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais

BAT Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

Br Bromo

CBH Comitê de bacia hidrográfica

CEPAS Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (Instituto de Geociências/USP)

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CL Cloro

CH₄ Metano

CO₂ Dióxido de carbono

CVS Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde

DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica

- DBO** Demanda Biológica de Oxigênio
- EMPLASA** Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
- ETA** Estação de Tratamento de Água
- FECOMERCIO** Federação do Comércio do Estado de São Paulo
- F** Flúor
- FUSP** Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo
- ha** hectare
- Had CM3** *Handley Centre Coupled Model*
- I** Iodo
- IAP** Índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público
- IET** Índice de estado trófico anual
- IF** Instituto Florestal
- IIEGA** Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental
- IGc** Instituto de Geociências
- IPCC** *Intergovernmental Panel on Climate Change* / Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
- ISA** Instituto Socioambiental
- IVA** Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática
- kg** quilograma
- LABHAB** Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos
- LAMO** Laboratório de Modelos Físicos
- m³/s** metros cúbicos por segundo
- MDDA** Sistema de Monitorização da Doença Diarreica Aguda
- MEA** *Millennium Ecosystem Assessment* / Avaliação Ecosistêmica do Milênio
- mg/L** miligrama por litro
- NO₂** Óxido nitroso
- O₂** Oxigênio
- OMS** Organização Mundial da Saúde
- ONU** Organização das Nações Unidas
- PAC** Programa de Aceleração do Crescimento
- PCJ** Piracicaba / Capivari / Jundiá (bacia hidrográfica)
- PMDI** Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado
- PRM** Programa de Recuperação de Mananciais
- RBCV** Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo
- RMSP** Região Metropolitana de São Paulo
- SABESP** Companhia de Saneamento Básico de São Paulo
- SAF** Sistema Aquífero Fraturado
- SAS** Sistema Aquífero Sedimentar
- SENAC/CAS** Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial / Unidade Santo Amaro
- SIGRH** Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- SIMA** Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
- SUS** Sistema Único de Saúde
- TUBS** *Technische Universität Braunschweig*
- UGRHI** Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- UNDP** *United Nations Development Programme* / Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- USP** Universidade de São Paulo



RESUMO

Os processos de antropização do território geram impactos significativos sobre os serviços de provisão, regulação e suporte relacionados à água. Nesse sentido, destacam-se, na RBCV, os serviços ecossistêmicos de provisão de água superficial e subterrânea em seus aspectos tanto qualitativos quanto quantitativos, com ênfase nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e da Baixada Santista, integralmente inseridas na RBCV, e bacia do Piracicaba / Capivari / Jundiá, parcialmente inserida nesse território, mas com complicações severas quanto à provisão de água. A bacia do Alto Tietê abriga uma população de mais de 19 milhões de habitantes (10.232 hab/km²) e tem a demanda mais crítica do estado por recursos hídricos, pois seu consumo é maior do que o dobro de sua disponibilidade (incluindo as reservas de água subterrânea). A superfície da RBCV possui 41,7% de cobertura por vegetação natural, que propicia serviços de regulação das águas superficiais e subterrâneas, com destaque para a relação água-floresta, água-mata ciliar e para os serviços de purificação da água de rios e córregos eutrofizados, providos pelas várzeas e áreas alagadas. Por meio da análise das políticas públicas de recursos hídricos para as áreas urbanas densamente ocupadas, foram avaliadas as normas de proteção e recuperação dos mananciais de abastecimento público da RMS (Guarapiranga e Billings). A partir da contextualização dos principais vetores diretos e indiretos de alteração dos serviços ecossistêmicos da água e seus riscos para o bem-estar humano, verificou-se que a desconsideração das condições necessárias à renovação da água compromete os serviços ecossistêmicos e afeta, diretamente, a qualidade de vida da população em decorrência da crescente diminuição da disponibilidade hídrica (em qualidade e quantidade), da exposição a fatores de risco à saúde, tanto de natureza microbiológica como físicos e químicos e das perdas humanas e materiais provocadas por inundações, deslizamentos e enchentes, sendo urgente conter o quadro de deterioração dos serviços ecossistêmicos da água no Cinturão Verde. É fundamental reconhecer efetivamente a necessidade de dedicar a RBCV ao desempenho dos serviços ecossistêmicos, lançando mão de meios legais, de sustentação econômica e de viabilização da compensação aos municípios, em nível que permita superar os atuais processos de degradação e de perda da integridade das áreas que lhe garantiram o reconhecimento como Reserva da Biosfera. Somente assim o cenário poderá ser revertido, propiciando o aumento da segurança coletiva da população na RBCV e das bacias vizinhas e aliviando as pressões sobre o bem-estar humano das populações atuais e futuras.

1 | INTRODUÇÃO

No contexto da chamada Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA), a água é considerada um serviço oferecido pelos ecossistemas, bem como um sistema, o de águas continentais – superficiais e subterrâneas (MEA, 2005). Pelo fato do ciclo da água desempenhar vários papéis no clima, na química e na biologia da Terra, é muito difícil separar seus serviços de suporte, provisão e regulação. Dessa forma – como também esclarecido em Vörösmarty *et al.* (2005) – apesar do papel fundamental da água para os serviços de suporte e regulação, a inserção do presente capítulo em serviços de provisão foi feita apenas por questão prática, já que os recursos hídricos são os mais tangíveis e constituem o aspecto mais bem documentado do amplo espectro dos serviços prestados pela água doce.

Os serviços de suporte da água são muito notórios, pois é ela que mantém a vida na Terra. Basta mencionar que, de modo geral, os organismos possuem de 60 a 90% de água. Em particular, o corpo humano é constituído de 70 a 75% desse elemento vital, o que equivale dizer que uma pessoa de 100 kg possui entre 60 e 70 kg de água (um litro de água equivale a um quilograma de peso). Assim, a falta desse elemento vital pode acarretar a morte do organismo em poucos dias. Não menos relevante é o papel fundamental da água para o processo de fotossíntese das plantas, que é a primeira etapa que leva à produção de biomassa. Dessa forma, a água é também fundamental para a manutenção da cadeia alimentar e da biodiversidade sobre a Terra, além de liberar o oxigênio atmosférico via fotossíntese. Ela igualmente participa dos processos modeladores na superfície terrestre, pela dissolução de materiais e pelo transporte de partículas, mantendo os ciclos biogeoquímicos do planeta e suas paisagens. Ainda, como será abordado nos capítulos que tratam do diagnóstico dos serviços de provisão, é essencial para as múltiplas atividades do ser humano.

Como esse elemento é finito e está sendo continuamente renovado pelo ciclo hidrológico, a água que hoje usamos é a mesma que existe há cerca de 4,6 bilhões de anos (SUGUIO, 2006). É importante destacar que a concepção de abundância de água doce no planeta é falsa, já que esta constitui somente 3% de toda a água

existente, os quais estão distribuídos entre calotas polares (68,9%), aquíferos (29,9%), rios e lagos (0,3%) e outros tipos de reservatórios (0,9%). Isso significa que apenas 1% da água doce é um recurso aproveitável pelos seres humanos e outros seres, o que representa 0,007% de toda água do planeta (TUNDISI, 2005).

Em nível global, apesar de uma quantidade substancial de água doce renovável na Terra ser acessível ao homem (cerca de 30.000 m³), pouco mais do que 10% do recurso hídrico é utilizado (VÖRÖSMARTY, 2005); a mesma está distribuída de forma bastante heterogênea no planeta e, o que é mais preocupante, as pressões sobre tal recurso estão crescendo a passos alarmantes. No século 20, enquanto a população aumentou quatro vezes, o uso da água aumentou 7,7 vezes (UNDP, 2006). Como tendência geral, esse consumo aumenta de acordo com a urbanização e a renda da população (UNDP, 2006); mais de dois bilhões de pessoas vivem em países com alto estresse hídrico e cerca de 4 bilhões já sofrem escassez severa de água durante pelo menos um mês ao ano (WWAP, 2019).

Segundo o Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento da Água 2019, o uso desse recurso tem aumentado em cerca de 1% ao ano em todo o mundo desde os anos de 1980, impulsionado por uma combinação de fatores, como crescimento população, desenvolvimento socioeconômico e mudanças nos padrões de consumo. Até 2050, esta tendência continuará crescente o que representa um aumento de 20 a 30% acima do nível atual de uso da água (WWAP, 2019).

A escassez da água, reconhecida como um problema globalmente significativo é relativamente recente (VÖRÖSMARTY, 2005), já que se desenvolveu apenas ao longo das cinco últimas décadas. Diante desse cenário, entende-se por que a Organização das Nações Unidas (ONU) escolheu o período de 2005 a 2015 como a Década Internacional da Água, com o lema “Água, fonte de Vida”. Certamente, o grande desafio para o século 21 será gerenciar a água doce para equilibrar as demandas da humanidade e as dos ecossistemas, de forma que os últimos possam continuar a prestar outros serviços essenciais ao bem-estar humano (VÖRÖSMARTY, 2005).

O Brasil destaca-se pela grande descarga de água doce dos rios em seu território (vazão



média anual de 179 mil m³/s), o que corresponde a aproximadamente 12% da água superficial do planeta (1,5 milhão m³/s) (ANA, 2009). Todavia, esse cenário de boa disponibilidade mascara importantes diferenças locais e regionais, subestimando situações *críticas a muito críticas* em regiões de baixo regime pluviométrico ou de elevada densidade demográfica, como é o caso da região central da RBCV.

Na seção 2 será abordada a situação da provisão de água nas bacias hidrográficas integralmente inseridas na RBCV (bacias hidrográficas do Alto Tietê e da Baixada Santista), e bacias hidrográficas parcialmente inseridas na RBCV, porém com implicações severas sobre esse serviço (bacia do Piracicaba / Capivari / Jundiá); será dada ênfase à situação de provisão de água superficial e subterrânea na bacia do Alto Tietê (BAT), por ser uma das principais bacias que compõem a RBCV, mas principalmente por ser emblemática no que se refere à segurança hídrica. Na sequência, será apresentado o serviço de regulação de água superficial, com destaque para a relação entre água e floresta. A seção 4 enfatiza a situação de provisão da água subterrânea na BAT, uma das principais bacias que compõem a RBCV, enquanto a seção 5 discute a relação entre mudanças globais e serviços de provisão de água. Considerando a relevância das áreas de mananciais para a segurança hídrica na RMS, a seção 6 apresenta a política de proteção e recuperação dos mananciais Guarapiranga e Billings.

Por fim, a seção 7 aborda a intrínseca relação entre os serviços dos ecossistemas relacionados a provisão de água, regulação de água e assimilação de efluentes e as diversas dimensões do bem-estar humano.

2 | ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO ALTO TIETÊ: SERVIÇOS DE PROVISÃO

No desenvolvimento da humanidade, a água sempre constituiu elemento vital cuja evidência se encontra na própria análise histórica: As principais civilizações que tiveram maior desenvolvimento floresceram em locais com disponibilidade abundante de água. Todavia, essas mesmas ações antrópicas provocam

profundas oscilações na oferta natural de água, colocando em risco o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, a produtividade agrícola e industrial e o próprio progresso humano. Isso provoca graves consequências econômicas e sociais para as regiões que não implementarem ações efetivas de conservação do meio ambiente e de uso sustentável dos serviços proporcionados pelos ecossistemas.

Os serviços ecossistêmicos da água referem-se a serviços de suporte, provisão e de regulação, que representam um papel fundamental para o ser humano e para a manutenção dos demais serviços proporcionados pelos ecossistemas da RBCV. A **Figura 1** apresenta uma aproximação a respeito desses serviços ecossistêmicos hídricos e sua relação com os componentes do bem-estar humano.

Os processos de antropização do território desenvolvem-se no tempo, gerando distintos estágios de dominação e de inter-relação sociedade-natureza, tendo como pressuposto que toda e qualquer ação do ser humano produz impactos no ambiente. Esses impactos alteram significativamente a quantidade e a qualidade dos serviços de provisão, de regulação e de suporte relacionados à água. É nesse complexo cenário que se insere a RBCV, localizada na divisão hidrográfica Paraná que, em termos da relação demanda / disponibilidade hídrica, é classificada como confortável, segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006). Todavia, particularmente na bacia do Alto Tietê (BAT), localiza-se um dos maiores aglomerados urbanos do mundo, a RMS, com mais de 21,73 milhões de habitantes, o que representa 85,7% da população encerrada pela RBCV, estimada em 25,36 milhões de habitantes (IBGE, 2019) (**Figura 2**).

Na RBCV estão presentes duas bacias hidrográficas em sua totalidade e, parcialmente, quatro bacias hidrográficas delimitadas por cadeias de montanha. O Tietê é separado das duas bacias do litoral (Iguape e Baixada Santista) pela Serra do Mar, que faz com que suas águas corram para o interior, atravessando o estado até encontrar o rio Paraná. A do rio Paraíba do Sul corre entre as serras do Mar e da Mantiqueira, desembocando no Atlântico, no estado do Rio de Janeiro. Sua área de drenagem é isolada do Tietê por uma área de relevo ondulado.

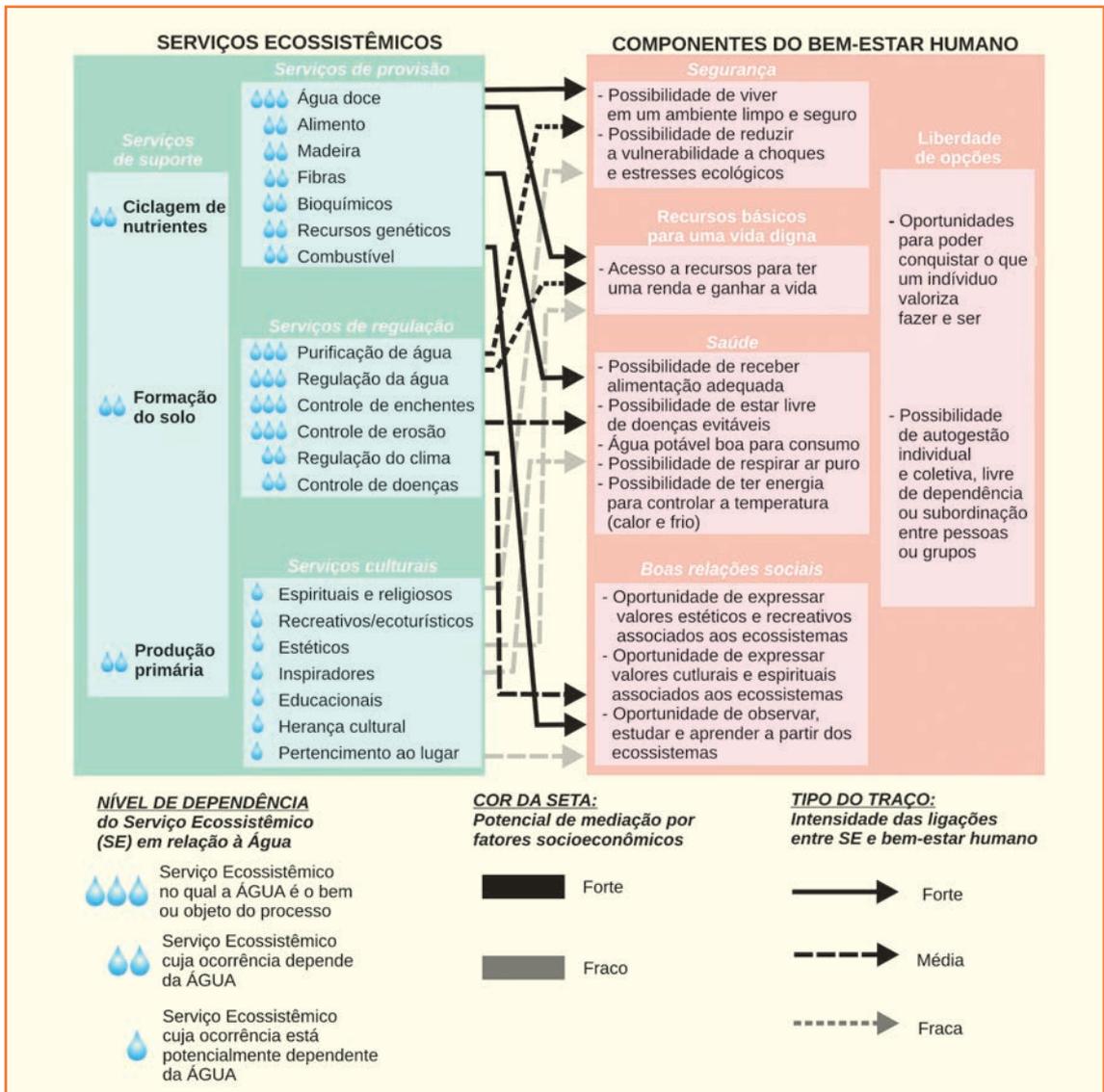


Figura 1 | A água no contexto dos serviços ecossistêmicos e sua relação com o bem-estar humano. Fonte: Adaptado de Victor *et al.* (2018: p. 46).

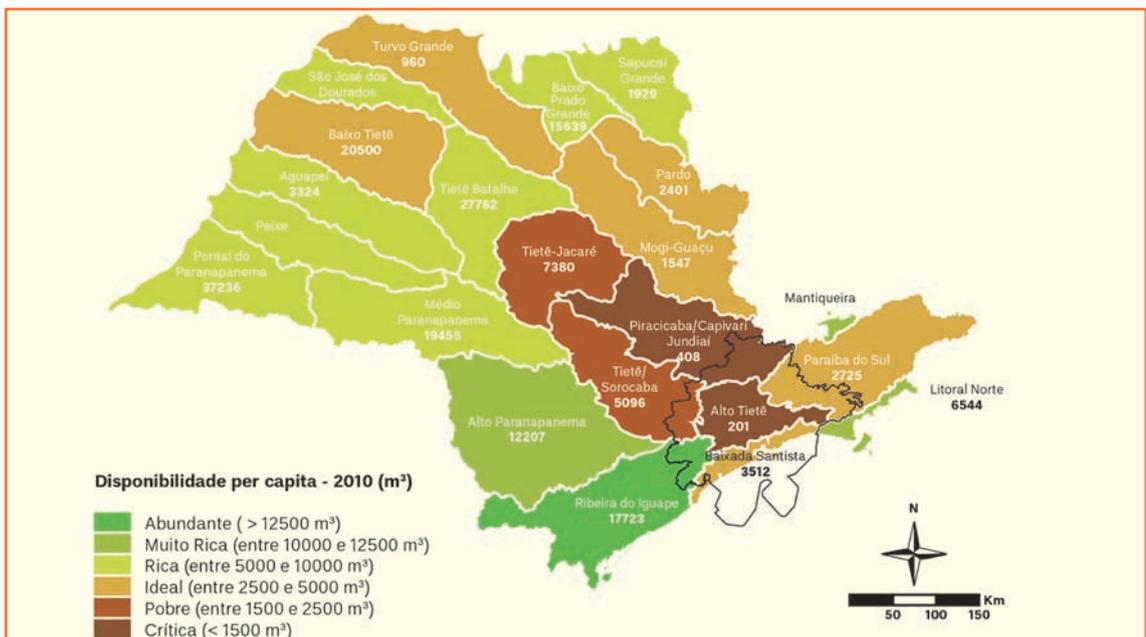


Figura 2 | Disponibilidade hídrica (m³/hab . ano) nas sub-bacias paulistas. Fonte: Elaboração própria. Com base em São Paulo (2013).



A gestão dos recursos hídricos no estado é feita pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) e adota as bacias hidrográficas como Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), estabelecendo um sistema de gestão descentralizado, baseado no Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH), que congrega órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil. O SIGRH identifica trechos do Tietê como unidades gerenciais distintas. Assim, em âmbito da RBCV, o sistema planalto inclui toda a bacia do Alto Tietê (UGRHI 06 – Alto Tietê), parte das bacias do Médio Tietê (UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê), do rio Piracicaba (UGRHI 05 – PCJ: Piracicaba / Capivari / Jundiá) e do Paraíba do Sul (UGRHI 02 – Paraíba do Sul). Ainda, o sistema costeiro é constituído integralmente da bacia da Baixada Santista (UGRHI 07 – Baixada Santista) e de parte pequena do Ribeira de Iguape (UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul) (Figura 3).

Em termos de serviços ecossistêmicos da água, é inquestionável a relevância da bacia do Alto Tietê (BAT) para a RBCV, que apresenta um dos quadros mais críticos do Brasil no que diz respeito à garantia de água em quantidade e de qualidade para o abastecimento de sua

população. Devido à sua relevância, a BAT é tratada com maior detalhe neste estudo.

2.1 | Características da BAT

A BAT apresenta área de drenagem de 5.775 km² e localiza-se, integralmente, no estado de São Paulo, no Planalto Atlântico, à altitude média de 750 m acima do nível do mar. A precipitação média anual na bacia, da ordem de 1.400 mm, pode ser considerada elevada. Suas nascentes localizam-se na divisa dos municípios de Salesópolis e Paraíba e a bacia estende-se, seguindo a direção geral leste-oeste, até a barragem do Rasgão, no município de Pirapora do Bom Jesus. É uma bacia de cabeceira, com vazão média de apenas 84 m³/s. Inclui toda a bacia do rio Pinheiros e algumas represas construídas para os mais diversos fins (geração de energia hidrelétrica, abastecimento de água, regularização de vazão). Entre essas, constam as represas Billings, Rio Grande, Rio das Pedras, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiá, Taiacupeba, Pedro Beicht, Cachoeira da Graça, Paiva Castro (ou Juqueri), Edgard de Souza, Pirapora, Águas Claras e Guarapiranga. Os principais afluentes de sua margem direita

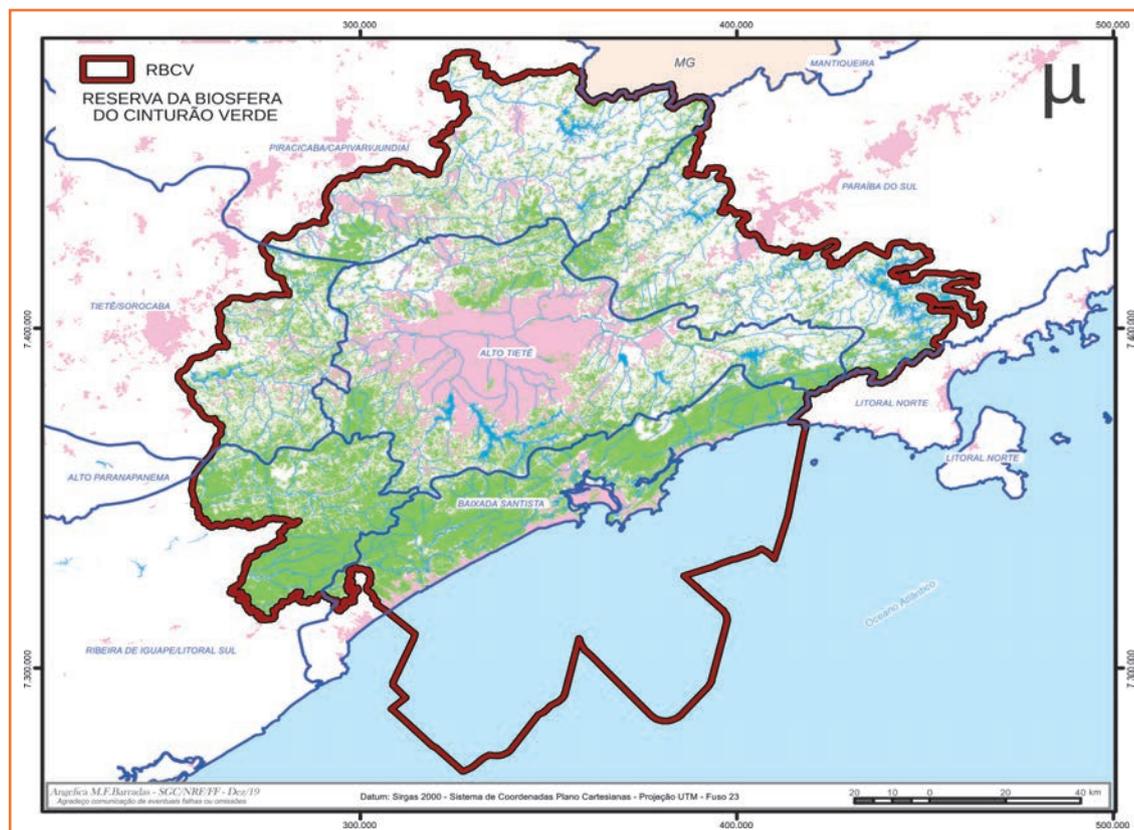


Figura 3 | Mapa de hidrografia da RBCV, com a delimitação das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). Fonte: Barradas (2020).

(sentido montante-jusante) são os rios Paraitinga, Baquirivu-Guaçu, Cabuçu de Cima e Juqueri e, da margem esquerda, os rios Claro, Biritiba-Mirim, Jundiá, Taiapuêba-Açu, Aricanduva, Tamanduaté, Pinheiros, Cotia e São João do Barueri. Divide-se em seis sub-bacias hidrográficas Tietê-Cabeceiras (área de drenagem: 1.859,2 km²), Juqueri-Cantareira (848,7 km²), Billings-Tamanduaté (824 km²), Cotia-Guarapiranga (858 km²), Penha-Pinheiros (852,7 km²) e Pinheiros-Pirapora (531,9 km²) (FABHAT, 2018).

A referida bacia compreende 34 municípios, e seu território é quase coincidente com o da RMSP. Dentre os municípios metropolitanos, não integram a BAT apenas os de Guararema, Jujutiba, Santa Isabel e Vargem Grande Paulista. Embora as áreas desses últimos municípios sejam relativamente grandes, suas populações correspondem, em conjunto, ao redor de 0,5% do total metropolitano. Portanto, 99,5% da população da RMSP estão localizados na área da BAT o que, na prática, implica em uma quase coincidência para fins de tendências demográficas, sociais e econômicas. A BAT abriga, por outro lado, quase metade da população do estado de São Paulo, e centraliza importantes complexos industriais, comerciais e financeiros, constituindo o maior polo de riqueza nacional, responsável pela geração de quase 15% do PIB brasileiro (SÃO PAULO, 2009a; FUSP, 2009; FABHAT, 2018).

A aglomeração urbana da BAT, com cerca de 20,27 milhões de habitantes, está entre as maiores do mundo. A densidade média populacional é de 10.232 hab/km² e os municípios com menor e maior densidade são, respectivamente, Salesópolis (40 hab/km²) e Taboão da Serra (14.006 hab/km²). O município de São Paulo possui a maior população (12.176.866 habitantes), enquanto Salesópolis é a cidade menos populosa (17.022 habitantes).

Os usos do solo na BAT podem ser divididos em três tipos principais. Desses, o uso urbano (área urbanizada, favela, loteamento desocupado, chácara, indústria, rodovia, equipamento urbano, reservatório de retenção, aterro sanitário, lixão e movimento de terra) representa 27,8% da área total da RMSP; a cobertura vegetal (mata, capoeira, campo e várzea), 56,6% da RMSP; e os usos não urbanos, representados pelos usos agrícolas (hortifrutigranjeiros) e pelas áreas de reflorestamento, ocupam 3,1%

e 8,6%, respectivamente (FUSP, 2009). A vegetação natural cobre ao redor de 30,5% do território (1.764 km²), com remanescentes de Mata Atlântica que ocorrem de forma contínua nas porções sul, sudeste, centro-norte e sudoeste e, de forma fragmentada, em toda a bacia. A região abriga inúmeras unidades de conservação e cinco regiões de mananciais (Juqueri-Cantareira, Alto Tietê-Cantareira, Cotia-Guarapiranga, Pinheiros-Pirapora, Billings-Tamanduaté) que, presentemente, fazem parte do SIGRH. Essas regiões estão organizadas em subcomitês, que têm atribuições consultivas no que se refere às decisões tomadas pelo comitê da BAT (SÃO PAULO, 2009a; FABHAT, 2018).

2.2 | Disponibilidade de água

2.2.1 | Disponibilidade e demanda de recursos hídricos

A demanda por recursos hídricos na BAT é considerada a mais crítica do estado de São Paulo, visto que o consumo total da bacia excede, em muito, sua própria produção hídrica. Em 2018, a disponibilidade per capita foi de 128m³/hab.ano resultado bem inferior ao valor mínimo estabelecido pela ONU para boa disponibilidade (> 2.500 m³/hab.ano), mesmo considerando as transposições existentes e as planejadas, como a do Itapanhaú, a classificação permaneceria crítica (FABHAT, 2018). A demanda total de 84 m³/s representa, aproximadamente, o dobro da disponibilidade mínima (Q_{7,10}) de 39 m³/s, incluídas as reservas exploráveis de água subterrânea (**Tabela 1**).

É importante destacar que o balanço hídrico geral e o das águas superficiais são considerados críticos, enquanto o balanço hídrico das águas subterrâneas já denota estado de *atenção* (SÃO PAULO, 2009a). Para suprir esta demanda, é feita a transposição de águas da bacia do rio Piracicaba (Bacia PCJ) – para o Sistema Produtor Cantareira, que contribui com quase 50% do volume da água para abastecimento da RMSP. Entretanto, tal sistema já se encontra em estado *muito crítico* e em seu limite de exportação, uma vez que deve suprir o acréscimo da projeção futura da demanda para a bacia do Rio Piracicaba (**Tabela 1** e **Figura 4**), situação que vem causando grandes dificuldades aos municípios e indústrias nessa bacia, gerando



Tabela 1 | Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Tietê, na bacia da Baixada Santista e no estado de São Paulo. Em destaque (negrito), as bacias inseridas ou que contribuem para o balanço hídrico da RBCV: Alto Tietê (AT), Piracicaba / Capivari / Jundiá (PCJ) e Baixada Santista / Litoral Sul (BS). Fonte: SÃO PAULO (2009a).

UGRHs / regiões	Disponibilidade (m³/s)			Demanda total (m³/s)	Demanda / disponibilidade (%)	Classificação¹
	Vazão mínima superficial	Reservas exploráveis de água subterrânea	Disponibilidade total			
AT	20,0	19,1	39,1	81,93	209,53	Muito crítica
PCJ	43,0	24,0	67,0	52,58	78,48	Muito crítica
SMT	22,0	7,8	29,8	19,29	64,74	Muito crítica
TJ	40,0	12,9	52,9	34,01	64,30	Muito crítica
TB	31,0	10,0	41,0	13,63	33,25	crítica
BT	27,0	12,2	39,2	11,60	29,58	crítica
Bacia do Rio Tietê	183,0	86,0	269,0	213,05	79,20	Muito crítica
BS	38,0	15,0	53,0	24,46	46,16	Muito crítica
Estado/SP	893,0	336,1	1229,1	462,83	37,66	crítica

Nota: ¹ Critério de severidade adotado pela "European Environmental Agency", ONU e pela Agência Nacional de Águas (2009) para vazões médias, em função do percentual entre demanda e disponibilidade: até 5% (excelente), de 5% a 10% (confortável), de 10 a 20% (preocupante), de 20 a 40% (crítica) e acima de 40% (muito crítica).

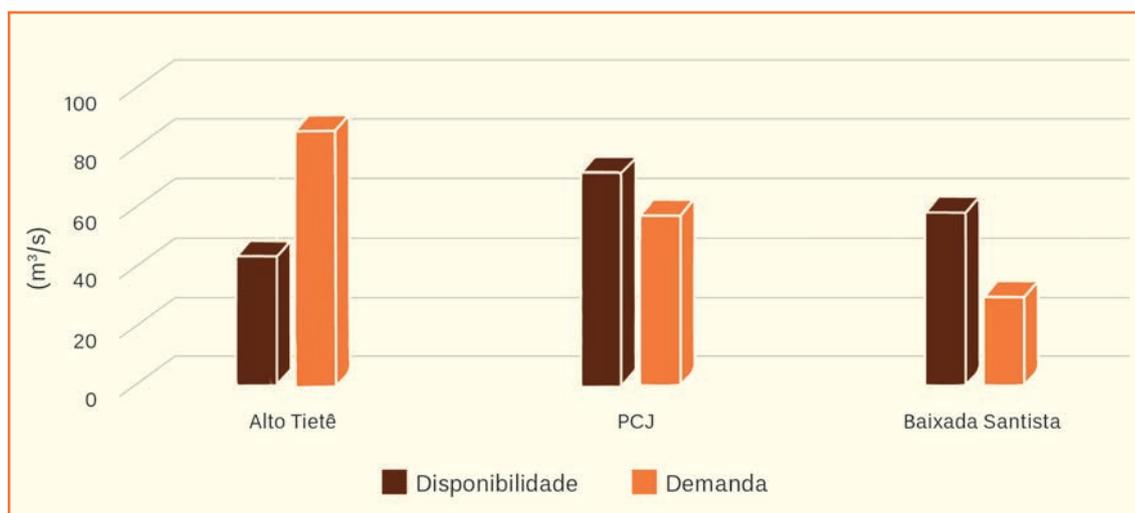


Figura 4 | Disponibilidade hídrica (vazão mínima superficial, Q_{710}) e demanda de água nas unidades hidrográficas inseridas ou que contribuem para o balanço hídrico da RBCV: Alto Tietê, Piracicaba /Capivari / Jundiá (PCJ) e Baixada Santista/Litoral Sul. Fonte: São Paulo (2009).

períodos de desabastecimento em vários municípios (MORETTI; GONTIJO JR, 2005).

A disponibilidade hídrica de apenas 200 m³/hab.ano na BAT está muito aquém do índice crítico, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 1.500 m³/hab.ano. Está, conseqüentemente, em um cenário *muito crítica*, até

mesmo mais crítico do que, por exemplo, o estado de Pernambuco, situado no Nordeste (**Tabela 2**). Tal situação faz com que, na BAT, a relação entre a demanda e a disponibilidade seja bem superior a 40%, o que classifica a situação como *muito crítica* nesta bacia, conforme dados apresentados na **Tabela 2**. Tal nível de disponibilidade hídrica

Região	Disponibilidade hídrica (m³/hab.ano)	Classificação da ONU (m³/ hab.ano)
Brasil	35.000	<i>Abundante</i> (> 20.000)
Estado de São Paulo	2.209	<i>Pobre</i> (entre 1.500 e 2.500)
Estado de Pernambuco	1.270	<i>Crítica</i> (< 1.500)
Bacia do Piracicaba	408	
Bacia do Alto Tietê¹	200	

Tabela 2 | Disponibilidade hídrica por região, com destaque (negrito) para a bacia hidrográfica do Alto Tietê. Fonte: Modificado de FECOMERCIO (2010).

Nota: ¹ A disponibilidade hídrica da BAT é apresentada em valores diversos em função das diferentes fontes consultadas.

é classificado como de escassez de água (< 1.000 m³/hab.ano) (UNDP, 2006). Essa situação exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos e agrava-se, ainda mais, quando se considera que a BAT centraliza importantes complexos industriais, comerciais e financeiros, constituindo o maior polo de riqueza nacional. A vulnerabilidade da segurança hídrica na BAT veio à tona durante a severa crise hídrica na região Sudeste do Brasil, caracterizada pela ausência de chuvas de primavera e verão em 2013/2014. Neste período ocorreram 444 mm de chuvas na região do Cantareira (média para região de 995 mm), ou seja, com 55% de redução o que levou a severo racionamento no fornecimento e consumo de água na RMSP e a constituição de um grupo técnico de assessoramento à gestão do sistema cantareira (SABESP, 2015).

Os principais usos da água na BAT são para abastecimento urbano (56%) e uso industrial (33%), sendo o último atendido, em parte, pela rede pública (15% do total distribuído) e, em parte, por abastecimento próprio mediante captação e extração de água subterrânea. Seguem

a estes, em menor escala, outros usos (7%) e irrigação (1,46%) (SÃO PAULO, 2009a; FUSP, 2009).

2.2.2 | Sistemas produtores de água no Alto Tietê

A BAT é formada por oito sistemas produtores, localizados nas áreas de mananciais da RMSP. Os sistemas produtores são sistemas de produção administrados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), destinados à captação, ao armazenamento e ao tratamento de água para abastecimento. Os sistemas da BAT são: Cantareira, Guarapiranga, Alto Tietê, Rio Grande, Rio Claro, Alto Cotia, Baixo Cotia e Ribeirão da Estiva (**Tabela 3 e Figura 5**).

Segundo o Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP, elaborado em 2004 pela SABESP, a BAT apresenta disponibilidade hídrica total de 67,8 m³/s, considerando o sistema Cantareira (bacia do Rio Piracicaba, UGRHI PCJ), o qual contribui com 33 m³/s, ou seja, cerca de 50% da água de abastecimento da RMSP. Vale

Sistemas produtores	Produção da SABESP (m ³ /s) ²	Vazão garantida com 95% (m ³ /s) ¹	População (milhões) ²	Municípios / Regiões Atendidas ²
Cantareira	33,0	31,3	8,1	Zonas Norte, Central e partes das zonas Leste e Oeste da capital, bem como os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul e parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André
Guarapiranga	14,0	16,0	3,7	Zonas Sul e Sudoeste da capital
Alto Tietê	10,0	15,6	3,1	Zona Leste da capital e os municípios de Arujá, Itaquaquecetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Mauá, Mogi das Cruzes e parte de Santo André e de Guarulhos
Rio Grande	5,0	4,8	1,2	Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André
Rio Claro	4,0	4,0	1,5	Bairro de Sapopemba na Capital, e parte dos municípios de Ribeirão Pires, Mauá e Santo André.
Alto Cotia	1,2	1,1	0,409	Cotia, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu e Vargem Grande
Baixo Cotia	0,9	0,8	0,361	Barueri, Jandira e Itapevi
Ribeirão da Estiva	0,1	0,1	0,038	Rio Grande da Serra
Total	68,2	73,7	18,408	

Tabela 3 |

Disponibilidade hídrica dos sistemas produtores e produção da SABESP. Fonte: ¹ FABHAT (2011); ² SABESP (2013).

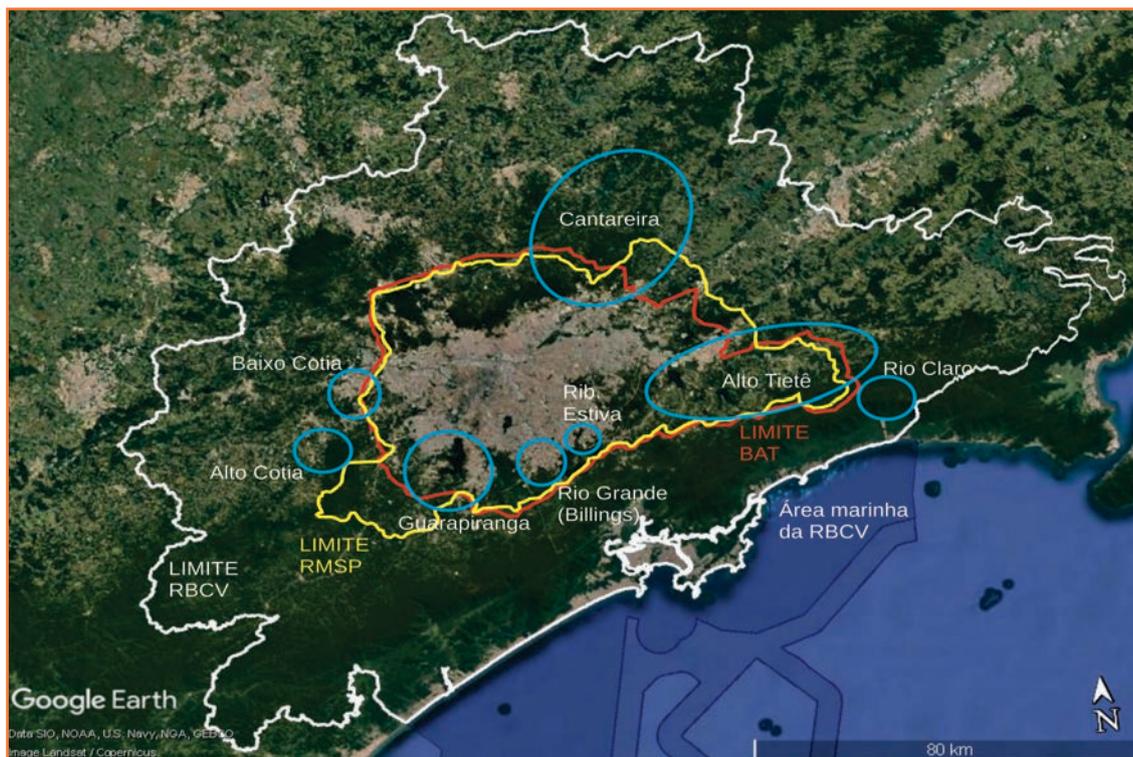


Figura 5 | Sistemas produtores da RMSP e suas áreas de cobertura (em azul).
 1) Sistema Cantareira;
 2) Sistema Alto Tietê;
 3) Sistema Rio Claro;
 4) Sistema Rio Grande;
 5) Sistema Guarapiranga;
 6) Sistema Alto Cotia;
 7) Sistema Baixo Cotia;
 8) Sistema Ribeirão da Estiva.
 Fonte: Google Earth (2020); Adaptado de Fernandes (2010).

destacar que os sistemas produtores já são insuficientes para atender a demanda atual, estimada em $79 \text{ m}^3/\text{s}$.

A **Tabela 3** apresenta a disponibilidade hídrica dos sistemas produtores da RMSP e a produção da SABESP. Os valores de vazão referem-se à vazão mínima garantida em 95% do tempo ($Q_{7,10}$).

O sistema *Cantareira* é considerado um dos maiores produtores de água do mundo e o maior da RMSP. Esse sistema ocupa área de aproximadamente 228 mil ha, abrange 12 municípios, quatro dos quais situados no estado de Minas Gerais. Capta água dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, com produção de $33 \text{ m}^3/\text{s}$. Desses, 31 mil litros são produzidos na bacia do rio Piracicaba, sendo que os reservatórios Jaguari-Jacareí, cujas bacias estão inseridas majoritariamente no estado de Minas Gerais, são responsáveis pela produção de $22 \text{ m}^3/\text{s}$. Apenas 2 mil litros são produzidos na bacia do Alto Tietê pelo Rio Juqueri (WHATELY; CUNHA, 2007). Assim, as principais nascentes das bacias hidrográficas formadoras dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Cachoeira estão situadas na região sul do estado de Minas Gerais. Adicionalmente, as águas do reservatório Atibainha, oriundas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, são revertidas para bacia do Alto Tietê.

O sistema *Cantareira* é integrado por um conjunto de represas localizadas na bacia do rio Piracicaba e na bacia do Alto Tietê (represas Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Barragem Cascatinha), conectadas por túneis e canais de interligação, que variam de 670 m a 9,9 km de extensão. Esse sistema contribui com aproximadamente 50% do volume de água para o abastecimento da RMSP, atendendo a cerca de 8,8 milhões de pessoas, que correspondem a 46% da população dessa área. Ressalte-se a severa crise hídrica sem precedentes deste sistema durante o período atípico de estiagem em 2013/2014, que apresentou queda de 56% na produção de água – de $33 \text{ m}^3/\text{s}$ no início da crise para $14 \text{ m}^3/\text{s}$ em março de 2015, com severo comprometimento do abastecimento da metrópole (SABESP, 2015). Além das zonas Norte, Central, Oeste e parte da zona Leste da capital, este sistema também abastece, total ou parcialmente, 10 municípios (Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba, São Caetano do Sul e parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André) (SABESP, 2013).

O sistema *Guarapiranga* é o segundo maior produtor de água, atendendo a cerca de 20% da população da RMSP. Suas águas provêm da reversão das cabeceiras do rio Capivari

(transposição da Baixada Santista) e da retirada da represa de Guarapiranga. Produz 14 m³/s e abastece 3,2 milhões de pessoas das zonas sul e sudoeste da capital. Os principais contribuintes são os rios Embu-Mirim, Embu-Guaçu e Paraleiros, pelas transferências dos rios Capivari e Monos, da vertente marítima (transposição da Baixada Santista) e pelas ramificações da margem esquerda da represa Billings (braço Taquacetuba), desde o ano 2000 (SABESP, 2013). Em termos relativos, os principais afluentes contribuem com 64% da produção de água, dos quais o braço Taquacetuba / Billings contribui com 29% e o rio Capivari com 7% (WHATELY; CUNHA, 2006).

O sistema *Alto Tietê – Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT)* – é, presentemente, o terceiro maior produtor de água. Fornece cerca de 10 m³/s de água bruta para a estação de tratamento de água (ETA) em Taiapuê. Todavia, visa à disponibilização de até 15 m³/s de água para a RMSP, o que deverá beneficiar mais de 4,0 milhões de pessoas quando, então, passará a ser o segundo maior produtor de água para a RMSP.

Compreende cinco reservatórios em cascata, interligados por túneis e canais: Ponte Nova (município de Salesópolis), Jundiá (Mogi das Cruzes), Taiapuê (divisa de Mogi das Cruzes e Suzano), Biritiba (em Biritiba-Mirim) e Paraitinga (Salesópolis). As águas provenientes dos reservatórios de Ponte Nova e Paraitinga escoam pelo rio Tietê até as proximidades da foz do rio Biritiba, de onde são parcialmente derivadas para uma estação elevatória. As águas são recalçadas até o túnel de interligação Tietê/Biritiba, a partir do qual todo o escoamento é feito por gravidade e através de sistemas canal-túnel-canais, passando pelos reservatórios subsequentes (Biritiba e Jundiá) até atingir o de Taiapuê, onde é feita a captação pela SABESP. Os principais contribuintes do rio Tietê, em sua área de cabeceiras, são os rios Claro, Paraitinga, Jundiá, Biritiba-mirim e Taiapuê que, junto com o Tietê, compõem o quadro dos mais importantes mananciais de abastecimento para esta região, com destaque para os reservatórios de Ponte Nova, Jundiá e Taiapuê.

O sistema *Rio Grande* configura-se como um braço da represa Billings e produz 4,8 m³/s, abastecendo 1,2 milhões de pessoas em Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André.

O sistema *Rio Claro* – está localizado a 70 km da capital. Foi construído em 1930, sendo ampliado na década de 1970. Suas águas são provenientes do rio Ribeirão do Campo, represadas na represa de mesmo nome, e recebem tratamento na estação Casa Grande. Produz 4 m³/s, que abastecem 1,2 milhões de pessoas do bairro paulista de Sapopemba e parte dos municípios de Ribeirão Pires, Mauá e Santo André (SABESP, 2013).

O sistema *Alto Cotia* – foi construído entre os anos de 1916 e 1933, este sistema produz 1.000 litros de água por segundo (1 m³/s), que abastecem cerca de 400 mil habitantes de cinco municípios (Cotia, Embu das Artes, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu e Vargem Grande). A água vem da represa Pedro Beicht, formada pelos rios Capivari e Cotia do Peixe. A captação é feita na represa da Graça e transportada para a estação de tratamento Morro Grande (SABESP, 2013).

O sistema *Baixo Cotia* – está localizado na região inferior do Alto Tietê. O sistema Baixo Cotia entrou em funcionamento em 1963, a partir da operação das barragens Isolina Superior, Isolina Inferior e da ETA Baixo Cotia, a fim de aproveitar o excedente hídrico do sistema Alto Cotia. Por sua vez, o excedente hídrico do sistema Baixo Cotia encontra-se com o rio Barueri e escoam para o rio Tietê (OKA; ROPERTO, 2002). Com a produção de 900 litros por segundo, esse sistema é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 460 mil moradores de áreas da zona Oeste da RMSP, como Barueri, Jandira e Itapevi. A fonte de abastecimento é a barragem do Rio Cotia (SABESP, 2010).

O sistema *Ribeirão da Estiva* capta água do rio Ribeirão da Estiva e produz 100 litros de água por segundo (0,1 m³/s), abastecendo 40 mil pessoas do município de Rio Grande da Serra. O sistema foi escolhido para receber e colocar em prática as novas tecnologias desenvolvidas pela SABESP ou por parcerias com universidades e centros de pesquisa. O objetivo é torná-lo um centro de referência tecnológica em automação em todas as fases da produção de água (SABESP, 2013).

2.2.3 | Distribuição e consumo de água

Na **Tabela 4** estão apresentados os dados médios para as seis sub-bacias da BAT (médias



Sub-bacia hidrográfica	Municípios	Índice de atendimento urbano de água (%)	Consumo médio por economia (m ³ /mês econ.)	Consumo médio por habitante (L/hab.dia)
Alto Tamanduateí-Billings	Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André e São Bernardo do Campo	94,23	13,54	156,01
Cabeceiras	Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis e Suzano	88,84	12,30	118,31
Cotia-Guarapiranga	Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra e S. Lourenço da Serra	77,32	12,55	130,40
Juqueri-Cantareira	Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, Mairiporã	83,45	12,27	109,81
Penha-Pinheiros	Mauá, São Caetano do Sul, São Paulo, Taboão da Serra	99,91	14,37	167,20
Pinheiros-Pirapora	Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba	90,80	15,41	150,76
Média para Alto Tietê		95,78	14,02	156,18

Tabela 4 | Indicadores operacionais dos sistemas de abastecimento de água das sub-bacias hidrográficas da bacia do Alto Tietê, ano base 2005. Fonte: FUSP (2009).

para municípios) sobre a cobertura do sistema de distribuição de água e os consumos médios por economia e *per capita*. Tais informações foram obtidas a partir da consulta ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) relativas a 2005 (FUSP, 2009).

Ao considerar o acesso à rede de água, existe certa homogeneidade entre as sub-bacias hidrográficas, com exceção à de Cotia-Guarapiranga (77%) e, mais moderadamente, à de Juqueri-Cantareira (83%). Todavia, os valores médios de consumo de água apresentam diferenças notáveis. Enquanto a sub-bacia Juqueri-Cantareira apresenta o menor consumo médio *per capita* (109,8 L/hab.dia), a sub-bacia Penha-Pinheiros, onde se encontra o município de São Paulo, apresenta o maior consumo *per capita* (167,2 L/hab.dia), seguida pela sub-bacia do Alto Tamanduateí-Billings (156 L/hab.dia). Em relação aos valores médios por município, o menor consumo foi observado em Mairiporã (92,5 L/hab.dia), embora diversos outros mostrem valores ao redor de 100 L/hab.dia. Admitido um desvio de 20%, mais 14 municípios podem ser englobados nessa faixa de consumo (Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba,

Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Suzano, Embu das Artes, Caieiras, Francisco Morato, Franco da Rocha, Mauá, Itapevi e Jandira). Em contraste, os maiores consumos médios são registrados em São Caetano do Sul e Santana de Parnaíba, com valores que atingem de 254 L/hab.dia e 212 L/hab.dia, respectivamente (FUSP, 2009).

2.3 | Qualidade da água

O estado da qualidade das águas superficiais ilustra a natureza complexa e de longo prazo das interações do ser humano com o seu ambiente. Sem dúvida, o crescimento populacional é o maior vetor indireto de mudança na provisão da qualidade da água. Problemas de poluição advindos de efluentes domésticos, agrícolas e/ou industriais, tornaram-se um dos grandes desafios para os recursos hídricos, principalmente em países industrializados e em desenvolvimento. Mais recentemente, o novo desafio para a qualidade das águas são os resíduos farmacêuticos sintéticos gerados pelos humanos e os *livestock*, que estão sendo descobertos em doses pequenas em rios, lagos e represas em escala mundial (VÖRÖSMARTY,

2005). Essas substâncias vêm sendo apontadas como potenciais causadoras de interferências endócrinas no organismo de animais e seres humanos, podendo ser bioacumuladas no tecido de organismos vivos e biomagnificadas na cadeia trófica. A grande preocupação associada com a exposição a interferentes endócrinos deve-se aos efeitos potenciais adversos na reprodução e no desenvolvimento de animais e seres humanos, visto que tais substâncias têm mostrado interferir na sinalização endócrina em estudos com animais *in vivo* e *in vitro* (GHISELLI; JARDIM, 2007). Apesar da gravidade desses contaminantes, muito pouco ou quase nada se conhece sobre sua ocorrência nos ecossistemas aquáticos, incluindo as represas de abastecimento no país como um todo.

A BAT, em particular, por apresentar a maior população do estado, recebe grande impacto sobre seus corpos d'água em função do lançamento de efluentes urbanos e industriais, agravado pela tendência da periferização das populações em áreas de mananciais e desprovidas de saneamento, como nos distritos de mananciais ao Sul, a Norte e a Leste, nas cabeceiras da bacia (SÃO PAULO, 2009a; FUSP, 2009).

Conforme relatório da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SÃO PAULO, 2009a), das seis UGRHI que compõem a bacia do rio Tietê, a do Alto Tietê (BAT - UGRHI 6) e a do PCJ (UGRHI 5) são as duas maiores geradoras de esgotos na região do estado e as que contam com os melhores percentuais de coleta (85% e 84%, respectivamente). Todavia, são também as que recebem menos tratamento de esgoto (43% e 41% do total coletado, respectivamente), percentual que decresce ainda mais quando se considera a quantidade de esgoto tratado em relação ao total gerado (< 35%). A situação da outra bacia inteiramente circunscrita na RBCV, a bacia da Baixada Santista, também é pouco confortável, uma vez que apresenta um dos piores percentuais de coleta de esgoto no estado de São Paulo (60%) apesar do tratamento do esgoto coletado (60%) ficar acima da média estadual. Todavia, quando se considera o percentual tratado em relação ao total gerado (36%), o valor fica próximo dos observados para a BAT. Para fins comparativos, os percentuais para o estado de São Paulo são: 86% de coleta, 43% de tratamento em

relação ao total coletado e 38,7% de tratamento do total gerado. Como consequência, a carga orgânica lançada diariamente nos corpos d'água da bacia do Tietê como um todo equivale a 1,36 milhões kg DBO/dia (demanda bioquímica de oxigênio por dia), sendo que somente a BAT e a PCJ contribuem com o percentual de 72,8% e 18,5%, respectivamente.

Ao detalhar mais as informações para a BAT, com base em dados populacionais dos municípios e nos indicadores operacionais do SNIS de 2005, a FUSP (2009) realizou um diagnóstico do volume de esgoto urbano coletado e tratado para cada município, agrupados por sub-bacias hidrográficas. Verifica-se grande heterogeneidade nos índices de atendimento urbano de esgoto por municípios. Os de Santo André e São Caetano do Sul são os únicos que apresentam índices de 100% de atendimento de esgoto, ao passo que os municípios de Itapeverica da Serra e Arujá são aqueles com os menores índices de atendimento (4% e 16%, respectivamente). Ainda, 41% dos municípios não dispõem de qualquer sistema de tratamento, com lançamento direto de seus efluentes nos cursos d'água (SÃO PAULO, 2009a). Apesar do município de São Paulo apresentar índice relativamente mais elevado de atendimento urbano de esgotos (88%) e um índice de tratamento de esgoto de 57% dentre os mais altos nos municípios da BAT, o volume produzido pela população não atendida (1,3 milhão de habitantes) é correspondente a 65.427 milhões de m³/ano. Como consequência, a sub-bacia Penha-Pinheiros é aquela que apresenta o maior índice de atendimento urbano de esgotos dentre as demais sub-bacias da BAT (87%), o maior índice de tratamento de esgoto (53,9%) e, mesmo assim, a população urbana não atendida pela coleta de esgotos corresponde a 1,5 milhão de habitantes, superior à população total da cidade de Montevidéu, por exemplo. Se for considerada toda a BAT, a população urbana não atendida por esgotos domésticos corresponde a 4 milhões de habitantes, superior à população total de algumas capitais mundiais, como Madrid, Berlim e Buenos Aires.

Tal situação é claramente refletida em diferentes índices de qualidade de água. Considerando o índice de estado trófico anual (IET), que avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, o monitoramento



realizado em 49 pontos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 2009, classificou 33% dos corpos de água da BAT como hipereutróficos, ou seja, com a pior qualidade (CETESB, 2010). Somando-se esses corpos de água (hipereutróficos) com os classificados como eutróficos e supereutróficos, a porcentagem aumenta para 59%, ou seja, mais da metade dos corpos de água superficiais monitorados da BAT encontram-se eutrofizados. Na **Figura 6** está apresentado o mapa da RMSP com a classificação dos corpos de água pelo índice de estado trófico feito pela CETESB (2010). A região da sub-bacia Penha-Pinheiros, a qual apresenta a maior população não atendida por esgotamento, apresentou quase que a totalidade dos corpos de água monitorados classificada como supereutrófica e hipereutrófica. Na sub-bacia Cabeceiras, os corpos de água localizados nos municípios de Arujá, com baixo índice de atendimento urbano de esgoto e de Guarulhos, sem sistema de tratamento de esgotos em 2009, foram também majoritariamente classificados como supereutróficos e hipereutróficos.

Dados de 2017 (46 pontos monitorados) demonstram que 48% dos pontos se encontram em condição de baixa e média trofia e 52% estão

eutrofizados. Em relação a 2016, 16 pontos exibiram melhora (pontos localizados nos reservatórios do Cabuçu e Juqueri, ribeirão dos Cristais e os rios Embu-Guaçu e Tietê), que atingiram condição de baixa trofia; apenas 3 exibiram piora. O rio Tietê, a partir de Itaquaquetuba, apresentou condições extremamente eutrofizadas com indícios de impactos relacionados ao lançamento de efluentes domésticos no próprio corpo d'água bem como de seus afluentes (CETESB, 2017).

Conforme CETESB (2017), na UGRHI 6, os esgotos domésticos representam uma contribuição substancial para a degradação dos corpos hídricos, uma vez que participam com cerca de 57% de toda carga orgânica remanescente. É importante destacar que a população desta bacia corresponde a cerca de 48% da população total do estado e que existem problemas históricos de ocupações irregulares que também colaboram para a degradação dos corpos hídricos.

Na **Figura 7** estão os resultados do índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) utilizado pela CETESB para o ano de 2009 (CETESB, 2010). A água captada do rio Cotia para a ETA do Baixo Cotia (COTI 03900) foi classificada como *péssima*,

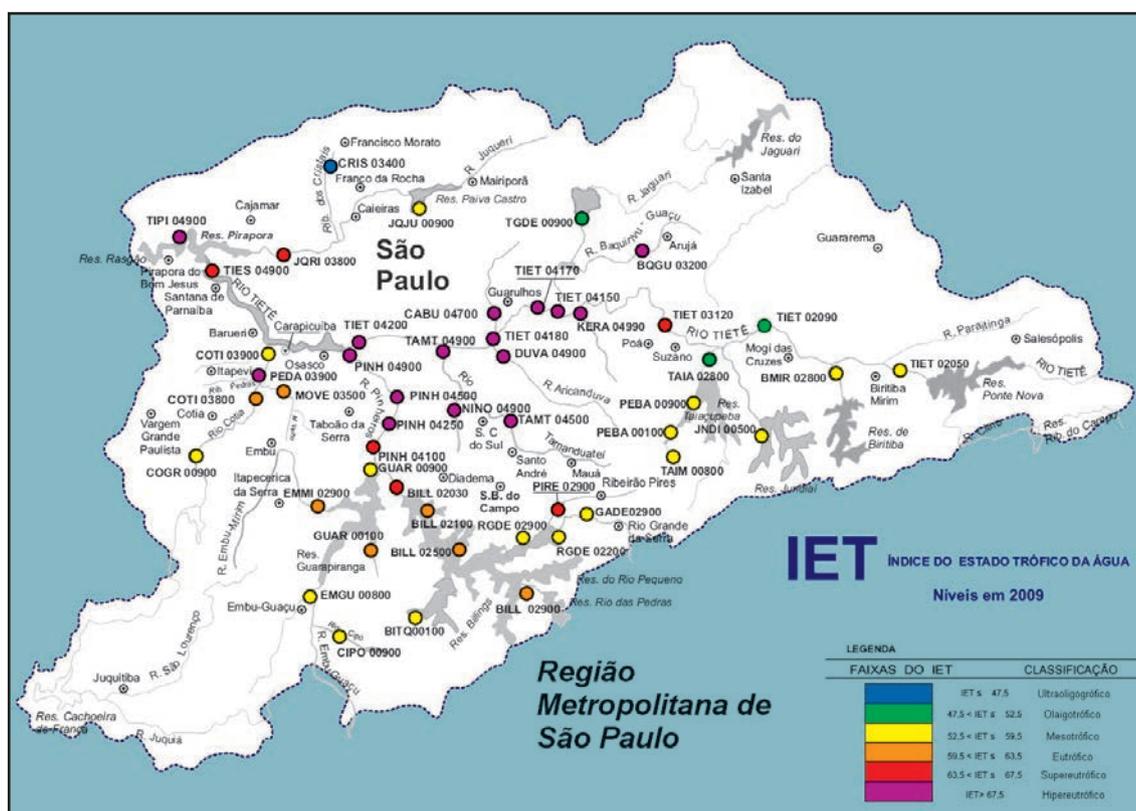
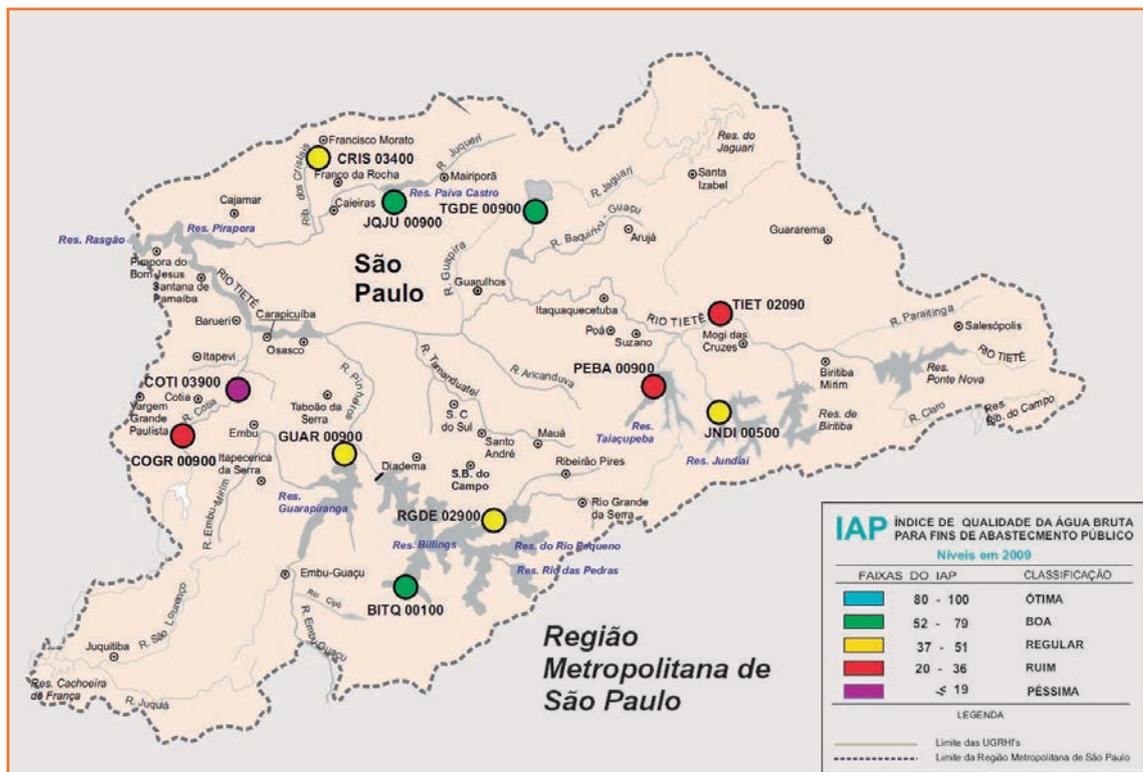


Figura 6 | Índice de estado trófico (IET) na RMSP, referente ao ano de 2009. Fonte: CETESB (2010).

Figura 7 | Índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) na RMSP, referente ao ano de 2009. Fonte: CETESB (2010).



sendo que as águas captadas no rio Tietê para Mogi das Cruzes (TIET 02090), na represa Taiaçupeba (PEBA 00900) e na represa Cachoeira das Graças, para a captação do Alto Cotia foram classificadas como *ruins*. Já a água captada no ribeirão dos Cristais para a ETA de Cajamar, bem como as águas captadas nas represas Guarapiranga (braço Rio Grande) e Jundiaí foram classificadas como *regulares*. Por outro lado, as águas captadas nos reservatórios de Tanque Grande para a ETA de Guarulhos; Paiva Castro, do sistema Cantareira; e no braço Taquacetuba, para a represa Guarapiranga, foram classificadas como *boas*.

Conforme CETESB (2017), o IAP não apresentou uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo-se em torno de 80% dos pontos nas categorias *ótima*, *boa* e *regular*. Os resultados de 2017 indicaram o papel negativo da carga difusa na qualidade da água para o abastecimento público, refletido pelos valores elevados do *potencial de formação dos trihalometanos* na estação chuvosa e pelo número de células de cianobactérias, principalmente em reservatórios.

A situação agrava-se mais quando se considera o Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática – IVA (Figura 8),

cujo cálculo é baseado nas variáveis essenciais para os organismos que vivem no meio aquático, como oxigênio dissolvido, toxicidade e estado trófico. Das águas coletadas nos pontos monitorados pela CETESB em 2009, 13% foram classificadas como *péssimas*, 37% foram classificadas como *ruins*, 37% como *regulares*, 10% como *boas* e apenas 3% como *ótimas*. Assim, deste total, 50% das águas monitoradas foram classificadas como *péssimas* ou *ruins*. As águas classificadas como *péssimas* foram aquelas amostradas no ribeirão Pires (PIRE 02900), no rio Baquirivu-Guaçu (municípios de Guarulhos e Arujá), no rio Juqueri (município de Cajamar) e no ribeirão das Pedras, próximo a Itapevi. As classificadas como *ruins* foram as águas da represa Billings, com exceção do braço rio Grande e do braço Taquacetuba, bem como da porção montante da represa Guarapiranga, incluindo o braço Embu-Mirim, do baixo rio Cotia e do rio Taiaçupeba-Mirim. Classificadas como *regulares* foram as águas das represas Pedro Beicht e Cachoeira das Graças (sistema Alto Cotia), bem como a porção jusante da represa Guarapiranga, os braços rio Grande e Taquacetuba, da represa Billings, a represa Paiva Castro e as represas Taiaçupeba e Jundiaí.

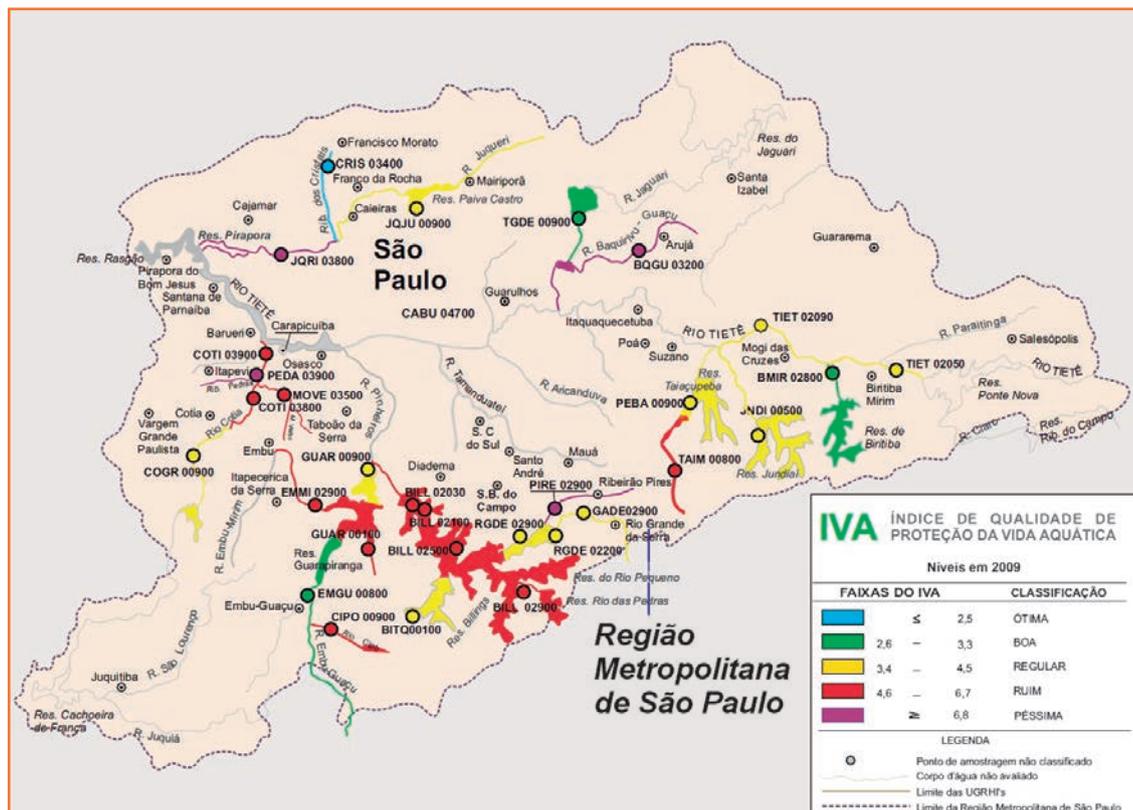


Figura 8 | Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA), RMSP. Níveis relativos ao ano de 2009. Fonte: CETESB (2010).

Em 2017 para o estado de São Paulo, manteve-se a mesma classificação de 2016, com 80% dos pontos classificados nas categorias *ótima*, *boa* e *regular*. As principais variáveis que afetaram negativamente o IVA foram o grau de trofia, seguido das baixas concentrações de oxigênio dissolvido e dos efeitos tóxicos, que representam 88% dos fatores que resultaram em classificações *ruim* e *péssima* para o IVA. Particularmente na UGRHI 6, ocorreram pontos com classificação *super* e *hipereutrófico*, resultantes tanto de intensa urbanização, como de lançamentos industriais e de fontes difusas da atividade agrícola (CETESB, 2017).

Esse panorama é extremamente preocupante em se tratando dos recursos hídricos superficiais da BAT, dado o elevado volume de esgotos não coletados produzido, sobretudo nas bacias das represas localizadas na mancha urbana da RMSP, como Guarapiranga, Billings, Taiacupeba, entre outras, que vêm sofrendo um processo de eutrofização contínuo e acelerado.

Como reportado em nível mundial, os efeitos da eutrofização são multifacetados, abrangendo impactos ambientais, econômicos, sociais e riscos para saúde pública. Um dos impactos bem documentado é sobre a qualidade ecológica

dos corpos d'água, uma vez que leva à grande simplificação estrutural da comunidade aquática, ao aumento da produtividade primária do ecossistema, ao crescimento não controlado de macrófitas aquáticas flutuantes e à floração de cianobactérias, algumas das quais tóxicas, com a produção de cianotoxinas (substâncias tóxicas produzidas pelas cianobactérias). Tais metabólitos atuam nos mamíferos em diferentes níveis, afetando o fígado, as sinapses nervosas, o trato gastrointestinal podendo, inclusive, levar à morte. Dessa forma, a degradação dos ecossistemas aquáticos tem se tornado um problema bastante sério nas águas de abastecimento, com elevação significativa do custo de seu tratamento, bem como para conservação da biodiversidade aquática e dos serviços ecossistêmicos providos por esses ecossistemas. É importante destacar que o processo da eutrofização ocorre mais rapidamente em regiões tropicais e que as águas com temperaturas mais elevadas são mais propícias para o aparecimento e a manutenção de floração de cianobactérias, como demonstrado no estudo de caso realizado em represa urbana situada na RBCV (BICUDO *et al.*, 2007).

Cabe ainda considerar que as represas mais comprometidas têm apresentado inúmeras

outras desconformidades em relação aos padrões requeridos para a potabilização de suas águas (WHATELY; CUNHA, 2007). De maneira geral, para as águas da BAT, a CETESB detectou um aumento da toxicidade em 2009 acima do que ocorreu com a média do estado, toxicidade aguda em reservatórios como Billings, bacia do rio Cotia e Ribeirão Pires, possivelmente causada por poluição industrial, bem como altos níveis de toxicidade nos sedimentos monitorados dessa bacia.

Ressalta-se, também, que embora nem todo o esgoto produzido tenha como destino os recursos hídricos superficiais, uma vez que uma parte substancial é direcionada às fossas sépticas e fossas rudimentares (principalmente nas áreas rurais), o risco de contaminação persiste uma vez que o grande volume de esgotos destinados às fossas têm risco potencial de contaminação dos aquíferos.

Conforme mencionado anteriormente, o aumento da degradação da qualidade da água afeta diretamente o custo de tratamento devido ao aumento da quantidade de produtos químicos necessários para este e para a manutenção

da qualidade da água a ser disponibilizada ao abastecimento. Além desse aspecto, a degradação da qualidade da água dos mananciais demanda processos de tratamento mais sofisticados, como a utilização de carvão ativado para remoção de cianotoxinas, gosto e odor da água, e permanganato de potássio e/ou peróxido de hidrogênio, para degradação da matéria orgânica. Os algicidas, por sua vez, repercutem no acúmulo de metais – como o cobre – nos sedimentos, trazendo efeitos potencialmente tóxicos. Para fins comparativos, no sistema produtor Guarapiranga, por exemplo, cuja produção de água tratada é de 14 m³/s para abastecer 3,8 milhões de pessoas da RMSP, houve aumento da quantidade de produtos químicos em 20% de 2001 para 2004 (Figura 9), tornando os custos mais elevados e com reflexo para o consumidor final (MANCINI, 2008). Situação bem distinta é verificada no sistema produtor Cantareira, no qual a quantidade de produtos químicos para tratamento praticamente se manteve constante, uma vez que a ocupação humana na bacia não cresceu de forma tão significativa no período.



Figura 9 |
Quantidade de produtos químicos utilizados (kg/1000 m³/s) para o tratamento de água na RMSP entre 2001 e 2004.
Fonte: Reis (2004) *apud* Mancini (2008).



Quadro 1 | O processo de eutrofização da represa Guarapiranga: 100 anos de informação.

A represa de Guarapiranga (**Figura 10**) é um reservatório emblemático na RMSP. É um dos mais importantes sistemas de abastecimento público de água da região uma vez que contribui com 20% de sua produção total. Os cenários históricos de suas alterações ambientais refletem as transformações multifacetadas causadas pela urbanização não planejada desprovida de infraestrutura e saneamento adequado de sua bacia de drenagem. Construída no período de 1906 a 1909 com a finalidade de produzir energia elétrica e regularizar a vazão do rio Tietê

começa, em 1928, a ser utilizada como principal fonte de água para abastecimento público do município de São Paulo. Nas décadas 1960/70, a cidade aproximou-se perigosamente deste manancial, com um crescimento explosivo em suas margens. O ano de 1970 marca os primeiros sintomas de sua degradação ambiental e o início do monitoramento regular pela CETESB. A partir da década de 1970 ocorreu acelerada ocupação urbana informal, com loteamentos empilhados, sem infraestrutura adequada de saneamento ambiental.



Figura 10 | Represa Guarapiranga inserida na RMSP (bacia do Alto Tietê - BAT): vista geral da barragem e ocupação irregular às margens. Fonte: ECODEBATE (2019).

A pesquisa tem seus alicerces na Paleolimnologia, uma ciência que permite o resgate da trajetória passada do ecossistema a partir dos sedimentos depositados no fundo da represa em camadas sucessivas ao longo do tempo e permite resgatar informações anteriores ao impacto antropogênico. Diferentes marcadores ambientais (diatomáceas, geoquímicos e isótopos) e análise do uso e ocupação do solo

foram utilizados para inferir sobre a eutrofização e a degradação ambiental. *Este estudo de caso demonstra que a eutrofização é um problema multifacetado que traz consequências em curto, médio e longo prazos, as quais são até mesmo imprevisíveis nos contextos econômico, ambiental e de saúde pública (Figura 11). Será um caminho sem volta?*

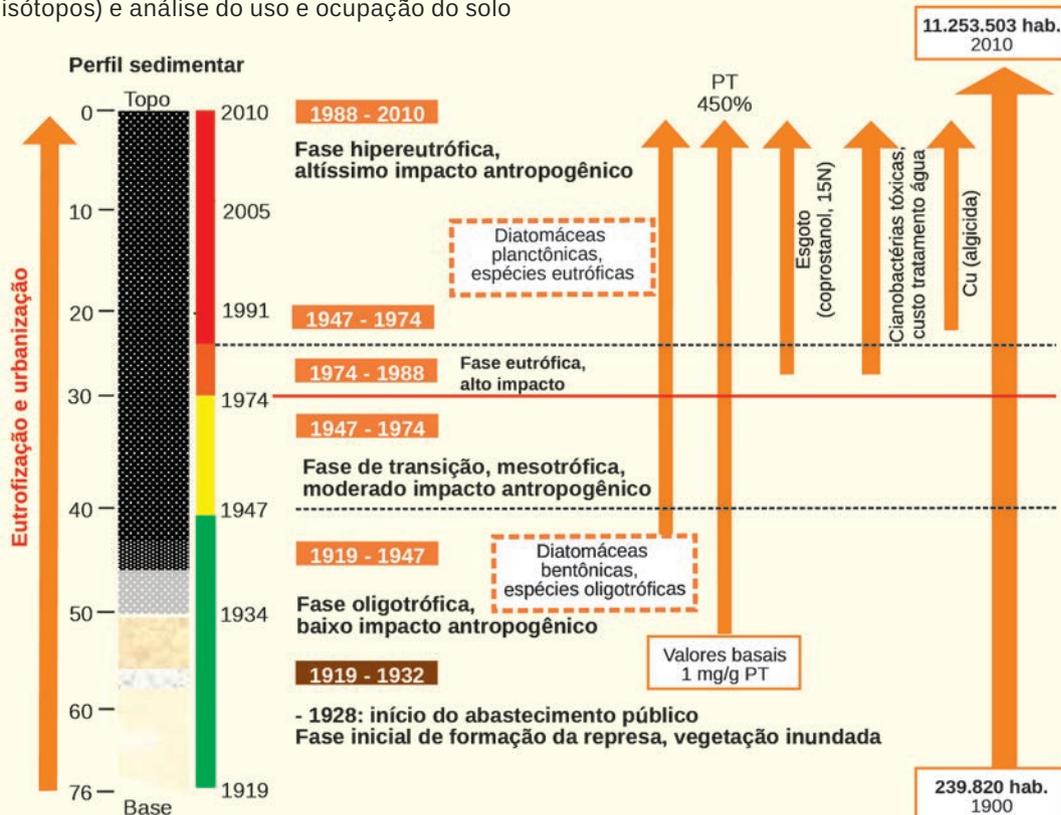


Figura 11 | Histórico do processo de eutrofização e degradação ambiental na represa Guarapiranga. Fonte: Fontana *et al.* (2014); Araújo (2017); Bicudo; Bicudo (2017).

3 | SERVIÇO DE REGULAÇÃO DA ÁGUA SUPERFICIAL

3.1 | Água e floresta

A quantidade e a regulação dos fluxos ao longo do tempo, assim como a qualidade da água que provém de uma microbacia hidrográfica recoberta por floresta, é resultado da interação da água que entra no sistema via atmosfera e dos seus diferentes compartimentos, representados pela vegetação, solo e substrato rochoso (WALLING, 1980).

Os processos hidrológicos que predominam em ambientes florestais podem ser visualizados na **Figura 12**. Parte da água da chuva que alcança a microbacia hidrográfica é, temporariamente, retida pelas copas das árvores, evaporando a seguir para a atmosfera pelo processo denominado de interceptação. A taxa de evaporação dessa água varia com a espécie, a idade, a densidade e a estrutura da floresta, além das condições climáticas de cada região. O restante da água alcança o piso florestal por meio de gotejamento de folhas e ramos (transprecipitação ou precipitação interna), ou escoando pelo tronco de árvores e arbustos. Na superfície do solo, a água infiltra-se ou é armazenada em depressões nela existentes.

O piso florestal, por apresentar grande rugosidade, impede o escoamento direto da água para as partes mais baixas do terreno, o que favorece sua infiltração. Uma parcela da água infiltrada é absorvida pelas raízes e transpirada pelas plantas. O remanescente movimenta-se em profundidade, é armazenado nas camadas mais interiores do solo e na região das rochas alteradas, alimentando gradualmente os cursos d'água pelo chamado escoamento de base. Esse mecanismo possibilita que os rios tenham vazão regular ao longo do tempo.

Embora os processos que governam os fluxos de água sejam semelhantes para as diferentes formações florestais, a magnitude deles varia de acordo com as características da floresta, da bacia hidrográfica e do clima. A **Figura 13** mostra os processos que atuam na relação entre a Mata Atlântica – o principal bioma da RBCV – e a água; e sintetiza resultados de pesquisas do Instituto Florestal no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha. Do total de chuva que chega às microbacias experimentais, a maior parte sai na forma de escoamento total (70%), e somente 30% é transferido para a atmosfera por meio da evapotranspiração, mostrando dessa forma a importância da Mata Atlântica na produção de água.

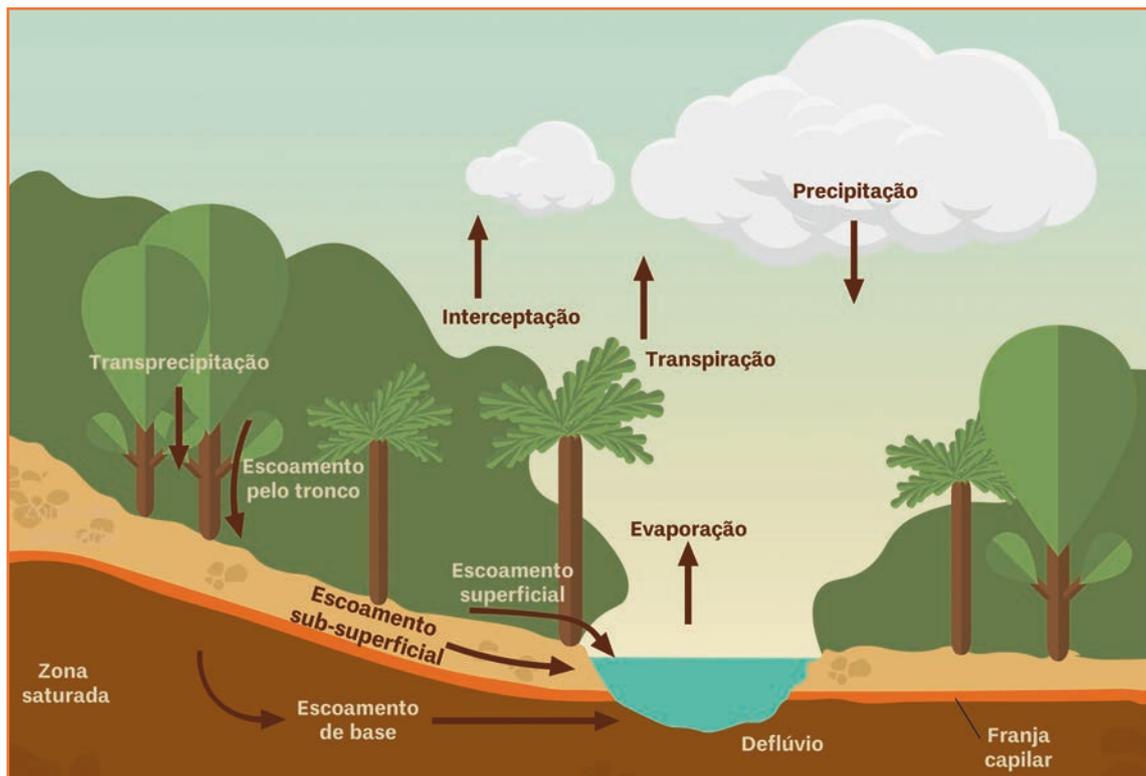


Figura 12 |
Processos
hidrológicos em
microbacias
hidrográficas
com floresta.
Fonte: Arcova;
Cicco (2005).

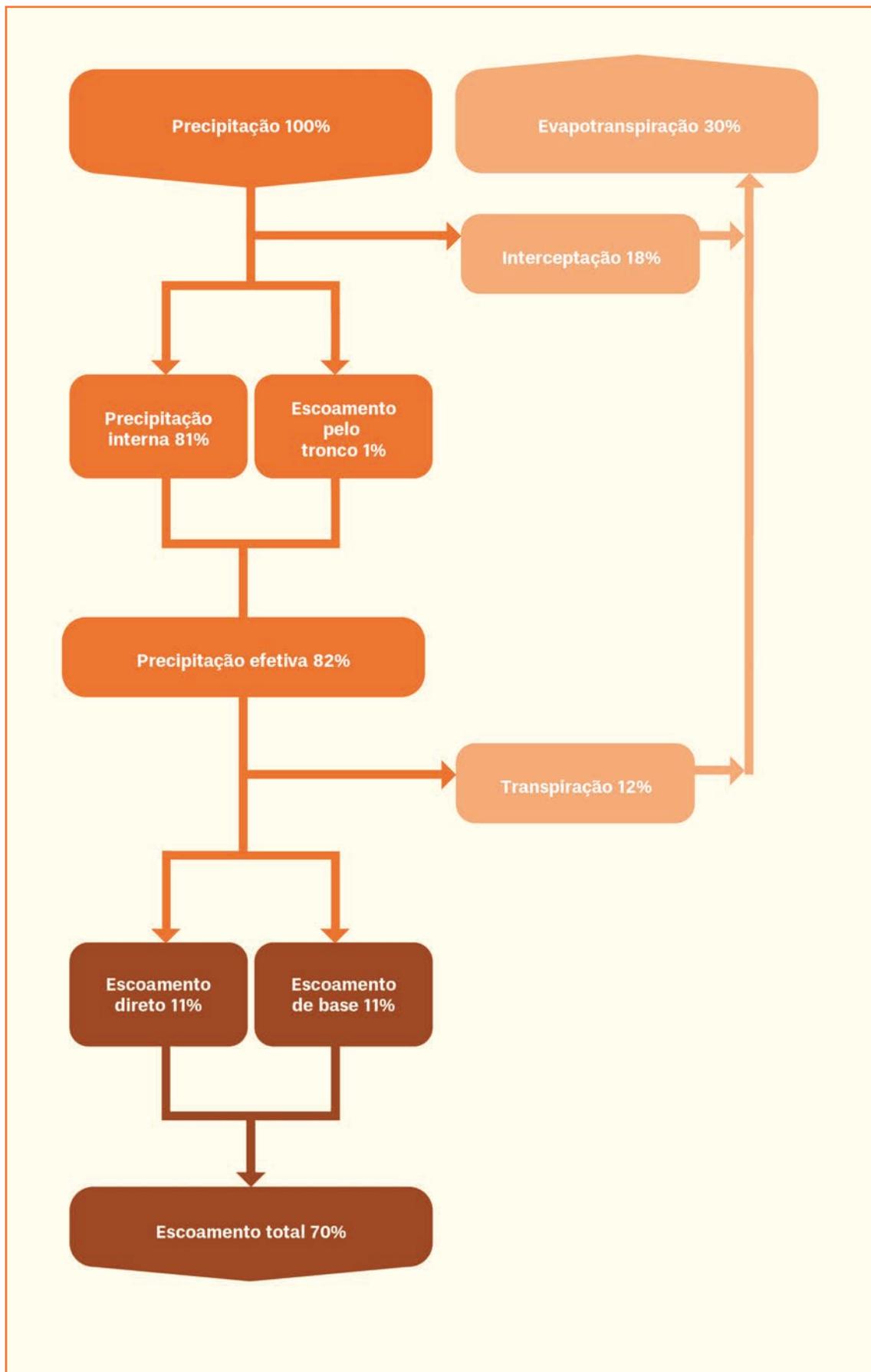


Figura 13 | Síntese dos processos hidrológicos predominantes na Mata Atlântica. Fonte: Cicco (2009).

Na **Figura 14** observa-se a presença de vegetação natural da RBCV, cobrindo cerca de 41,7% do total de sua superfície, que se estende do sul ao sudoeste da RMSP, onde estão localizados os reservatórios de água de Guarapiranga e Billings, entre outros. São áreas com serviços ecossistêmicos muito importantes, pois a relação entre a floresta e a água propicia a conservação dos recursos hídricos, em termos de quantidade e qualidade da água, regime de vazão e manutenção das vazões mínimas.

3.2 | Função hidrológica da mata ciliar

As áreas adjacentes às nascentes, córregos e rios recebem a denominação de

zona ripária. É parte essencial da paisagem, constituindo um ecossistema de transição entre o ambiente terrestre e o aquático da microbacia hidrográfica. Esses terrenos têm grande valor como “*tampão*” e “*filtro*” entre as atividades antropogênicas e o recurso de suporte mais importante à vida: a água. Possuem características hidrológicas distintas do restante da microbacia e merecem, por isso, receber um tratamento diferenciado e serem protegidas. A vegetação que ocupa a zona ripária é chamada de vegetação ciliar e, quando constituída por floresta, é chamada mata ciliar (**Figura 15**).

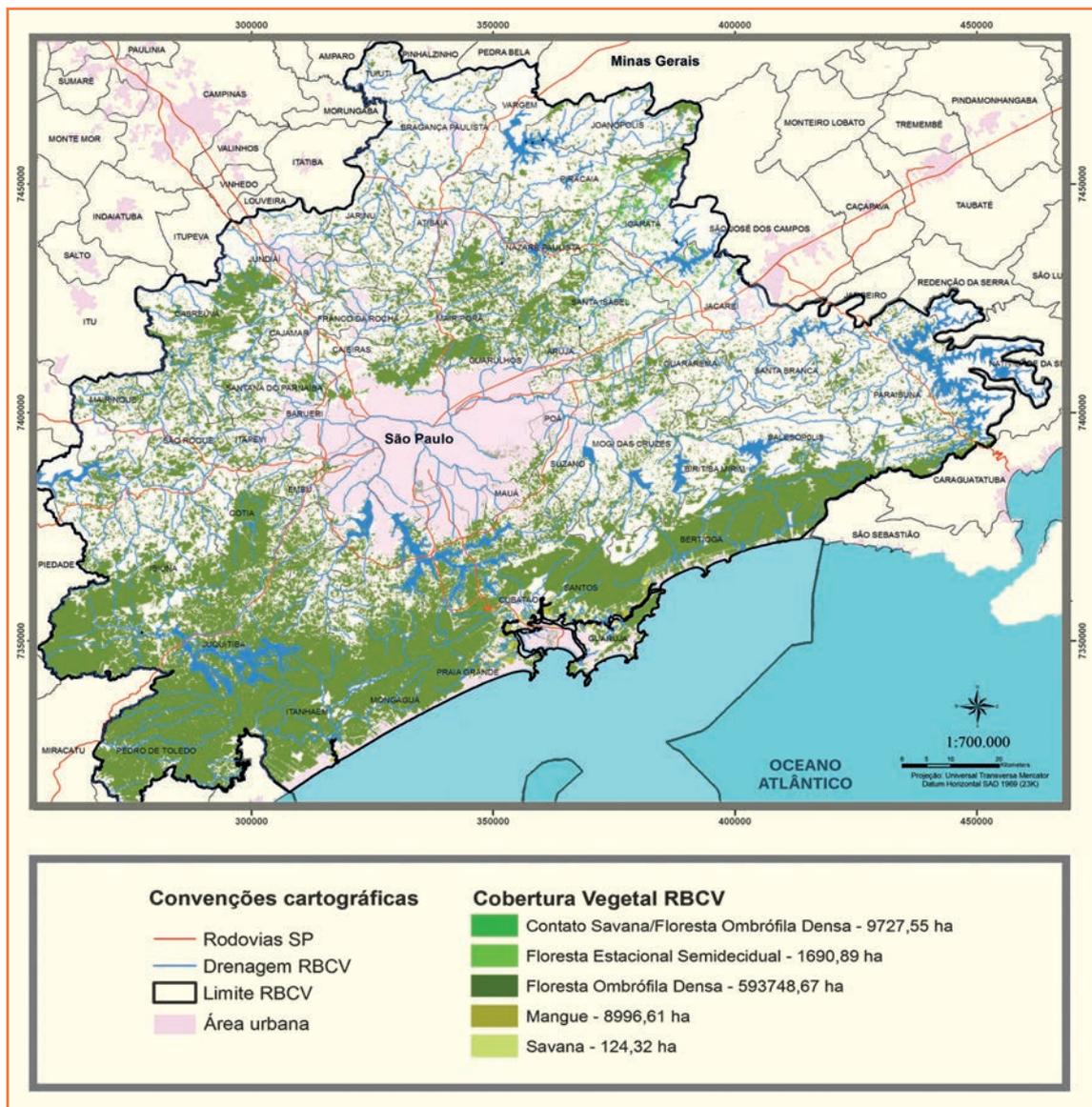


Figura 14 | Mapa de vegetação natural da RBCV. Fonte: Ivanauskas et al (2020).

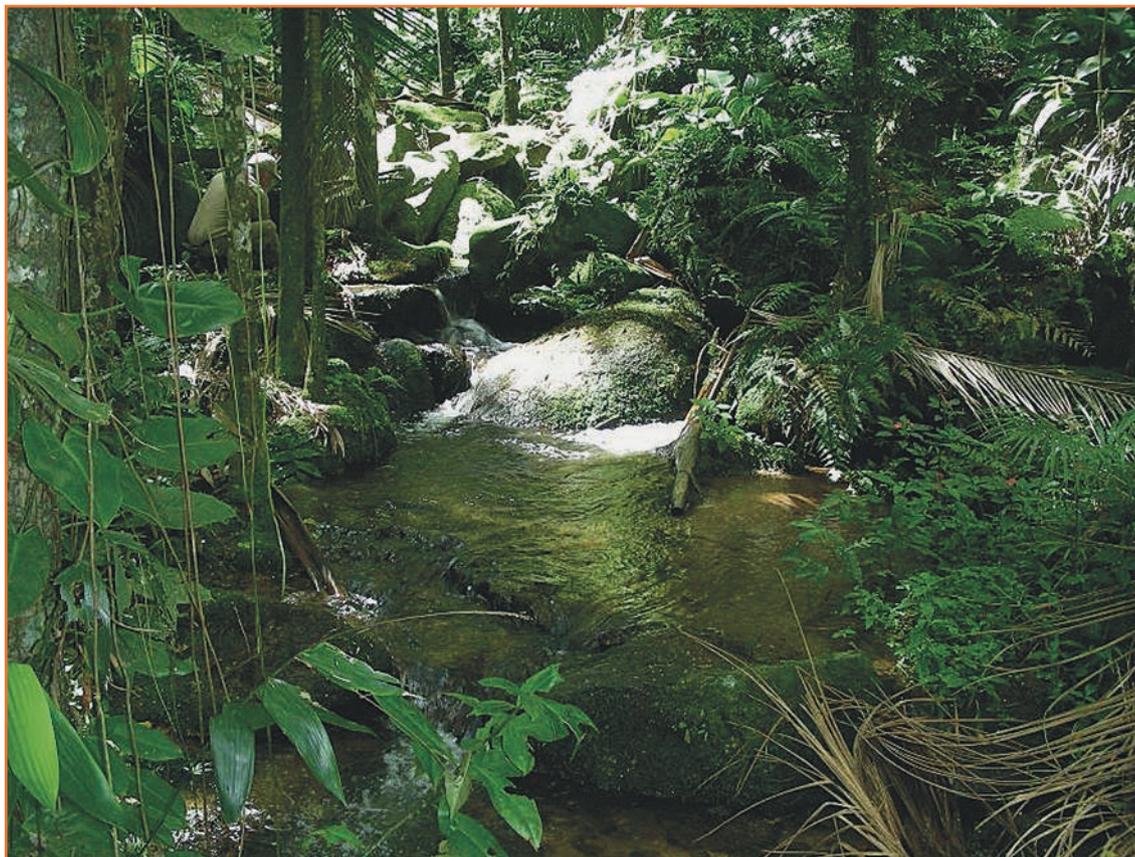


Figura 15 | Riacho protegido por mata ciliar na região da RBCV. Fonte: Cicco (2009).

A presença de mata ciliar contribui para o bom funcionamento dos processos hidrológicos da zona ripária, notadamente os relacionados com os fluxos rápidos de água da microbacia hidrográfica, ou seja, o escoamento superficial e o subsuperficial. A mata ciliar ainda influencia de modo positivo a qualidade da água dos rios, ao atuar como filtro, agente de transformação e fonte de substâncias do ambiente que acompanha o curso d'água. A mesma é especificamente útil no tratamento dos poluentes não pontuais, isto é, daqueles gerados de forma difusa na microbacia hidrográfica (TIMS, 1994). Também atua diretamente na redução da sedimentação da água por meio da estabilização das margens dos rios, agindo na retenção das partículas de solo oriundas das porções mais elevadas da microbacia hidrográfica. O controle de nutrientes ocorre por meio de mecanismos relacionados com o escoamento superficial e subsuperficial da água. Adicionalmente, a vegetação ciliar age na atenuação das condições microclimáticas, reduzindo os extremos de temperatura da água. As copas das árvores interceptam

parte da radiação solar que, na ausência destas, chegaria diretamente nos pequenos cursos d'água. Assim, nos rios protegidos por mata ciliar, onde as temperaturas da água são minimizadas, as concentrações de oxigênio dissolvido tendem a ser mais elevadas, isso porque a relação entre ambas é inversamente proporcional (ARCOVA, 2006). Os níveis de oxigênio dissolvido indicam a capacidade de um dado corpo d'água manter a vida aquática.

3.3 | Produção e regulação de água pela floresta

Como foi visto anteriormente, a presença da floresta é muito importante no ciclo hidrológico, visto que copas e sistemas radiculares das árvores interferem no escoamento total de água de uma microbacia hidrográfica. Assim, a evaporação de água da chuva pelo processo de interceptação é maior em florestas do que em culturas agrícolas e pastagens (DREW, 1986), de forma que a mudança no uso do solo influi no volume de água que chega ao curso d'água.

Hibbert (1967) sintetizou os resultados de diversos experimentos e concluiu que a remoção da floresta ocasiona, em geral, o aumento da produção hídrica, sendo este incremento proporcional à área cortada. Por outro lado, Bosch e Hewlett (1982) verificaram em uma extensa revisão bibliográfica, a redução do volume de escoamento total da água em áreas com floresta quando comparadas com aquelas de vegetação de menor porte. A **Figura 16A** ilustra os efeitos do corte-raso e da regeneração da floresta sobre a produção de água. A resposta ao desmatamento foi imediata e abrupta, tendo o escoamento total anual do curso d'água aumentado substancialmente. Com a regeneração da floresta, esse escoamento diminuiu ao longo do tempo. Ainda, após um segundo corte-raso, houve uma nova súbita elevação da

quantidade de água. É importante destacar que a transformação de chuva em maior percentual de vazão, com o desmatamento, pode significar apenas utilitariamente *produção*; porém, numa perspectiva de equilíbrio na provisão de água, o que importa é a regularização (atenuação dos extremos hidrológicos e manutenção de vazões firmes) e a depuração (garantia da qualidade) – que são os serviços ecossistêmicos que a vegetação propicia.

O aumento da produção de água pode não ser o único efeito hidrológico causado pelo corte da floresta. Há, também, um aumento do ritmo da vazão e do escoamento superficial (DREW, 1986). A **Figura 16B** mostra hidrogramas resultantes das chuvas em microbacias hidrográficas semelhantes, porém, com usos diferentes do solo. Observa-se que

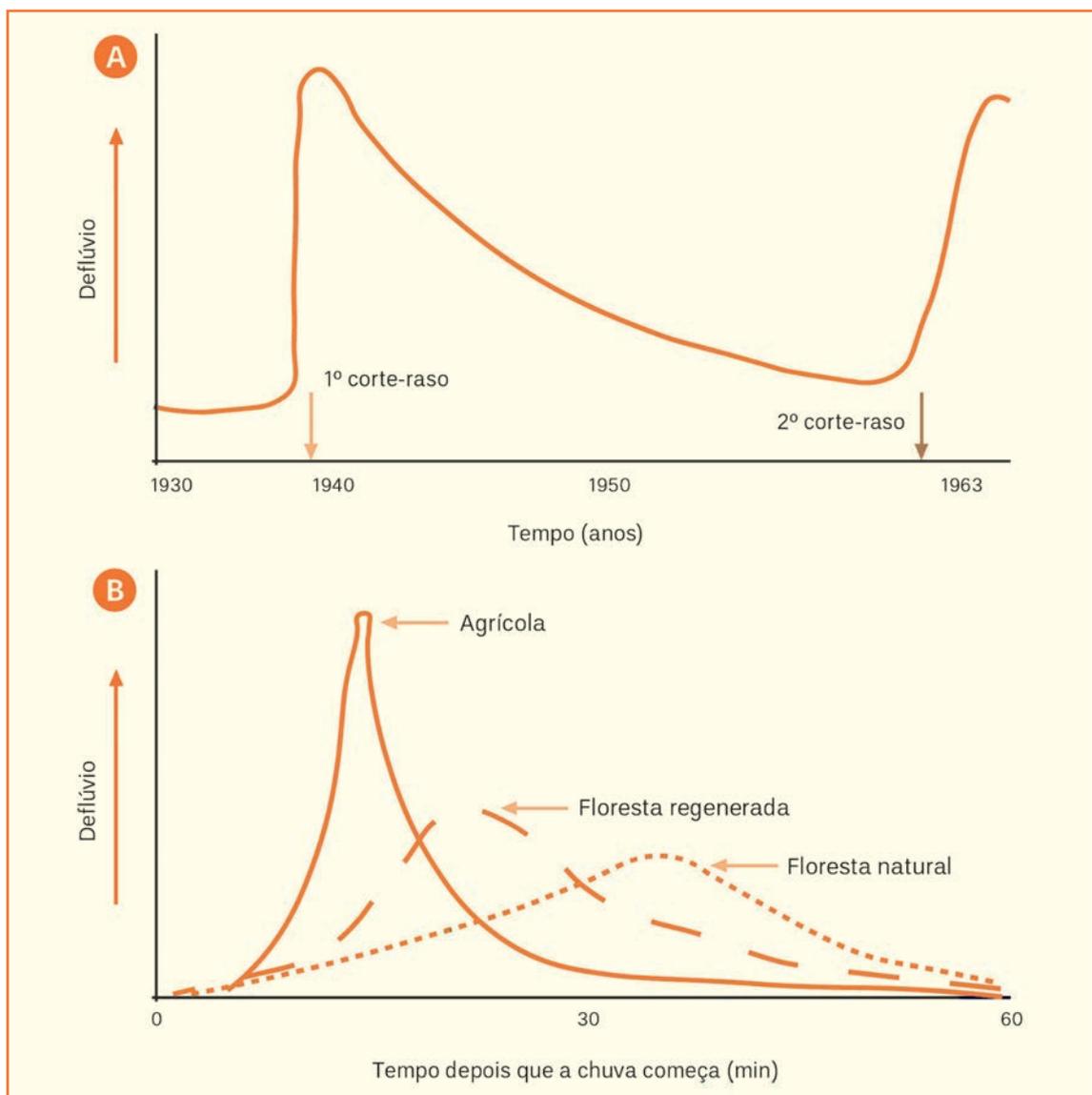


Figura 16 | Efeito do corte-raso de uma floresta no escoamento total (deflúvio) de uma microbacia ao longo do tempo (A); hidrogramas de microbacias em uma mesma região, mas sob diferentes usos do solo (B). Fonte: Adaptado de Drew (1986).



a microbacia com agricultura reage prontamente à precipitação pluvial, gerando mais escoamento superficial, que é o fluxo d'água responsável pela erosão dos solos e pelas inundações. O oposto ocorre na bacia com floresta natural, onde o escoamento aumenta lentamente após a chuva, com o valor máximo em nível muito inferior. A microbacia parcialmente regenerada após o desmatamento apresenta uma forma intermediária entre os dois extremos.

Os impactos da floresta sobre o deflúvio em períodos secos são complexos. Por um

lado, a presença da floresta concorre para o consumo (maior evapotranspiração) da água da microbacia e, portanto, reduz sua disponibilidade nos períodos secos. Por outro lado, entretanto, sua presença favorece a infiltração, levando à maior recarga de água no solo e ao aumento do deflúvio. Resultados de vários estudos experimentais indicam tanto o aumento quanto o decréscimo do deflúvio no período seco e concluem que essa variação depende do solo, da topografia, da precipitação e de outros fatores específicos de cada local (CALDER, 2002).

A redistribuição das chuvas pelas copas das árvores e os processos de transprecipitação e interceptação foram avaliados em uma microbacia coberta com Mata Atlântica, situada no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). A área onde o experimento foi realizado está totalmente inserida no maior centro urbano do país, a cidade de São Paulo e os resultados obtidos podem ser vistos como um bom exemplo dos processos hidrológicos que devem ocorrer nas áreas protegidas da RBCV.

O estudo realizado por Cicco (2009) compreendeu a medição da água de chuva sob as copas das árvores (transprecipitação) em 36 pontos no interior da microbacia, durante o período de dois anos e meio. Para tanto, foram usados coletores de chuva constituídos de funil de polietileno acoplados a galões do mesmo material, com capacidade de armazenamento de cinco litros (**Figura 17**). Um pluviômetro foi utilizado em área descoberta da microbacia para quantificar as chuvas antes da interação

com as copas das árvores. A interceptação da água foi estimada pela equação:

$$[\text{Interceptação} = \text{Precipitação acima das copas} - (\text{Transprecipitação} + \text{Escoamento pelo tronco})],$$

O escoamento foi desconsiderado nos cálculos, uma vez que outros estudos realizados em ambiente de Mata Atlântica avaliaram uma contribuição não significativa para este fluxo de água (ARCOVA *et al.*, 2003).

Verificou-se que, em média, 22% do volume de água das chuvas são interceptados pela vegetação de Mata Atlântica e retornam à atmosfera na forma de vapor sem, ao menos, alcançar o solo. A influência da sazonalidade foi clara, de forma que, no período seco, a interceptação foi de 29% e, na estação das chuvas, de 22%. Um montante de 78% chegou ao piso florestal como transprecipitação, sendo esta a água que estará disponível para os processos hidrológicos que ocorrem no interior do solo, dentre eles, os que alimentam os cursos d'água da microbacia.



Quadro 2 | Processos hidrológicos na microbacia do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo.

Figura 17 | Coletor de água de transprecipitação instalado no interior de microbacia na Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI).
Fonte: Cicco (2009).

3.4 | Várzeas e áreas alagadas como sistema de purificação de represas

As áreas alagadas e as várzeas fornecem grande variedade de serviços ecossistêmicos para os ecossistemas adjacentes. Alguns desses serviços são destacados a seguir:

- durante períodos de elevada precipitação, agem como esponjas, armazenando parte da água excessiva que flui ao longo dos rios, reduzindo problemas de enchente à jusante;
- muitas áreas alagadas e várzeas são importantes regiões de recarga de aquíferos;
- são importantes berçários para diversas espécies de peixes, aves aquáticas, répteis, anfíbios e insetos, entre outros. Estima-se que 45% das espécies de animais em extinção e 26% das espécies de plantas em extinção vivem em áreas alagadas ou dependem delas para sua existência;
- agem como filtros naturais, ao contribuir para purificar a água e remover o excesso de material particulado, nutrientes e substâncias tóxicas, como metais e pesticidas;
- por serem importantes depósitos de carbono orgânico, constituem, em geral, ambientes muito produtivos, nos quais ocorrem intensos processos de ciclagem natural de nutrientes.

Um dos principais fatores para o processo de depuração hídrica nas áreas alagadas e várzeas é a vegetação aquática. As macrófitas aquáticas removem nutrientes através da assimilação direta e fornecem substratos para microrganismos, como bactérias e fungos, que degradam compostos orgânicos solúveis (HATANO *et al.*, 1993). Entre os diversos sistemas existentes, as áreas alagadas apresentam as condições mais propícias para o estabelecimento da *desnitrificação*, processo este realizado por bactérias aeróbias que, na deficiência de oxigênio, utilizam uma via respiratória alternativa para oxidar a matéria orgânica a partir da redução de óxidos de nitrogênio (NO_3^- e NO_2^- , NO e N_2O), que resulta na formação de N_2 (nitrogênio) (ABE *et al.*, 2006).

Dessa forma, as áreas alagadas regulam o nitrato da biosfera e controlam o processo de eutrofização e a contaminação das águas dos ecossistemas adjacentes. A estimativa da capacidade de remoção de nitrogênio dos sedimentos de áreas alagadas fornece dados para a predição da capacidade tampão desses sistemas, que permitiram estabelecer valores funcionais e estratégias de manejo para esses ecossistemas (DUFF; TRISKA, 1990). O diagrama esquemático do funcionamento das áreas alagadas como sistemas tampão está na **Figura 18**.

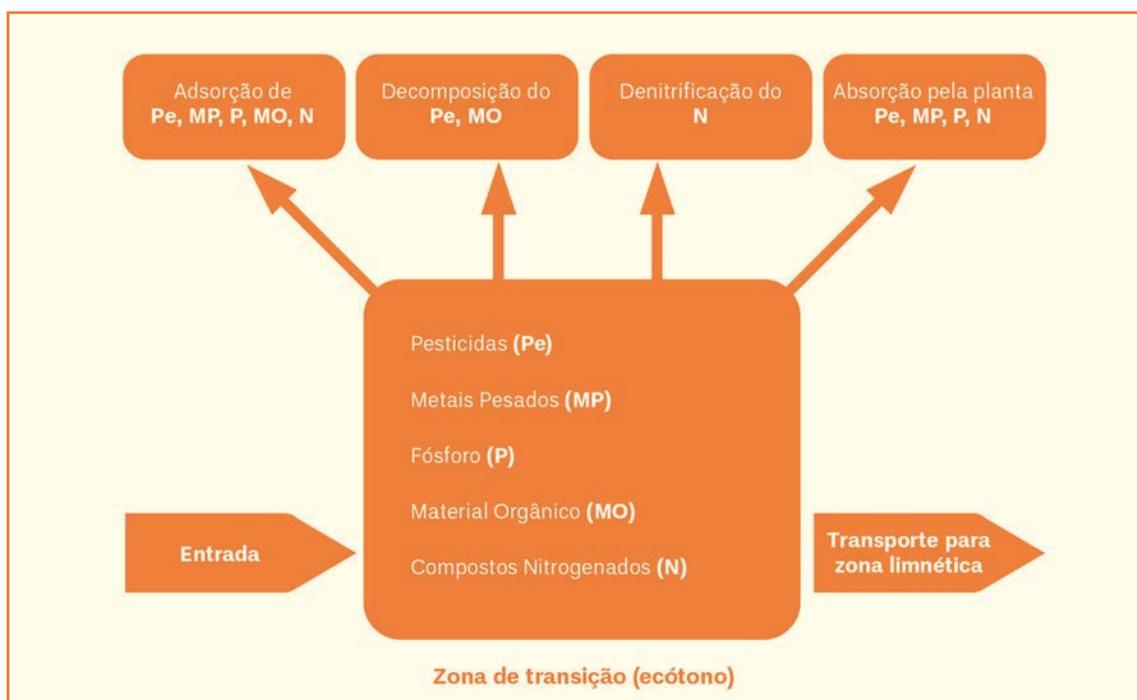


Figura 18 | Ciclagem biogeoquímica realizada pelas áreas alagadas; zona limnética ou água aberta: área mais central de um ecossistema aquático. Fonte: Jorgensen (2007).



Quadro 3 |
Estudo de caso:
Várzeas do sistema
Guarapiranga como
filtros de nutrientes.

Um dos serviços naturais de grande relevância exercido pelas áreas alagadas e várzeas é o processo de purificação das águas de rios e córregos eutrofizados que afluem para as represas de abastecimento. Essa situação é muito comum em represas cujas bacias estão densamente ocupadas, como no caso do sistema Guarapiranga de abastecimento. Os esgotos domésticos produzidos em ocupações irregulares no entorno das represas Guarapiranga e Billings são, em grande parte, lançados nos cursos de água que aportam cargas significativas de matéria orgânica, nutrientes e outros contaminantes nessas represas, trazendo consequências negativas como florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, crescimento excessivo de macrófitas aquáticas, mortalidade de peixes, entre outros impactos. Por outro lado, as áreas alagadas e várzeas nesses sistemas retêm grande parte das cargas, agindo como filtros naturais.

Em estudo realizado em 2004 na várzea do rio Parelheiros, um importante tributário da represa Guarapiranga, Abe *et al.* (2006) verificaram nítida diminuição do teor de nitrogênio da montante para a jusante da várzea (Figura 19). O rio Parelheiros recebe cargas muito elevadas de esgotos domésticos sem tratamento da região de Parelheiros, com cerca de 202 mil habitantes, e antes de desaguar na represa Guarapiranga, forma uma extensa várzea com área aproximada de 992.000 m². Na porção a montante, a várzea do rio Parelheiros recebe as águas transpostas do rio Parelheiros recebe as águas transpostas do braço Taquacetuba da represa Billings para regularização da vazão da represa Guarapiranga.

Na porção da várzea a jusante da saída da água transposta do braço Taquacetuba, denominada Jaceguava no estudo, os autores observaram concentrações de nitrogênio total dissolvido e de nitrogênio total na água acima da interface com o sedimento correspondentes a 3,14 e 3,21 mg/L, respectivamente, sendo que na porção a

jusante da várzea, próxima à foz na represa Guarapiranga, os valores foram correspondentes a 1,46 mg/L de nitrogênio total dissolvido e de 1,60 mg/L de nitrogênio total (Tabela 5). Ao considerar que as diferenças entre esses valores correspondem à quantidade de nitrogênio retida pela várzea, a capacidade de retenção de nitrogênio total dissolvido obtida foi correspondente a 54%, sendo que a capacidade de retenção de nitrogênio total foi correspondente a 50%. Portanto, a várzea do rio Parelheiros retém, aproximadamente, a metade do nitrogênio proveniente tanto do rio Parelheiros quanto da água transposta do braço Taquacetuba, que afluem para a represa Guarapiranga.

Em um estudo semelhante realizado por Andrade (2005) verificou-se que a várzea do rio Parelheiros possui, também, a capacidade de retenção de DBO (21%), cianobactérias (61%) e microcistinas (75%) provenientes do braço Taquacetuba da represa Billings, resultados esses que reforçam a importância dessa várzea na redução das cargas de contaminantes na represa Guarapiranga.

Caso fosse realizada a transposição tradicional das águas do braço Taquacetuba para a represa Guarapiranga, sem a utilização da várzea do rio Parelheiros, certamente as cargas de nitrogênio e de toxinas provenientes das florações de cianobactérias que ocorrem no braço Taquacetuba seriam, pelo menos, 50% superiores. A presença da várzea e seu funcionamento minimizam, portanto, o processo de eutrofização da represa Guarapiranga.

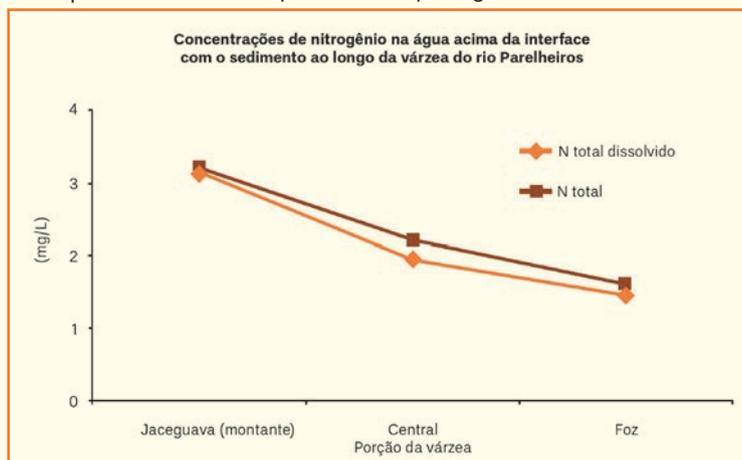


Figura 19 |
Concentração de nitrogênio total dissolvido e nitrogênio total ao longo da várzea do rio Parelheiros
Fonte: adaptado de Abe *et al.* (2006).

Local da Várzea	Nitrogênio total dissolvido		Nitrogênio total	
	mg/L	d.p.	mg/L	d.p.
Montante – Jaceguava	3,14	0,12	3,21	0,27
Porção central	1,96	0,08	2,21	0,03
Foz na Guarapiranga	1,46	0,09	1,60	0,11
Quantidade retida na várzea	1,68		1,61	
% retida na várzea	54%		50%	

Tabela 5 |
Quantidade (mg/L) de nitrogênio total dissolvido e de nitrogênio total retido ao longo da várzea do rio Parelheiros (d.p. desvio padrão).
Fonte: adaptado de Abe *et al.* (2006).

4 | ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ (BAT)

4.1 | Serviços de águas subterrâneas

As águas subterrâneas desempenham um importante papel social, econômico e ecológico, embora ainda desconhecido por boa parte dos tomadores de decisões (*stakeholders*) e técnicos responsáveis pelos recursos hídricos da BAT. São utilizadas largamente como recurso suplementar ao abastecimento público, grandemente baseado em fontes superficiais. A RMSP é uma das mais dependentes das águas subterrâneas no país, com extrações que superam 12 m³/s, em mais de 12 mil poços tubulares (HIRATA *et al.*, 2002).

Como integrante do ciclo hidrológico, a água subterrânea é fundamental para a manutenção dos fluxos de base de rios, sobretudo durante a estiagem, mantendo não somente a paisagem, mas também auxiliando na sustentação da vida de animais e plantas em áreas alagadiças e no próprio curso dos rios, bem como no transporte de sedimentos e na diluição de esgotos e efluentes o que contribui para os serviços de suporte e de regulação.

O entendimento das águas subterrâneas e sua interação com as cidades é também quase desconhecido. As cidades modificam completamente o ciclo hidrológico (FOSTER *et al.*, 2010), reduzindo a recarga natural pelo aumento da impermeabilização do terreno, mas incrementam a recarga antrópica devido às fugas das redes públicas de água, esgoto e galerias de água pluvial, ou mesmo da infiltração direta de fossas sépticas e negras. Obras de engenharia civil necessitam baixar os níveis freáticos para a construção de obras subterrâneas, algumas vezes permanentemente. Em contrapartida, o abandono de poços tubulares e o cessar da exploração subterrânea em uma dada região faz com que a recuperação dos níveis freáticos possa causar alagamento em garagens, nas linhas de metrô ou em outras obras subterrâneas que foram, no passado, construídas em zonas não saturadas. Alguns casos de subsidência de terreno (ou afundamento) associados à exploração de aquíferos são relatados na BAT, em áreas de estrutura cárstica, causando prejuízos econômicos importantes.

Os problemas antrópicos, advindos da falta de conhecimento das características físicas e químicas dos reservatórios de água subterrânea e da quase ausência no gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos têm se agravado nas últimas décadas. Eles são associados à superexploração ou à degradação da qualidade de suas águas, que geralmente apresenta excelente qualidade natural. A superexploração é aqui entendida como a extração da água subterrânea que cause um ou mais dos seguintes problemas: a) extração da água em quantidades ou intensidades além daquelas associadas à redução dos fluxos de base em rios; e b) problemas de equidade social, quando grandes usuários reduzem os níveis do aquífero pela extração, impossibilitando que pequenos usuários tenham água.

Assim, se de um lado os recursos subterrâneos são fundamentais para a vida na BAT e suas cidades, de outro, a atenção que tem merecido dos órgãos competentes está longe de acompanhar essa sua importância. As boas práticas de gestão das águas subterrâneas relacionam-se as respostas às seguintes perguntas: a) qual é a importância do recurso hídrico subterrâneo para a segurança no abastecimento na BAT? b) quanto de água pode ser explorada dos aquíferos de forma sustentável? c) quais são os riscos associados à degradação da qualidade da água subterrânea? d) o que pode ser feito para proteger as águas subterrâneas? Essas e outras questões serão discutidas aqui.

4.2 | A importância do recurso hídrico subterrâneo para a segurança hídrica do abastecimento na BAT

Não é exagero dizer que a segurança hídrica da BAT depende de 12 mil poços, muitos dos quais ilegais! Muito embora as águas subterrâneas atendam apenas 16% da demanda total por água, sendo o sistema público responsável por 79 m³/s, o problema é que, caso haja perdas do recurso subterrâneo, as concessionárias hoje não têm como suprir essa demanda adicional sem investimentos bilionários e, em longo prazo, trazendo água de outras bacias hidrográficas. Dos 12 mil privados, apenas 30% encontram-se legalizados (HIRATA *et al.*, 2002), ou seja, possuem licença de exploração, como preconizam a Lei Estadual nº 6.134/1988 (SÃO PAULO, 1988) e o Decreto Estadual nº 32.955/ 1991



(SÃO PAULO, 1991). Como a maior parte dos usuários privados de água subterrânea está conectada à rede pública, abandono dos poços fará com que eles migrem para esta, inviabilizando-a e até colapsando-a.

4.3 | Os limites da exploração dos aquíferos da BAT

Há dois componentes que devem ser analisados quando se avalia a exploração potencial de um aquífero: a vazão individual do poço – que é o máximo que aquela obra de captação pode extrair – e o volume total do aquífero (ou parte dele) associado à sustentabilidade da exploração. O primeiro está relacionado à hidrogeologia local

(onde está o poço) e às características construtivas da própria captação. Já o segundo, às características de recarga do aquífero, às interferências causadas pela alta densidade de poços existentes em uma mesma área e às funções ecológicas das descargas subterrâneas aos rios.

A BAT é uma unidade hidrológica cujo substrato engloba duas grandes unidades geológicas, os sedimentos terciários da bacia sedimentar de São Paulo, que afloram em 1.452 km² e se sobrepõem às rochas pré-cambrianas (mais antigas que 542 milhões de anos) do embasamento cristalino, aflorantes em 4.323 km². Nesse contexto geológico definem-se: o Sistema Aquífero Sedimentar (SAS) e o Sistema Aquífero Fraturado (SAF) (**Figuras 20 e 21**).

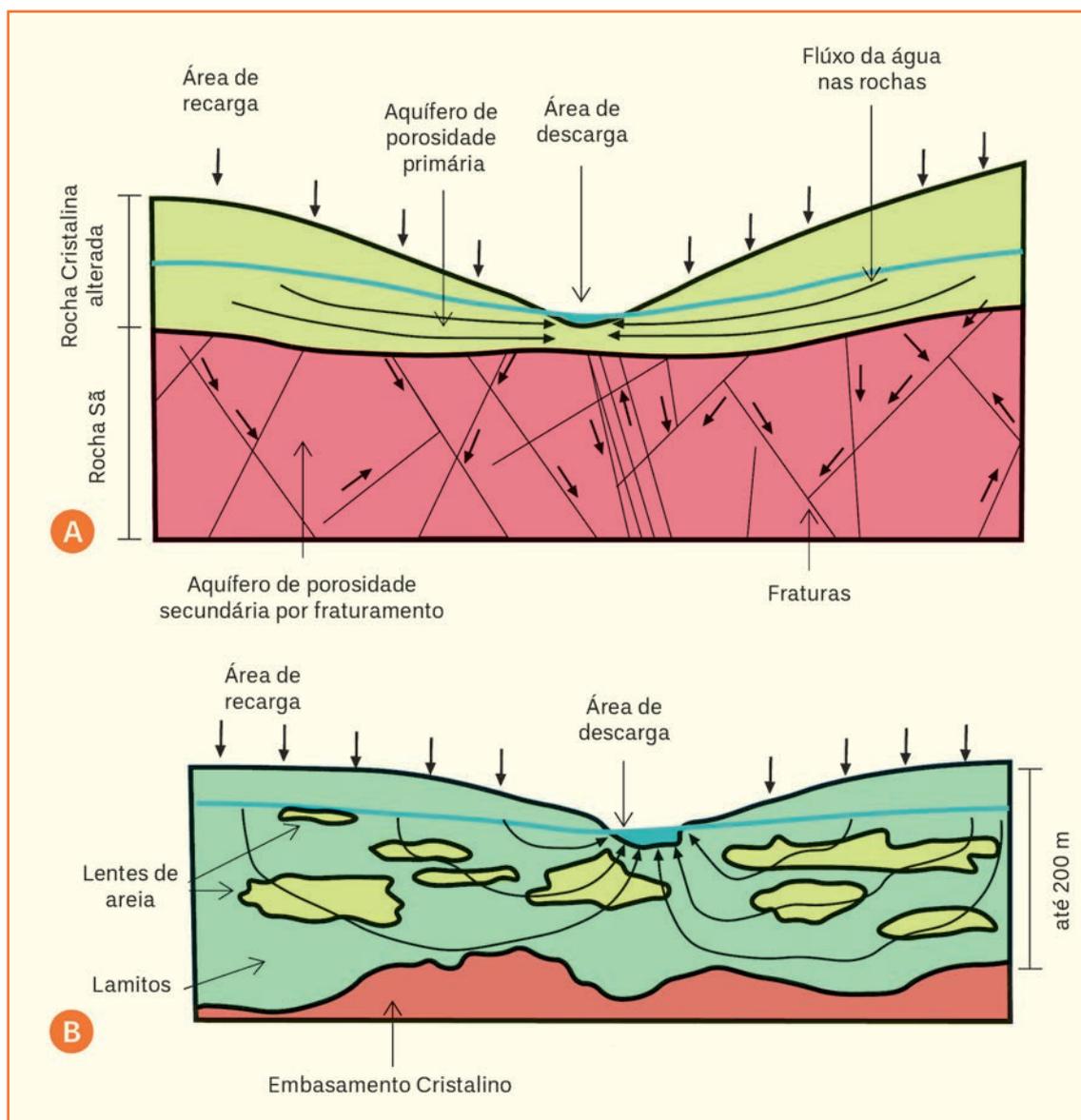
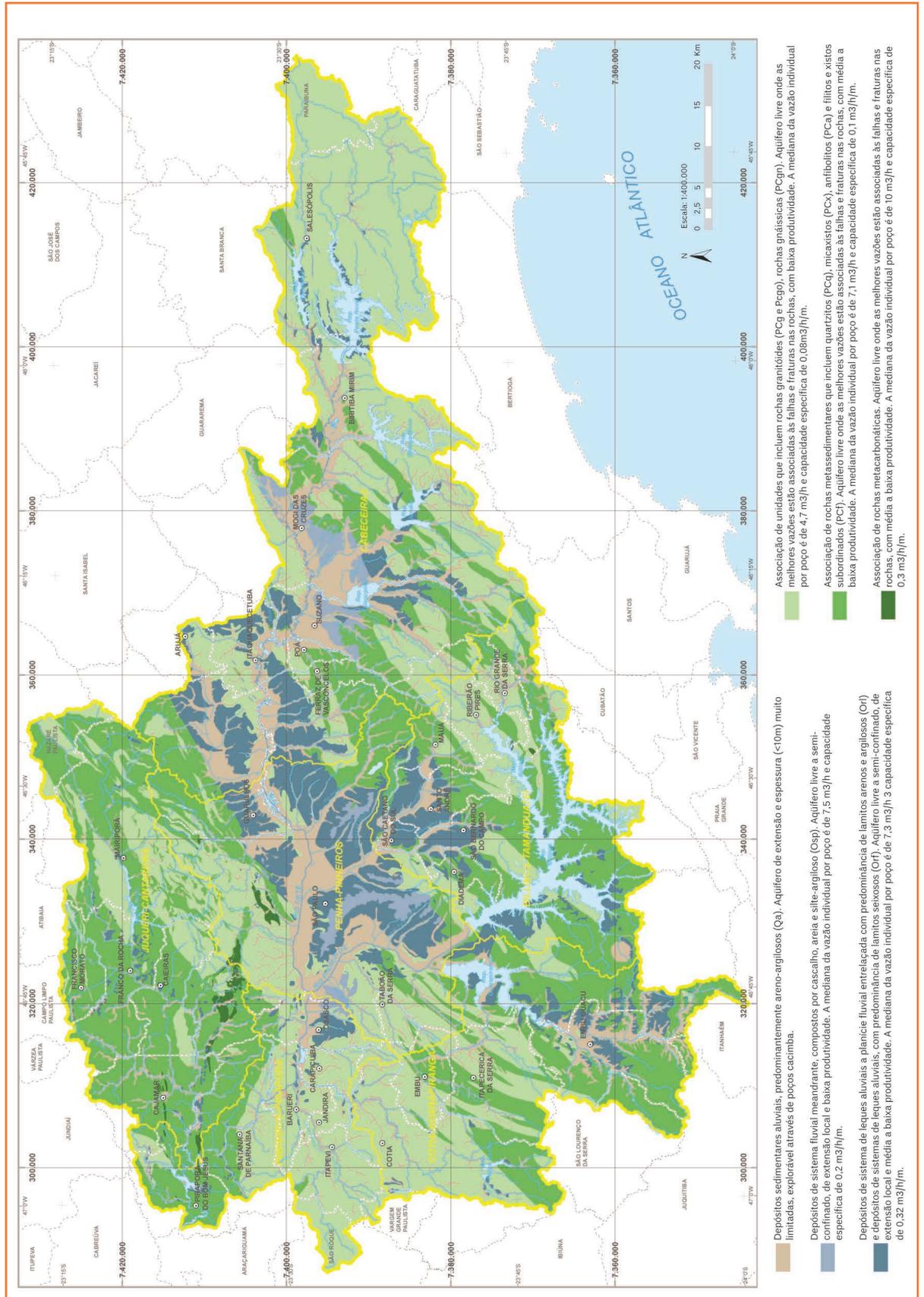


Figura 20 | Modelos conceituais de circulação de água nos sistemas aquíferos: Cristalino (A); e Sedimentar (B). Fonte: Hirata; Ferreira (2001).

Figura 21 | Mapa hidrológico da bacia do Alto Tietê. Fontes: FUSP (2009). Mapa: Emplasa (2002). Mapa de uso e ocupação do solo. Hirata, R; Silva, W. (1999). Mapa das Unidades Aquíferas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. LIG-IGC-USP. Macedo, A.B. (coord.) 1988. Banco de dados espaciais da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. São Paulo, FEHIDRO-DAEE.





O SAF ocupa 75% da BAT, com águas que circulam por descontinuidades da rocha (fraturas e falhas), é de caráter livre, semilivre, algumas vezes confinado pelos sedimentos sobrepostos, fortemente heterogêneo e anisotrópico. Apresenta vazão média de 11,7 m³/h por poços, embora se reconheçam produções diferenciadas, segundo o tipo de litologia (Tabela 6).

O SAS, embora recobrindo apenas 25% da área da bacia hidrográfica, é o mais intensamente explorado, é livre a semiconfinado e bastante heterogêneo. No SAS foi possível identificar duas unidades de acordo com a geologia (Figura 21): aquelas associadas à Formação São Paulo e à Formação Resende (Tabela 7). As formações neocenoicas, Tremembé e Itaquaquetuba, e os sedimentos quaternários aluvionares não definem unidades aquíferas devido à sua pequena expressão em área. No SAS, as maiores produtividades estão associadas às áreas de maior espessura saturada e predominância da Formação Resende em relação à Formação São Paulo. As vazões médias por poços nessas formações são de 11,6 e 8,6 m³/h, respectivamente.

O volume máximo que pode ser extraído de um aquífero está intimamente associado: a) à recarga, ou seja, à quantidade de água que

ingressa no aquífero, naturalmente ou artificialmente, ao longo do tempo; b) às interferências que os poços provocam no aquífero; c) à manutenção dos fluxos de base em corpos de água superficial, sejam rios, lagos e reservatórios; e d) à indução de água de baixa qualidade pela mudança das direções de fluxo devido ao bombeamento.

Uma exploração sustentável será uma fração do volume que corresponde à recarga do aquífero. Extrações superiores a esse valor podem, a longo prazo, exaurir o aquífero. Mas, por um lado, mesmo quando as vazões totais extraídas estão dentro desse limite em uma dada bacia, a potencialidade do aquífero estará também associada à densidade de poços existentes na área. Por outro lado, é importante ressaltar também que as recargas variam a longo prazo, com a exploração e com as mudanças dos regimes hídricos e da ocupação do terreno, sobretudo quando se avizinham os problemas associados a mudanças climáticas. Qualquer extração de um poço cria um cone de rebaixamento, poços muito próximos farão com que os cones individuais de cada poço se sobreponham, criando rebaixamentos localizados, muitas vezes insustentáveis ao aquífero (Figura 22). Portanto, a boa exploração do

Sistema Aquífero	Aquífero	Unidade geológica	Nº poços estudados	Profundidade média dos poços (m)	Vazão média (m ³ /h)	Vazão mediana (m ³ /h)	Capacidade específica (m ³ /h m)		
							Média	Mediana	Desvio padrão
Sedimentar	São Paulo	Osp	58	156	8,6	7,5	0,3	0,2	0,5
	Resende	Orl	196	156	11,6	7,0	0,7	0,3	0,9
	Resende	Orf	7	183	17,3	16,5	1,1	0,9	1,1
Fraturado	Rochas Granitoides	PCg	88	202	7,6	3,5	0,2	0,04	0,5
		PCgo	209	204	8,3	5,0	0,2	0,1	0,3
		PCgn	6	168	16,5	12,6	0,4	0,2	0,4
	Rochas Metassedimentares	PCq	35	198	9,6	7,0	0,2	0,1	0,4
		PCa	11	137	10	8,0	0,5	0,1	0,8
		PCf	17	166	10,8	8,0	0,3	0,1	0,5
		PCx	200	188	12,1	7,0	0,4	0,1	0,8
	Rochas Metacarbonáticas	PCc	6	117	18,9	10,0	1,8	0,3	2,9

Tabela 6 | Potencial hídrico subterrâneo da bacia do Alto Tietê. Fonte: elaboração própria.

Nota: Osp – Predominantemente camadas de areia e cascalho; Orl – Predominância de lamito arenoso a argiloso com seixos; Orf – Predominância de lamito com seixos e subordinadamente lamito arenoso; PCg – Rochas granitoides predominantemente maciças de granulação variada; PCgo – Rochas granitoides orientadas e/ou foliadas, de granulação variada, incluindo porções gnáissicas, migmatíticas e blastomiloníticas associadas; PCgn – Rochas predominantemente gnáissicas, incluindo, porções locais de rochas granitoides orientadas, xistos feldspatizados e milonitos diversos subordinados; PCq – Predominância de quartzitos, com ocorrências subordinadas de metassilitos e xistos; PCa – An-fibrolitos; PCf – Predominância de filitos ocorrendo subordinadamente xistos; PCx – Predominância de micaxistos, com quartzitos e metassilitos subordinados, localmente feldspatizados; PCc – Rochas metacarbonáticas.

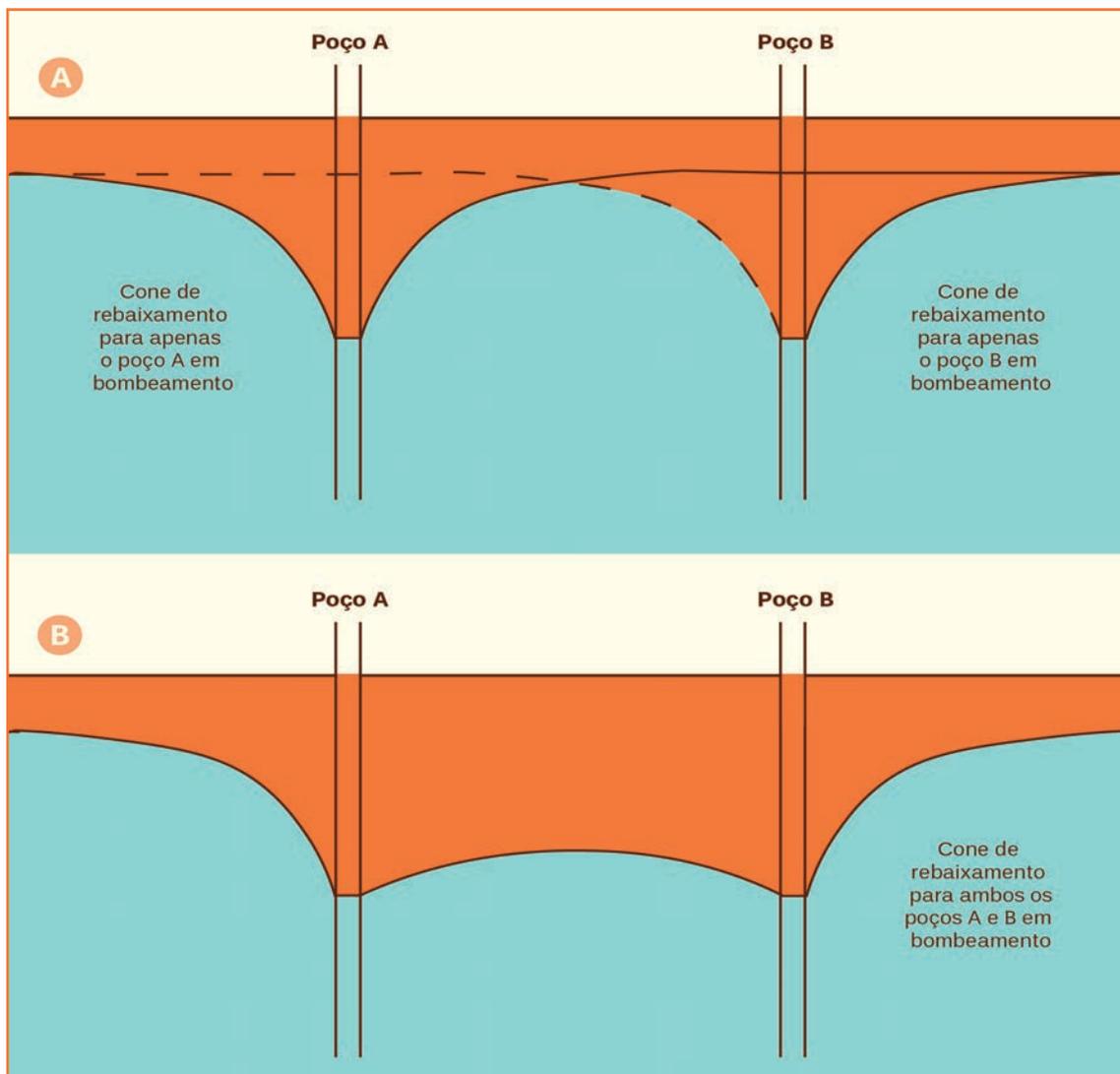


Figura 22 | Rebaixamento do nível de água causada pelo bombeamento de um poço (A) e de dois poços com interferência (B).

aquífero passa por considerar tanto a recarga, como também os volumes extraídos de água pelo novo poço, compatibilizando-os às obras existentes ao seu redor, ou seja, não permitindo que os poços novos interfiram (criem cones de rebaixamento demasiadamente profundos) nos poços existentes. Quedas pronunciadas nos níveis aquíferos podem redundar em maiores custos da extração de água, pela necessidade de maiores gastos de energia elétrica, aprofundamento de poços e perdas de poços que secam. Esses problemas são chamados genericamente de superexploração.

Há grande dificuldade em estimar a recarga em áreas altamente urbanizadas, como as encontradas na BAT, pois quase não há dados de campo. Os poucos estudos existentes mostram taxas de recarga globais aplicadas a toda a bacia, não caracterizando regiões dentro da

mesma. Estudos conduzidos por Hirata e Ferreira (2001) que utilizaram os dados de estudos anteriores (DAEE, 1975; ROCHA *et al.*, 1989; SABESP *et al.* 1994, IRITANI, 1993; MENEGASSE-VELASQUEZ, 1996) estimaram uma recarga de 498 mm³/ano (15,8 m³/s), que representaria a soma das perdas físicas de água (19,7% do total distribuído) e de esgoto (5% do total escoado), mais a recarga natural em áreas urbanizadas de 150 mm/ano (0,15 mm³/km² ano). Nas áreas onde não há rede de esgoto, entende-se que as águas servidas são infiltradas no solo, através de fossas sépticas e negras.

Em outra abordagem, o Laboratório de Modelos Físicos (LAMO) do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (CEPAS) do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), a partir da demanda do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, iniciou uma



avaliação da recarga urbana. Esses estudos têm resultado em melhor precisão na avaliação da recarga e da proporção da recarga esperada por fontes naturais e antrópicas, ou seja, aquelas advindas das fugas das redes de água e esgoto. A partir de estudos isotópicos, foi verificado que a recarga da área do centro expandido da cidade de São Paulo consiste em uma proporção de 45-60% de águas da fuga da rede pública de água e esgoto e, o restante (40-55%), de águas da recarga natural (DIAS *et al.*, 2005). Em outro estudo, Viviani-Lima (2007) calculou a recarga de duas localidades na cidade de São Paulo; uma, a Vila Eutália, uma pequena sub-bacia na zona leste, com ocupação típica residencial de classe média e outra, a cidade universitária da USP, uma área de baixa densidade ocupacional, com maior cobertura vegetal. As recargas foram de 437 mm/ano e de 311 mm/ano, respectivamente. Esses valores foram posteriormente corroborados através da aplicação de outras técnicas por Martins (2008).

Assim, a partir desses cálculos, foi possível estabelecer que as recargas totais da BAT são de 69 m³/s. Muito embora essa vazão seja superior ao explorado atualmente, há várias sub-bacias onde os volumes extraídos já superam aqueles considerados como seguros, indicando problemas de superexploração (Tabela 7).

4.4 | Os riscos associados à qualidade da água subterrânea

As águas subterrâneas dos sistemas aquíferos da BAT apresentam, geralmente, boa qualidade natural, com atendimento aos padrões de potabilidade vigentes. São águas não duras, de baixa salinidade e classificadas como bicarbonatadas sódicas e potássicas (SAS) e bicarbonatadas cálcicas e sódicas (SAF), típicas de ambientes pouco reativos e de pequeno tempo de trânsito, ou seja, águas jovens. Restritamente, há relatos de águas sulfatadas em porções rasas do aquífero, provavelmente associadas às emissões atmosféricas de veículos e indústrias, entretanto, nada que restrinja o seu uso.

Não há muitos estudos prévios que apontem para problemas de contaminação natural das águas ocasionado pela dissolução de rocha ou sedimento. Recentemente, um projeto de pesquisa coordenado por integrantes do LAMO investigou concentrações anômalas de flúor (até 10 mg/L) em poços tubulares profundos na BAT e concluiu que a origem é da própria rocha pré-cambriana. Há relatos pontuais, com maior ocorrência em aquíferos sedimentares de concentrações anômalas de ferro e manganês, que inclusive se associam à turbidez de suas águas (DAEE, 1975).

Muito embora a vulnerabilidade de aquíferos à poluição (Figura 23) nunca tenha

Sub-bacia	Vazão explorada (m ³ /s) ¹	Reservas explotáveis (m ³ /s) ²	Comprometimento da reserva explotável (%)	Densidade das captações subterrâneas ³	Probabilidade de problemas de superexploração ³
Penha-Pinheiros	5,0	5,6	89%
Billings-Tamanduateí	1,7	5,0	35%
Jusante Pinheiros-Pirapora	1,6	3,2	50%
Cabeceiras	1,1	10,9	10%	..	.
Cotia-Guarapiranga	0,8	5,0	15%	.	.
Juqueri-Cantareira	0,9	4,9	18%	.	.
Total	11,1	34,5	32%	-	-

Tabela 7 | Disponibilidade hídrica subterrânea para as sub-bacias da BAT. Fonte: Elaboração própria.

Nota: ¹ Vazão explorada estimada para um universo de 8000 poços, com captação contínua de 120 m³/dia. ² Reservas explotáveis = 50% da recarga. ³ Alta, ... Alta-Moderada, .. Moderada, . Baixa (baseada no comprometimento da reserva explotável)



informações sobre casos de poluição de solos e aquíferos ainda sejam bastante restritas, motivadas por denúncias e por investigações de detalhe em atividades específicas, geralmente dirigidas aos empreendimentos industriais, à disposição incorreta de resíduos sólidos e aos postos de combustíveis e serviços, é importante salientar que o Estado tem procedimentos claros de identificação e manejo das áreas comprovadamente contaminadas. Entretanto, a pequena equipe que analisa os estudos de contaminação é ainda um impedimento que limita a identificação de todas as áreas que oferecem risco à população na BAT.

A responsabilidade da averiguação e do acompanhamento da qualidade da água extraída de poços é do usuário. Infelizmente, o que se nota é o pouco conhecimento dessas pessoas sobre a manutenção do poço, o que redundará na falta de análise física, química e bacteriológica inicial e periódica das águas. Raramente, no elenco de parâmetros, analisam-se metais pesados e, quase nunca, compostos orgânicos sintéticos ou mesmo produtos associados a combustíveis fósseis, sendo

estes dois últimos de ocorrência comum em aquíferos de zonas urbanizadas e industriais.

Outro grave problema que afeta sistematicamente as cidades é a contaminação por nitrato advindo de efluentes residenciais, sobretudo em áreas não esgotadas por rede pública. Adicionalmente, estudos conduzidos pelo LAMO têm mostrado que, mesmo em áreas onde a rede de esgoto já existe há mais de 30 anos, a contaminação por nitrato nas porções mais rasas do aquífero é fato bastante comum. Essa contaminação é atribuída a fugas da rede de esgoto, que não recebe manutenção adequada.

Dessa forma, é preocupante a situação a que se expõem os usuários das águas subterrâneas na BAT. Há sérios riscos à saúde humana, pelo consumo de água de baixa qualidade microbiológica e química, acobertado pelo desconhecimento de sua qualidade.

Uma avaliação da contaminação antrópica potencial a que estão sujeitos os aquíferos foi desenvolvida a partir de um mapa de vulnerabilidade dos aquíferos da BAT, mostrando áreas mais susceptíveis que outras à atividade antrópica (**Tabela 8**). Essa avaliação, conjuntamente

Aquífero	Zona Não Saturada	Vulnerabilidade Intrínseca	Valor da Água		Classificação da Vulnerabilidade
			Importância do recurso ¹	Potencialidade Hídrica ²	
Unidade Neo-Cenozoica Livre, porosidade primária e pouca espessura	Predominantemente arenos-argilosas, subordinadamente com intercalações de cascalhos	... Alta	... Baixa	... Baixa	Alta vulnerabilidade (só para captações rasas)
Aquífero de Rochas Metacarbonáticas Livre e fraturado	Alteração de rochas metacarbonáticas e suas correspondentes sãs em profundidade	... Alta	... Baixa	... Média	Alta vulnerabilidade
Aquífero Resende Livre a semiconfinado, porosidade primária	Predominância de lamitos arenosos a argilosos c/ seixos e intercalações de até 1 m de areias e cascalhos	... Alta-média	... Alta	... Média	Média vulnerabilidade
Aquífero São Paulo Livre a semiconfinado, porosidade primária	Predominância de camadas de cascalhos e areias	... Alta-média	... Média	... Alta	Média vulnerabilidade
Aquífero de Rochas Metassedimentares Livre e fraturado	Alteração de rochas metassedimentares, incluindo quartzitos, xistos, metassiltitos, e suas correspondentes sãs em profundidade	... Média	... Média	... Média	Média vulnerabilidade quando o manto de alteração for espesso (>20 m), caso contrário, alta
Aquífero de Rochas Granitoides Livre e fraturado	Alteração de rochas ígneas e metamórficas, incluindo granitos, gnaisses e suas correspondentes sãs em profundidade	... Média	... Alta	... Baixa	Média a baixa vulnerabilidade quando o manto de alteração for espesso (>20 m), caso contrário, alta

Tabela 8 | Índices de vulnerabilidade à contaminação das unidades hidrogeológicas da BAT. Fonte: Elaboração própria.

Nota: → · Maior para menor influência na elevação do índice de vulnerabilidade de aquífero. ¹ Importância do recurso: dependência relativa do usuário de água subterrânea em cada aquífero. ² Potencialidade: disponibilidade relativa de água para extração em cada aquífero.

com a classificação de cargas contaminantes potenciais, permitiu mostrar os perigos a que cada sub-bacia está sujeita (**Tabela 9**).

4.5 | A proteção das águas subterrâneas

Problemas sérios de rebaixamento acentuado dos níveis aquíferos, que ocasionam a perda das reservas têm sido reportados nos últimos anos em algumas sub-bacias da BAT, sobretudo nas regiões centro-leste, centro-norte e sudoeste da cidade de São Paulo. Conflitos entre usuários, pela forte interferência entre poços próximos bombeando o mesmo aquífero têm sido registrados e suas ocorrências são cada vez mais frequentes. Por outro, a falta de controle do uso da terra que vise à proteção das águas subterrâneas, associada a lançamentos e a deposições incorretas de efluentes líquidos e de resíduos sólidos têm causado a contaminação das porções mais superficiais do aquífero. Diante desses problemas, são necessárias ações imediatas e estratégicas, com o desenvolvimento de um programa de proteção das águas subterrâneas que deve ser considerado como parte integrante do plano de recursos hídricos da BAT, conforme os seguintes princípios norteadores:

- a) detalhamento das reais capacidades dos aquíferos em prover o abastecimento privado de forma integrada e conjunta ao abastecimento público, baseado no recurso hídrico superficial;
- b) avaliação de áreas de maior perigo de perda do recurso hídrico subterrâneo devido à contaminação;
- c) fortalecimento das instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos subterrâneos, para que

possam atuar nas ações listadas nos itens “a” e “b”, integrando as águas subterrâneas a outros recursos e permitindo a sua interação orgânica com outros atores da área do planejamento territorial e do ambiente;

- d) criação de um manejo adaptativo. Dada a grande incerteza associada às condições envolvendo as águas subterrâneas, é amplamente desejável uma estratégia adaptativa para a gestão dos recursos baseada em um contínuo monitoramento dos problemas associados à exploração, incluindo a queda dos níveis de água a partir de redes de poços de monitoramento, e ao aumento das tendências de degradação na qualidade, sobretudo utilizando indicadores, como nitrato e salinidade, ou informações de casos de contaminação;
- e) estabelecimento de estratégias de gestão que visem aumentar a segurança do abastecimento público, através do incentivo à exploração responsável das águas subterrâneas por usuários privados, com vistas a: 1) maximizar os benefícios dos investimentos privados, enquanto se tenta minimizar os riscos associados; e 2) legalizar (regularizar) os poços de produção privados de maiores extrações destinados ao abastecimento de propriedades multirresidenciais, hotéis, comércio e indústria. Então, uma avaliação de risco balanceada entre as práticas de uso de poços privados é um pré-requisito para o desenvolvimento de uma política sustentável para a BAT.

Sub-bacia	Porcentagem da área ocupada por indústria, aterro sanitário e lixões ¹	Porcentagem de áreas contaminadas ²	Carga de contaminação potencial às águas subterrâneas ³
Penha-Pinheiros	7%	58%
Billings-Tamanduateí	6%	23%
Jusante Pinheiros-Pirapora	5%	9%	...
Cabeceiras	3%	6%	..
Cotia-Guarapiranga	1%	3%	.
Juqueri-Cantareira	1%	1%	.
Total	3%	100%	-

Nota: ¹ Área industrial, aterros sanitários e lixões / Área total da sub-bacia. Fonte: Emplasa (2002). ² CETESB (2006). ³ Alta, ... Alta-Moderada, .. Moderada, . Baixa (baseado no índice de ocupação industrial).

Tabela 9 |
Carga de contaminação potencial às águas subterrâneas nas sub-bacias da BAT.



5 | MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E SERVIÇOS DE PROVISÃO DE ÁGUA

Não se pode mais negar que a temperatura da Terra está mudando e que a velocidade dessa mudança é preocupante. Os resultados disponibilizados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Changes* (IPCC), indicam que, no período 1900-2100, a temperatura global do Planeta poderá subir de 1,4 a 5,8°C, isto é, um aquecimento mais rápido do que o observado em todo o século 20, atingindo valores que, aparentemente, não têm precedente nos últimos 10.000 anos (MARENGO; SILVA-DIAS, 2006).

Os riscos derivados das mudanças climáticas, sejam de origem natural ou antropogênica, têm gerado grande preocupação nos círculos científicos e do governo, sendo o setor de recursos hídricos um dos mais impactados, afetando tanto a qualidade quanto a quantidade de água (MARENGO; TOMASELLA; NOBRE, 2010). O aumento de temperatura tem efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico com alteração dos montantes pluviométricos, sua distribuição temporal e espacial, o que leva a uma maior frequência de secas e enchentes e afeta processos hidrológicos, como os de escoamento e infiltração (MARENGO, TOMASELLA; NOBRE, 2010).

Análise de registros de chuva durante os últimos 50 anos mostram que eventos extremos de chuva são cada vez mais frequentes e intensos e que projeções de modelos globais e regionais para o futuro sugerem que essa tendência pode continuar e se intensificar. Segundo Marengo; Tomasella; Nobre (2010), o Brasil também é vulnerável às mudanças climáticas que se projetam para o futuro, especialmente quanto aos extremos climáticos. Todavia, a maior quantidade de informação sobre os impactos das mudanças climáticas no país provém das projeções da elevação da temperatura sobre as plantações agrícolas isto é, sobre as espécies de uso direto pelo homem, bem como sobre os impactos ligados à hidroeletricidade. Muito pouco ainda se sabe sobre os efeitos de tais mudanças sobre as águas continentais.

O comportamento climático na área da RMSP vem sendo substancialmente alterado

pela expansão urbana. Estudos feitos na RBCV por Pereira-Filho; Santos; Xavier (2007) mostram que houve, entre 1936 e 2005, um aumento da quantidade de precipitação na ordem de 395 mm e da temperatura média anual na ordem de 2,1°C. Essa elevação de temperatura é ainda maior do que a registrada na América Central e na América do Sul (1°C) que, por sua vez, é superior à média mundial de 0,74°C (MAGRIN *et al.*, 2007), o que indica que tais alterações podem ser ainda mais impactantes nos grandes centros urbanos, a exemplo da RMSP.

5.1 | Efeitos sobre a qualidade da água

Há fortes indícios de que as mudanças climáticas estejam intensificando a degradação dos ecossistemas aquáticos, uma vez que as precipitações mais elevadas e intensas aumentam o escoamento de contaminantes e nutrientes (cargas difusas), o que pode tornar os ecossistemas impróprios para uso ou para manutenção da vida aquática.

Alguns resultados têm gerado grande preocupação, uma vez que o aquecimento global tem intensificado os efeitos da eutrofização. Estudos comparativos de lagos da região temperada apontam para as seguintes tendências sobre a alteração da qualidade desses lagos sob efeito das mudanças climáticas globais, principalmente, as relacionadas com o aquecimento: 1) aumento da carga externa de nutrientes (aumento da precipitação líquida e, principalmente, intensificação dos eventos extremos de chuva, o que leva ao maior escoamento superficial de nutrientes e ao impacto por fontes difusas); 2) aumento da temperatura da água superficial, levando à maior estabilidade da coluna da água, acompanhada da diminuição do teor de oxigênio no fundo e do consequente aumento do processo de liberação de fósforo a partir dos sedimentos de lagos/reservas; 3) ambos os aspectos antes citados contribuíram para a aceleração do processo da eutrofização; 4) maior risco de dominância de cianobactérias e de florações mais duradouras, bem como da formação de densos bancos de macrófitas flutuantes; 5) diminuição da transparência da água provocada tanto pelo aumento da biomassa de

algas quanto pela diminuição da capacidade das plantas submersas de manterem as condições de águas claras do ecossistema; e 6) mudanças na cadeia trófica, propiciando condições para passagem para a condição de águas turvas.

Todos esses fatores apontam para uma maior probabilidade dos lagos temperados do hemisfério Norte se assemelharem mais aos de regiões tropicais/subtropicais, no sentido de se tornarem mais vulneráveis à eutrofização e passarem para a condição de águas turvas. Apesar da relativa pouca base de dados para ambientes tropicais/subtropicais, estudos de casos isolados sinalizam para uma maior dificuldade na recuperação de ambientes eutróficos situados nas zonas mais quentes do globo e antecipam a intensificação dos problemas associados à eutrofização com o aquecimento global (BICUDO; BICUDO, 2008; JEPPENSEN *et al.*, 2014).

5.2 | Eutrofização e gases de efeito estufa

Estudos realizados em reservatórios do Brasil demonstraram que a emissão para a atmosfera de gases de efeito estufa está diretamente relacionada com o aumento da eutrofização (ABE *et al.*, 2009). O aumento da produção da biomassa na coluna de água promovido pelo aumento das cargas de nutrientes em reservatórios resulta no acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos, pelo afundamento dos organismos mortos e das partículas fecais. A matéria orgânica acumulada nos sedimentos possibilita uma intensa ciclagem de carbono, nitrogênio e fósforo, mediada por microrganismos que, em última instância, resultam na produção, acúmulo e emissão de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), bem como no consumo de oxigênio (O_2), o que torna o ambiente deficiente em O_2 ou até anóxico. As condições de deficiência de oxigênio e mesmo de anoxia no sedimento e no hipolimnion favorecem a produção de CH_4 e de N_2O , respectivamente, os quais apresentam elevados potenciais de aquecimento na atmosfera (IPCC, 2007).

Nos reservatórios do médio rio Tietê, no estado de São Paulo, Abe *et al.* (2009) realizaram um estudo para verificar a influência do

estado trófico dos reservatórios sobre a emissão de gases de efeito estufa na interface água – ar. Tendo em conta que os reservatórios do médio Tietê, dispostos em cascata, apresentam um gradiente decrescente de eutrofização, os autores verificaram que os fluxos máximos de CH_4 , CO_2 e N_2O foram medidos no reservatório de Barra Bonita (sistema mais eutrofizado) e os menores fluxos no reservatório de Promissão (oligotrófico-mesotrófico). Como consequência, os fluxos difusivos de CH_4 e N_2O apresentaram alta correlação com as concentrações de nitrogênio total e de fósforo total nos diferentes reservatórios, confirmando o fato de que as taxas de emissão desses gases estão diretamente relacionadas com o grau de eutrofização do sistema. Portanto, é possível que algumas das represas localizadas na RBCV que estão em estágios avançados de eutrofização, como Billings, Guarapiranga e Isolina, entre outras, contribuam com elevadas taxas de emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera e, consequentemente, agravem o processo de aquecimento global.

5.3 | Efeitos sobre a quantidade de água

As mudanças climáticas globais têm provocado episódios tanto de falta quanto de excesso de água. A água já é escassa em muitas partes do Planeta, situação esta agravada pela pressão crescente da agricultura, do aumento demográfico, da urbanização e da mudança do padrão de consumo desse recurso. Tal escassez deverá se tornar ainda mais globalizada com o avanço inevitável das mudanças climáticas. A falta de água para a agricultura e para as necessidades humanas básicas ameaça as pessoas de todas as partes do mundo. Particularmente no âmbito da RBCV, essa relação entre provisão de água para agricultura e eventos climáticos foi detalhada em decorrência da crise hídrica de 2013-2015 (SABESP, 2015; COUTINHO; KRAENKEL; PRADO, 2015; VICTOR *et al.*, 2018).

Dentre os problemas relacionados com fortes chuvas está a intensificação dos processos de erosão, que contribuem para o assoreamento de rios e reservatórios, que potencializam as inundações. No capítulo sobre *Controle de processos geoidrológicos de erosão, escorregamentos, assoreamentos e inundações*,



os autores destacam que os municípios da RBCV mais afetados por esse problema são os situados na periferia da RMSP, muitos dos quais situados em áreas de mananciais.

Adicionalmente, as mudanças climáticas afetarão o armazenamento de água no solo e, portanto, a recarga dos aquíferos. Assim, é de se esperar que as mudanças climáticas afetem os níveis dos aquíferos, o que tem consequência não apenas no abastecimento humano, mas também na capacidade de regularização dos grandes rios, com influência em todos os usos da água ou mesmo indiretamente, em atividades como a construção civil e a mineração (MARENCO; TOMASELLA; NOBRE, 2010).

Segundo Hirata e Conicelli (2011), os impactos que as mudanças climáticas exercerão nas águas subterrâneas serão, possivelmente: 1) diretos: alteração na recarga dos aquíferos, pela variação nos regimes de precipitação e evapotranspiração, em intensidade e/ou frequência; e 2) indiretos: maior demanda sobre os aquíferos pelo usuário público e privado devido à diminuição da disponibilidade de recurso hídrico superficial, dada a diminuição do nível dos reservatórios e da vazão dos rios. Particularmente no Brasil, os impactos esperados pelas mudanças climáticas na recarga de aquíferos mostram que as regiões Norte e Nordeste serão aquelas mais afetadas negativamente pela redução do excedente hídrico, em até 30 a 70% e até mais de 70%, respectivamente (comparado com valores de 2010). Já nas regiões Sul e Sudeste, espera-se que a recarga aumente ou se mantenha em 30% e até 100% em algumas áreas mais restritas. Esses dados são interpretações de Döll e Flöke (2005), baseados no modelo HadCM3 (*Handley Centre Coupled Model*), desenvolvido na Inglaterra, que considera a circulação oceano – atmosfera no globo, a partir do recorte regional de Hirata e Conicelli (2011).

Sendo assim, o impacto das mudanças climáticas sobre as águas é multifacetado e integrado. Além do mais, não pode ser tratado isoladamente dos usos atuais desse recurso. Mas, certamente, tais mudanças poderão amplificar e acentuar todos os problemas antes assinalados. Assim, ações para adaptação e mitigação dos impactos são absolutamente urgentes.

Além disso, a gestão dos recursos hídricos deverá considerar as projeções das mudanças climáticas globais e de suas incertezas na implementação de políticas públicas (MARENCO; TOMASELLA; NOBRE, 2010). Finalmente, conforme esses autores, evidências científicas apontam para o fato de que as mudanças climáticas representam um sério risco para os recursos hídricos no Brasil. Nesse sentido, não é difícil antever a vulnerabilidade dos recursos hídricos da RBCV diante dos impactos esperados com as mudanças climáticas globais.

6 | POLÍTICA DE PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DOS MANANCIAIS: CASO GUARAPIRANGA E BILLINGS

A busca por soluções para atendimento do abastecimento de água da população é, há muito tempo, objeto de preocupação nos órgãos públicos vinculados à questão sanitária e de saúde pública em São Paulo e, atualmente, na RMSP. Diante do quadro de escassez hídrica nessa região, acentuado pela perda de qualidade da água em função do descarte de efluentes resultantes do crescimento econômico e demográfico, outros aspectos e formas de abordagem do conflito entre a demanda e a oferta de água foram inseridos para discussão de alternativas e usos múltiplos dos recursos hídricos, em especial, referentes aos mananciais.

Na década de 1970, o governo de São Paulo, preocupado com a expansão da cidade e a necessidade de produção hídrica para atendimento das diversas finalidades de uso das águas, aprovou o 1º Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado (PMDI). Nesse, definiu o limite da área de proteção aos mananciais, situado em grandes porções dos vetores Norte e Sul da metrópole e, ainda, a zona de uso predominantemente industrial, consoante leis estaduais nº 898/1975, 1.172/1976 e 1.817/1978 (SÃO PAULO, 1975; 1976; 1978). Dessa forma, buscava-se a indução da ocupação nos vetores Leste – Oeste da capital e a destinação bem delimitada de territórios com vocação para a produção industrial e hídrica, nos vetores Norte – Sul.

O modelo de planejamento do uso e ocupação do solo para as áreas de mananciais permite a implantação de usos e atividades, desde que não interfiram na quantidade, qualidade e recarga hídrica dos mananciais, respeite as diretrizes e parâmetros urbanísticos de baixa densidade populacional e implantação de infraestrutura sanitária pública ou localizada, conforme a lei nº 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976). Ocorre que, ainda na década de 1970 e associado ao processo de expulsão da população de menor renda de áreas em processo de valorização imobiliária, inúmeras indústrias instalaram-se na região Sul, criando um forte vetor de ocupação nos mananciais, originado pelo fluxo de trabalhadores às indústrias e pela implantação de benfeitorias públicas, tais como vias de acesso, transporte público, rede de infraestrutura de água e esgoto, dentre outras. Esse cenário induziu ainda mais a ocupação urbana nessa região com resultado, na maior parte dos casos, de situações de uso e ocupação do solo em desacordo com o previsto nas leis de proteção aos mananciais.

Em meados da década de 1980, o processo de ocupação irregular das áreas próximas às bacias hidrográficas dos reservatórios Guarapiranga e Billings foi intensificado. Tal fato levou o poder público a discutir a revisão da legislação e buscar uma atuação mais eficaz da fiscalização, por meio da criação de grupos de fiscalização integrada como o SOS Mananciais Guarapiranga e Billings, composto por representantes dos municípios e dos órgãos estaduais.

Cabe ressaltar que, apesar da pressão por ocupação de áreas periféricas da RMSP, grandes porções das áreas de mananciais mantiveram remanescentes florestais bastante preservados devido, em parte, à aplicação da lei de proteção da década de 1970, fortalecida por outros instrumentos de proteção e preservação, a exemplo de sua inserção dentro dos limites da RBCV, ou de Áreas de Proteção Ambiental – categoria de unidade de conservação de uso sustentável integrante do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000; 2002). No entanto, nem todas as áreas foram mantidas com baixa ocupação, em especial aquelas do entorno dos reservatórios Guarapiranga e Billings, mananciais de grande importância para o abastecimento público que sofreram intensa

ocupação e, em geral, em desconformidade com o modelo de uso e ocupação do solo previsto na lei.

Impulsionado pelos diversos conflitos existentes entre a questão social e a ambiental, o poder público estadual, em 1997, enviou projeto de lei para aprovação pelo poder legislativo, sendo aprovada a Lei Estadual 9.866 (SÃO PAULO, 1997) denominada, então, de nova Política de Proteção e Recuperação dos Mananciais. Esta política ampliou a área de abrangência para todo e qualquer manancial de interesse regional de abastecimento público no estado de São Paulo, constituindo um modelo de planejamento e gestão, com o objetivo principal de estabelecer diretrizes regionais de modo a não comprometer o uso do manancial pelas gerações atuais e futuras. Incluiu ainda o termo recuperação, justamente para tratar o passivo ambiental decorrente, dentre outros fatores, da falta de articulação entre os órgãos públicos estaduais e municipais envolvidos e que não existiria caso a lei da década de 1970 alcançasse a efetividade e a eficácia esperadas.

A política de mananciais estabeleceu também a necessidade de criação de leis específicas para cada Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRM, buscando preservar a água em quantidade e qualidade para uso regional no abastecimento público. Isto se deve ao fato de que a experiência de aplicação da lei 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1976) tornou evidente a necessidade de contemplar em normativas específicas as características do território, tanto naturais quanto as antrópicas, considerando, desta maneira, as peculiaridades socioeconômicas e ambientais da região, como se verifica na aplicação da referida lei na RMSP. Assim, em termos de uso e ocupação do solo, a legislação prevê parâmetros iguais para áreas bastante distintas, como na região do Alto Tietê-Cabeceiras (onde ainda é encontrada atividades de produção de hortifrutigranjeiros) e o entorno dos reservatórios Guarapiranga e Billings (com características urbanas de alta densidade de ocupação e predominância de população de baixa renda).

A partir da promulgação da lei 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997), inicia-se o processo de substituição das leis da década de 1970 pelas leis específicas, ajustando a realidade local à nova política estadual. Inicialmente houve a



criação da lei específica da APRM do reservatório Guarapiranga e, em seguida, da lei específica da APRM Billings (respectivamente, lei nº 12.233/2006 e decreto 51.686/2007, e lei nº 13.579/2009 e decreto 55.342/2010) (SÃO PAULO, 2006; 2007a; 2009b; 2010).

A alteração do marco jurídico é de grande importância, pois possibilita a implantação de infraestrutura de saneamento público onde antes não era permitido, o que criava um círculo vicioso entre a ocupação irregular, a ausência de infraestrutura e a poluição dos mananciais causada pelo lançamento indevido dos esgotos nos corpos d'água, com riscos de contaminação da água e de saúde pública.

Em termos de diretrizes e normas para uso e ocupação do solo, as leis específicas estabelecem que: 1) em locais onde há necessidade de ações de recuperação de caráter urbanístico e sanitário, a lei prevê parâmetros urbanísticos condizentes com esta situação, ou seja, urbanizar onde é urbanizável; enquanto que, em locais com baixa densidade de ocupação e presença de vegetação e remanescentes florestais preservados, as diretrizes continuam bastante restritivas. Dessa forma, é possível resguardar o objetivo principal das leis, ou seja, salvaguardar a quantidade e a qualidade da água dos reservatórios para uso pelas gerações atuais e futuras e evitar riscos à saúde pública; e 2) a definição de instrumentos de gestão que vinculam a qualidade da água do reservatório ao uso e ocupação do território dos mananciais, inserindo o monitoramento da qualidade da água, enquanto principal recurso natural a ser preservado pela legislação.

É oportuno considerar que a ocupação das áreas da Billings e Guarapiranga apresentou um agravante, pois além de um passivo de infraestrutura e ambiental, também recebeu menor escala de investimentos públicos e privados em função das restrições específicas estabelecidas pela legislação de proteção dos mananciais – Leis Estaduais 898/1975 e 1.172/1976 (SÃO PAULO, 1975/ 1976). Uma vez que o avanço da ocupação dessas áreas foi bem além das restrições estabelecidas, principalmente por ser uma ocupação marcada pela informalidade (fora do alcance do controle da legislação urbana), o poder público entrou

em um longo período de hesitação sobre que medidas tomar. Como consequência, grande parte da ocupação urbana dessas bacias ocorreu após a edição da Lei de Proteção de Mananciais acima citadas.

O biênio 1991-1992 marca o início da mudança da política pública para as áreas de mananciais urbano-metropolitanos, sobretudo Billings e Guarapiranga, resultando em amplo conjunto de investimentos conhecido por Programa Guarapiranga. Em seguida, a lei específica da represa Guarapiranga (SÃO PAULO, 2006) estabeleceu um zoneamento para o território da bacia e fixou uma carga máxima de afluente de fósforo total com meta a ser atingida até 2015, a qual não foi atingida. Assim, a despeito de todas as políticas públicas e dos investimentos em saneamento básico não se conseguiu reverter o quadro de degradação dessas áreas. Cabe refletir sobre quais estratégias permanecem válidas, o que falta e o que está eventualmente errado nas linhas de ação que foram gradativamente implementadas nas últimas décadas (ARAÚJO, 2017).

Nos últimos anos, a importância da temática ambiental favoreceu a divulgação da problemática da água na RMSF. A educação ambiental assume importante papel no esclarecimento dos impactos da ocupação desordenada nos mananciais e seus riscos à saúde pública. Ainda que a população não tenha condições socioeconômicas para solucionar isoladamente o impacto ambiental proveniente das suas ocupações nos mananciais, cada vez mais sua participação junto aos órgãos públicos estaduais e municipais, com reivindicação de melhorias na infraestrutura sanitária e nas condições de habitação, pressiona os poderes públicos para implantação de intervenções e obras de recuperação dos mananciais.

O grande desafio que se coloca diante do processo de implementação das leis específicas das APRM Guarapiranga e Billings consiste em efetivar a integração e o compromisso dos órgãos envolvidos no planejamento e na gestão do território, em trabalho conjunto com o Estado, os municípios e a sociedade civil, de modo a garantir as boas qualidade e quantidade de água para abastecimento das populações atuais e futuras da RMSF.

Quadro 4 |

Estudo de caso:
o loteamento Cantinho
do Céu, em São Paulo,
na bacia do
reservatório Billings.

Durante muitos anos, o loteamento irregular Cantinho do Céu, às margens do reservatório Billings, em São Paulo, foi utilizado como exemplo de um tipo de ocupação inadequada e precária existente nas áreas de mananciais.

A partir da atuação do Ministério Público Estadual, da prefeitura municipal de São Paulo e, mais recentemente, com a vigência da lei específica da APRM Billings, uma nova imagem do loteamento está se delineando.

Figura 24 |

Aspecto geral de
via interna do
loteamento Cantinho
do Céu (SP),
antes e depois das
intervensões.
Foto: Arquivos
da JNS-HAGAPLAN
(2009).



Com a execução das intervenções e das obras de desocupação das áreas de preservação permanente (APP) ao longo do reservatório Billings e a implantação de equipamentos públicos de lazer, criou-se um parque linear municipal no entorno do reservatório, que é utilizado tanto pela comunidade residente no Cantinho do Céu quanto por moradores de

outras regiões nos finais de semana. Aos poucos, o círculo vicioso de irregularidade gerando mais irregularidade está se transformando em círculo virtuoso, com o empenho da Municipalidade de São Paulo na implantação de áreas de lazer, propiciando a inclusão social e ambiental da população na recuperação e proteção dos mananciais.

Figura 25 |

Margens do
reservatório Billings
no loteamento
Cantinho do Céu
após as intervenções
de recuperação das
áreas de preservação
permanente (APP).
Foto: Arquivos
da JNS-HAGAPLAN
(2009).

**Figura 26 |**

Margem do
reservatório
recuperada e área
de lazer implantada
no loteamento
Cantinho do
Céu (SP).
Foto: Arquivos
da JNS-HAGAPLAN
(2010); Marcia
Nascimento (2010).





7 | ÁGUA E BEM-ESTAR HUMANO NA RBCV

Os serviços ecossistêmicos responsáveis pelo bem-estar da população são identificados como aqueles que propiciam segurança¹, base material², saúde³, boas relações sociais⁴, bem como aqueles ligados à liberdade de escolha e de ação⁵ (MEA, 2005). Para a manutenção dessas condições de bem-estar é necessário que a fonte desses serviços, no caso a RBCV, conserve sua integridade – o que não está ocorrendo. Quais são as implicações desse cenário em relação às águas?

De maneira geral e, mais intensamente, no território da RBCV, as águas estão submetidas a ameaçadas pela desconsideração das condições necessárias à sua renovação. A localização de uma grande aglomeração de cidades, a *macrometrópole* nas cabeceiras dos rios do estado, une uma limitação natural de vazões – suas bacias reduzidas captam menos águas das chuvas a uma enorme demanda em franco crescimento. A desproporção entre o crescimento da população e o de seu consumo tende a se elevar, cada vez mais, pelo crescente consumo de toda a sorte de produtos e

serviços, que demandam grande quantidade de água na sua produção, distribuição, consumo e descarte. Tamanha dependência nos remete à necessidade crescente de manter e expandir a base material – a água propiciada pela RBCV; porém, verificam-se nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo, inseridas nessa reserva da biosfera, as piores relações entre a demanda e a disponibilidade de água do país.

De acordo com a CETESB (2009), as vazões médias de água na bacia do Alto Tietê, que correspondem ao trecho em que se situa a RMSP, variam entre 84 m³/s e 20 m³/s. Cabe observar, ainda, que essa situação crítica de disponibilidade de água também se estende para as regiões metropolitanas vizinhas, da Baixada Santista e de Campinas, de onde são retiradas águas para o suprimento da população da RMSP.

Essa escassez relativa estende-se a outras regiões próximas, como a de Sorocaba; e poderá alcançar, no futuro, o Vale do Paraíba, que também sedia importantes atividades econômicas e grande população, em franco crescimento, compondo a chamada *Macrometrópole Paulista*. Nesse contexto, coloca-se a necessidade de gerir, com extrema cautela, a água disponível, em especial ao considerar que sua falta de qualidade resulta numa disponibilidade ainda menor por habitante e adiciona perigosos ingredientes à saúde da população, cujos efeitos sinérgicos e de longo prazo ainda requerem pesquisas para serem mais bem identificados. Atualmente, os tipos de demanda de água dessa bacia são estimados em 86,4 m³/s; dos quais 68,5 m³/s são destinados aos usos urbanos que incluem o abastecimento da população; 14,3 m³/s aos variados usos industriais; e 3,6 m³/s à irrigação agrícola; quase todos esses usos requerem altos níveis de qualidade, levando-se ao questionamento de como obter essa qualidade.

Quanto menores são as vazões, piores são as possibilidades de serem diluídos os esgotos lançados por milhões de habitantes e atividades econômicas. De acordo com os dados da CETESB, em 2008, 85% dos esgotos gerados na RMSP foram coletados e o tratamento foi aplicado a cerca de 44%. Por meio desse tratamento foram removidos cerca de 30% da carga poluidora total, sendo o restante lançado oficial ou clandestinamente nos cursos d'água,

¹ Capacidade de viver em um ambiente seguro e saudável e capacidade de reduzir a vulnerabilidade às alterações nos ecossistemas, ou seja, acesso seguro aos recursos naturais e a outros recursos, segurança pessoal e proteção contra desastres naturais e desastres causados pelo homem.

² Capacidade de acesso a recursos para obtenção de sustento seguro e adequado, alimentos suficientes a qualquer tempo, moradia, vestuário, acesso a bens e geração de renda.

³ Capacidade de estar adequadamente alimentado, com ausência de doenças passíveis de prevenção, um ambiente físico salutar que inclui água potável, ar limpo, possibilidade de acessar energia que garanta conforto térmico.

⁴ Inclui coesão social, respeito mútuo, capacidade de ajudar o semelhante, oportunidade de expressar valores estéticos e recreacionais associados aos ecossistemas; expressar valores culturais e espirituais; observar, estudar e aprender sobre os ecossistemas.

⁵ Inclui a oportunidade de se alcançar o que se almeja. A liberdade de escolha e de ação é influenciada por outros elementos do bem-estar (e por outros fatores, notadamente educação) e é também uma condição prévia para se experimentar outros elementos do bem-estar, em especial aqueles ligados a igualdade, justiça e aqueles vinculados ao bem-estar psíquico e à espiritualidade.

em sua maior parte nos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduaté. A despeito de expressivos investimentos na despoluição, os resultados não são percebidos, por inúmeras razões, o que mostra que os números absolutos de população não atendida pelo sistema completo de esgoto e a eficácia limitada do sistema de tratamento resultam em grande poluição dos cursos d'água, agravada pela grande quantidade e variedade de resíduos e efluentes produzidos pelas inúmeras atividades econômicas⁶. Para a CETESB, “*Nesses rios descaracterizados sob os aspectos sanitário e hidrológico, pode-se dizer que nas épocas de estiagem praticamente inexistente contribuição do lençol freático, sendo alimentados majoritariamente por grandes cargas de esgotos*” (CETESB, 2009).

Essa carga poluidora dos rios e córregos é bastante ameaçadora na medida em que alcança locais de onde será retirada a água que abastece a população. Isso ocorre pela infiltração no solo, que alimenta as reservas de água subterrâneas, também utilizadas de forma crescente para diferentes finalidades, que incluem o abastecimento. A outra forma se dá quando essa carga é lançada diretamente em reservatórios, ou em seus afluentes ou, ainda, quando chega a esses locais de captação para abastecimento por intermédio de sistemas de bombeamento, como ocorre no caso do Sistema Hidroenergético Tietê – Pinheiros – Billings.

⁶ Whately e Diniz (2009) identificam em informações divulgadas pelo governo do estado de São Paulo, responsável pelos projetos (no sítio: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=100465&c=6>), que “*apesar dos investimentos, melhoras efetivas na qualidade de suas águas são pouco perceptíveis e o Rio Tietê ainda encontra-se bastante poluído. São apontados três fatores: a porção do Rio que corta a Grande São Paulo é próxima às suas cabeceiras, com vazão menor e mais lenta, o que dificulta a dispersão de poluentes. A segunda razão, é que o Projeto Tietê tem como foco a coleta e tratamentos de esgotos industriais e domésticos, e não contempla a poluição difusa, gerada nas ruas e que é transportada para o rio pelos sistemas de drenagem (que não possuem qualquer tratamento). A terceira razão, está relacionada com o déficit de coleta e tratamento de esgotos existente nos municípios da grande São Paulo (...). Outra razão apontada pelo Governo do Estado diz respeito às ligações clandestinas de esgotos nas redes de águas pluviais, porém as informações disponíveis não compreendem os volumes envolvidos e, portanto, não permitem dimensionar a participação desses na poluição do rio.*” (Whately; Diniz 2009).

Esse sistema hidroenergético foi criado na primeira metade do século 20 para gerar energia com o lançamento de águas acumuladas na represa Billings até a Usina Henry Borden, localizada em Cubatão, aproveitando um desnível de cerca de 700 m. Seu funcionamento baseia-se na utilização das águas dos rios Tietê e Pinheiros para obtenção de energia a partir dessa represa, que se situa em um nível mais alto que o restante da cidade. Para isso, as águas do rio Tietê são barradas em Santana do Parnaíba e, assim, elevam seu nível até entrarem pelo rio Pinheiros, que foi modificado na sua condição natural para acumular e conduzir essa água até o reservatório Billings, por meio de duas estações elevatórias (SÃO PAULO, 1999). Vale destacar que essa utilização das águas foi concedida pelo governo à antiga *Light* por meio de um decreto, em que está estabelecida a condição de que o abastecimento da população não fosse prejudicado (BRASIL, 1925).

Porém, o crescimento da cidade, acelerado também pela maior oferta de energia, foi acompanhado pelo contínuo aumento no lançamento de esgotos e lixo nas águas e de outros importantes conflitos, como a impermeabilização das bacias urbanizadas, a ocupação das várzeas sujeitas à inundação e o aumento das retiradas de água para abastecer a população e para suprir a atividade econômica.

A sucessiva degradação dos mananciais em uso e a crescente demanda motivam a contínua incorporação de novas fontes de suprimento aos sistemas de abastecimento, como a do sistema Cantareira, que limita as possibilidades de expansão populacional e econômica na região de Campinas, o que gera grande disputa por esse suprimento. Por outro lado, ao se tornarem esgotos após seu uso na RMSP, essas águas despejadas nos córregos e rios alimentam o processo de produção de energia em Henry Borden e pioram a condição dos mananciais Billings.

Ao longo do século 20, a combinação de todos esses processos provocou maiores dificuldades para escoar as águas das enchentes rio abaixo, na medida em que os espaços das várzeas e a infiltração na bacia foram reduzidos com a urbanização, o que foi piorado com o interesse da geração de energia em conduzir



essas águas – já bastante poluídas – no sentido contrário, para dentro de um reservatório de onde também são retiradas águas para o abastecimento da população. Em função desses impactos, diversas foram as tentativas de se interromper ou reduzir o bombeamento de águas para a Billings, até que um dispositivo inserido na Constituição Estadual de 1989 (SÃO PAULO, 1989, art. 46) determinou sua paralisação, o que ocorreu em 1992. Desde então, essa reversão é acionada caso haja ameaça de inundação nas várzeas urbanizadas dos rios Pinheiros e Tietê (CARMO; TAGNIN, 2001).

Mesmo com essa reversão das águas reduzida a alguns períodos de cheia durante o ano, grande parte da poluição metropolitana é lançada na Billings. Estimativas de 1997 (SÃO PAULO, 1999) dimensionaram que 75% da carga poluente que a Billings recebia era proveniente desse sistema de bombeamento, mesmo considerando que a população da sua bacia já alcançava mais de 700 mil habitantes. Essa proporção vem diminuindo com o crescimento da população dentro da bacia Billings e a implantação de maior nível de tratamento de esgotos lançados nos rios Tietê e Pinheiros; mas ainda é responsável por sérios problemas de qualidade desse reservatório, cujas águas são aproveitadas para abastecer a região do ABC, parte de São Paulo, municípios vizinhos (pela sua transferência até a represa Guarapiranga) e a Baixada Santista, ao chegar a Cubatão. Fundamentalmente, verifica-se uma série de *curtos-circuitos* entre os resíduos e efluentes da cidade e as águas que suprem suas necessidades, num território reduzido e super utilizado; situação agravada pelo sistema de geração de energia / controle de cheias implantado, que desvia das nascentes do Tietê águas preciosas da bacia para lançá-las quase diretamente no mar e de cuja falta a metrópole e o restante do estado se ressentem na atualidade.

Independente do quadro geral de comprometimento das águas da região metropolitana, é nos mananciais destinados ao abastecimento da população que a ocorrência de problemas de qualidade está *“aumentando sua vulnerabilidade e risco para a saúde da população”* (TUNDISI, 2008: p. 93-94), desafiando os sistemas de tratamento existentes. De acordo com a CETESB, os principais reservatórios da

metrópole paulista refletem diretamente os efeitos da reversão de bacias, de sua proximidade com a urbanização e a atividade industrial. Os mais prejudicados são o reservatório Billings e seu braço Rio Grande, o Guarapiranga, o Jundiá e o das Graças, além dos rios Tietê e baixo Cotia nos trechos em que são utilizados como mananciais. Dentre as manifestações desse comprometimento, particularmente nos reservatórios citados, pode ser destacada a grande quantidade de nutrientes derivados dos esgotos e a eutrofização, cujos efeitos na proliferação de algas potencialmente tóxicas podem prejudicar muito o tratamento das águas para o abastecimento. Por essa razão também são utilizadas técnicas de controle, como os algicidas, que repercutem no acúmulo de metais, como o cobre e nos sedimentos, também com efeitos potencialmente tóxicos.

Além disso, a maioria dos mananciais citados tem sofrido inúmeras outras desconformidades em relação aos padrões requeridos para a potabilização de suas águas, o que requer esforços governamentais proporcionais à gravidade dessa situação (WHATELY; CUNHA, 2006; 2007). De maneira geral, para as águas da bacia hidrográfica do Alto Tietê, onde se localiza a RMSP, a CETESB detectou um aumento da toxicidade em 2009 acima do que ocorreu com a média do estado, além de toxicidade aguda em reservatórios como o Billings, bacia do Rio Cotia e Ribeirão Pires, possivelmente causada por fontes de poluição industrial. No que diz respeito aos sedimentos, também há forte comprometimento, com altos níveis de toxicidade em todos os pontos monitorados dessa bacia.

Nesse contexto, cabe destacar os desafios de se assegurar a manutenção da saúde, um elemento sempre presente na definição de bem-estar humano. É sabido que a cobertura dos serviços de saneamento, especialmente o abastecimento de água, a partir da década de 1970, privilegiou áreas com população mais adensada. Por isso, é razoável supor que a redução na incidência da febre tifóide constatada no estado de São Paulo entre os anos 1960 e 2004, tenha se dado, em grande medida, nos municípios da RBCV. Outras doenças provocadas por microrganismos passíveis de inativação pela desinfecção da água com cloro tiveram seus números de casos e incidências reduzidos.

Essas evidências nortearam programas de controle e vigilância da qualidade da água, elegendo a análise bacteriológica da água e a dosagem do cloro residual livre como os parâmetros mais importantes para assegurar sua adequação para consumo humano. Exemplo disso é o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – PROAGUA (POCOL, 2004), criado em 1992 no âmbito da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo e executado pelos órgãos regionais e municipais de vigilância sanitária, cujos levantamentos permitem inferir sensíveis melhorias na qualidade da água consumida no estado, no período de 1996 a 2007, ao considerar os parâmetros indicados.

Entretanto, a ampla pesquisa bibliográfica e a consulta a especialistas que subsidiaram a revisão da norma nacional de potabilidade da água e que culminou com a edição da Portaria Federal 1.469, em 2000 (MS, 2000), atualizada pela Portaria MS 518/2004 (MS, 2004), acrescentaram novas preocupações. A emergência de surtos de diarreia provocados por protozoários como o *Cryptosporidium* e a *Giardia*, cujas formas infectantes (oocistos) são resistentes ao cloro, mostraram que outros parâmetros deveriam ser acrescentados à colimetria e à dosagem de cloro para uma avaliação mais precisa da inocuidade da água. A etapa de filtração da água nas estações de tratamento passou a ser considerada obrigatória como forma de reduzir a quantidade desses microrganismos na água final. A proteção do manancial surgiu como medida de proteção da saúde. Alterações na turbidez da água são quase sempre associadas às chuvas e ao carreamento de solo pelas enxurradas que, por sua vez, se formam devido a atividades como desmatamento e mineração irregulares.

Nesse contexto, a doença diarreica aguda passa a merecer especial atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). Sua notificação pelas vigilâncias epidemiológicas e a investigação em conjunto com as vigilâncias sanitárias dos municípios e do estado conformam, desde 2002, o Sistema de Monitorização da Doença Diarreica Aguda (MDDA). A análise dos dados resultantes da notificação e da investigação oportunas dos surtos permitirá saber mais sobre a presença desses agentes na RBCV e

dimensionar o papel da qualidade da água na sua veiculação.

O diagnóstico da situação de vulnerabilidade dos mananciais de abastecimento existentes na RBCV pode fornecer subsídios importantes para uma estimativa do risco à saúde relacionado ao consumo humano dessas águas. Além dos mananciais superficiais, também merecem atenção os mananciais subterrâneos. Estudos indicam que a utilização de água proveniente de poços artesianos vem aumentando na RMSP. Estima-se que cerca de 70% dos 12 mil poços tubulares privados existentes na região são ilegais. O caso mais emblemático talvez seja o da região do Jurubatuba, zona Sul do município de São Paulo. Ali existem cerca de 1700 poços tubulares e, em 46 deles, foram encontrados contaminantes químicos variados, como solventes halogenados, arsênio, chumbo, entre outros. Em muitos poços as concentrações excederam os limites preconizados pelas normas.

O caso veio a público em 2001, mas a atividade geradora da contaminação remonta à década de 1980. Durante esse período, a água teve usos variados, expondo pessoas aos contaminantes de múltiplas maneiras (por contato com a pele, pela inalação e ingestão). Inferir risco à saúde com essas variáveis é tarefa complexa, uma vez que as doenças associadas a esses fatores de risco raramente têm manifestação aguda. Entretanto, como tantas outras situações envolvendo a saúde como elemento do bem-estar humano, o reconhecimento do risco já é suficiente para a implementação das medidas de controle. No caso Jurubatuba, órgãos reguladores dos recursos hídricos e da saúde se empenharam na implementação de medidas restritivas ao uso da água subterrânea. É preciso associar a cada uma das ameaças ao Cinturão Verde uma ou mais ameaças à saúde de sua população, considerando que a realidade das áreas metropolitanas atuais se mostra muito mais complexa, o que requer maiores esforços e a integração de novas informações.

Hoje, a questão da qualidade da água na macrometrópole e, em particular, na RMSP, é crítica nos seus mananciais inseridos na RBCV, em função da expansão urbana que vem se dando nessa região (SOCRATES *et al.*, 1985; MARCONDES, 1995; TORRES *et al.*, 2007). Confirmando essa situação, desde as primeiras



versões dos diagnósticos e dos planos elaborados para a sua bacia, os maiores conflitos identificados e priorizados para resolução são aqueles entre a urbanização e as águas que afetam o abastecimento, a qualidade da água e a ocorrência de inundações. Cabe destacar que essa disputa de mananciais já tem casos emblemáticos, como aquele com a Região Metropolitana de Campinas cuja expansão econômica e populacional é limitada pela supressão de boa parte de suas águas (efetuada por meio do sistema Cantareira) para abastecer metade da população da RMSP. Nesse, e em outros mananciais, o avanço dos usos se dá sobre a RBCV, com redução da produção de água e piora da qualidade daquela que ali é precipitada e alimenta os reservatórios, que também são afetados em sua capacidade de reservação e qualidade, com o assoreamento decorrente da perda de vegetação que protege o solo de suas bacias.

As respostas a essa degradação e à progressiva perda de mananciais vêm se dando de várias formas. De um lado, a formulação de nova legislação, como as leis específicas previstas pela Lei estadual 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997) para proteger os mananciais, que avançam em alguns sentidos, mas retrocedem em um ponto da maior importância ao possibilitar um grande aumento da ocupação urbana nesses mananciais em relação ao previsto na legislação anterior (WHATELY; SANTORO; TAGNIN, 2008). De outro lado, verifica-se um investimento crescente⁷ nos sistemas de

tratamento de água e em programas defasados na recuperação das condições sanitárias de alguns dos assentamentos mais críticos, localizados nas imediações desses reservatórios (SÃO PAULO, 2007b). Tanto em um caso, como no outro, não há investimentos destinados a prevenir o avanço e/ou adensamento das áreas urbanas localizadas nesses mananciais, que seguem deteriorando as poucas áreas produtoras de água ainda disponíveis⁸.

Como reconhecimento da ineficácia dessas medidas, verifica-se a busca de mananciais cada vez mais distantes, como delineado no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (SÃO PAULO, 2013), sem que se verifique a avaliação dos conflitos que serão deflagrados pelo aproveitamento dessas novas fontes de suprimento, localizadas em regiões com franca expansão agrícola, agroindustrial, industrial e urbana que, desde 2006 enfrentam limitações importantes na disponibilidade de água (SÃO PAULO, 2006). Vale destacar, ainda, que investimentos setoriais como a implantação do anel viário metropolitano – o Rodoanel Mário Covas – elevam as pressões de ocupação dos mananciais já em uso, que podem repetir no trecho Sul a expansão urbana promovida no trecho Oeste dessa obra (LABHAB, 2005), pela facilitação de acesso e atração de atividades⁹ em áreas ainda protegidas além de, efetivamente, ter provocado o desmatamento e o aterramento de áreas

⁷ O objetivo do Programa de Recuperação de Mananciais (PRM), ou “Programa Vida Nova”, é recuperar e proteger os mananciais. O mesmo se estrutura em um conjunto de obras a serem implantadas em áreas das bacias da Guarapiranga, Billings, Alto Tietê, Cantareira e Cotia, cinco dos principais mananciais de água que abastecem os moradores da Grande São Paulo. O Programa é coordenado pela Secretaria de Estado de Saneamento e Energia e em duas frentes de atuação, com fontes de recursos diferentes: Projeto Mananciais (governo do estado, Sabesp, Prefeituras de São Bernardo e Guarulhos, e Banco Mundial) e o Programa Guarapiranga e Billings (prefeitura de São Paulo e governo federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC). Os investimentos do Programa totalizam R\$ 1,22 bilhão. Em 2009, o PRM contava com cerca de 10 anos de implementação pelo governo do estado. Em 2008, se juntaram a PRM dois novos programas governamentais: o PAC Mananciais e o Programa Mananciais, este último da prefeitura de São Paulo (WHATELY; DINIZ, 2009).

⁸ Apesar do PRM ser um programa com mais recursos, ele não pode ser visto como a garantia de que a RMSP e seus mais de 20 milhões de habitantes alcançarão definitivamente a rota da sustentabilidade em relação ao uso de seus recursos hídricos e abastecimento de água. Isso porque é reproduzido o formato de intervenção do Programa Guarapiranga que, embora tenha atingido resultados positivos em relação à urbanização de favelas, não logrou evitar a piora na qualidade da água dos mananciais da região e fornecer soluções adequadas para reverter as tendências de degradação das bacias hidrográficas, incluindo a ocupação desordenada da região, o desmatamento das margens das represas e o lançamento de esgoto nos rios e córregos. Estes vetores redundam exatamente na diminuição da qualidade da água de todos os reservatórios da RMSP (WHATELY; DINIZ, 2009).

⁹ Conforme pode ser visto na implantação de grandes empreendimentos e na elevação da procura de imóveis, refletida também no aumento do preço dos terrenos, que vão sendo anunciados no mercado imobiliário com a vantagem de estarem localizados “a poucos minutos do Rodoanel”.

úmidas em remanescentes estratégicos da RBCV, situados nos já ameaçados mananciais Billings e Guarapiranga.

Portanto, deve-se considerar que falta, sobretudo, a aplicação de um princípio básico que é o da prevenção (TAGNIN, 2005), o qual também não está contemplado ao se falar em consumo de água. Nesse caso, as políticas formuladas dedicam-se à ampliação da oferta; porém, muito pouco na redução das perdas dos sistemas de abastecimento e nada no controle do desperdício e do superconsumo, ou na gestão da demanda. O que está em questão é a *segurança da água* (VIEIRA; MORAIS, 2005), um tema que vem mobilizando também a OMS na formulação de políticas e metodologias para alterar profundamente a forma de gerenciar esse recurso. Dentre suas propostas que encontram eco em normas dos setores brasileiros de saúde destaca-se a ênfase na prevenção dos problemas que irão repercutir na água, portanto, na saúde da população (BASTOS; BEZERRA; BEVILACQUA, 2007). Com isso, é questionado o tradicional enfoque de se medir ou de tentar solucionar os problemas apenas depois que já foram deflagrados e escapam ao controle. Mesmo o desempenho nesse “*fim de tubo*” vem sendo criticado, tanto pela fragilidade dos instrumentos de monitoramento em uso, que não são capazes de medir – com segurança – as múltiplas ameaças presentes na água, como pela precariedade das soluções de saneamento adotadas para enfrentar essas ameaças.

O avanço dos diferentes usos nesse território altera o microclima, reduz a umidade e aumenta sua temperatura (MATARAZZO-NEUBERGER, 2010), o que passa a desequilibrar a distribuição de chuvas (PEREIRA FILHO; ROCHA, 2010). Dentre os casos mais extremos dessas alterações, está o da formação das ilhas de calor sobre os aglomerados urbanos, cujo efeito sobre a distribuição de chuvas, para o caso da metrópole paulista, é o de promover sua concentração nas áreas urbanizadas de São Paulo, reduzindo as que caíam sobre os mananciais. Com isso, são ainda mais agravadas duas situações já críticas: aumentam as vazões que inundam a cidade e se sujam com ela, contaminando a população; além de diminuir aquelas que necessitam

estar limpas e acumuladas nos reservatórios, para abastecê-los e à população, conforme analisado no capítulo *Regulação climática*.

Um elemento comum a ligar o excesso e a falta de água é a degradação da RBCV. As inundações e a escassez são determinadas, em boa medida, pela ocupação humana desses espaços em que a água se acumula, depura e regulariza sua vazão que, em equilíbrio, reduz os riscos de escassez e de inundações. Ao desenvolver-se à margem desse enfoque ecossistêmico, a cidade tem agravado os fenômenos naturais, sem que as soluções tecnológicas adotadas alcancem a magnitude dos problemas e a extensão das áreas povoadas, particularmente quando implanta seus principais eixos de circulação em marginais aos cursos d'água e, a partir deles, estrutura seus principais usos sobre planícies inundáveis, com avanço indistinto no restante do território e consequente vulnerabilização de grandes contingentes populacionais com prejuízos econômicos e problemas sanitários e sociais.¹⁰

Apesar da taxa de crescimento populacional sofrer desaceleração nessa bacia, quando se estima o crescimento a partir de uma base de 19 milhões de habitantes tem-se o correspondente a uma cidade de médio porte acrescida a cada ano à RMSP. Nesta perspectiva, um crescimento moderado na RMSP significa uma nova Guarulhos a cada cinco anos. Sem considerar outras variáveis que afetam o consumo global de água, isso representa um aumento anual de quase 1 m³/s na demanda de água para o sistema metropolitano. Outra tendência observada bastante preocupante é a periferação das populações em áreas de mananciais desprovidas de saneamento. Altas taxas de crescimento demográfico vêm sendo registradas em distritos de mananciais ao sul, bem como em áreas de mananciais ao norte e ao leste, nas cabeceiras da bacia (SÃO PAULO, 2009a; FUSP 2009).

No entanto, a acelerada expansão da superfície urbanizada dessa região supera o requerido pelo crescimento da população,

¹⁰A vulnerabilidade combina a exposição ao risco, à incapacidade de reação e à dificuldade de adaptação diante da materialização do risco (MOSER, 1998 *apud* ALVES *et al.*, 2008).



numa dinâmica em que se combinam a exclusão social e a degradação ambiental¹¹ no que vem sendo chamado de *migração intrametropolitana* (CUNHA, 1995; 2014). Os proprietários dos imóveis das áreas centrais são beneficiados com a crescente valorização de seus imóveis pela aplicação dos recursos públicos em infraestrutura e serviços, o que impede os segmentos de menor renda habitarem onde poderiam usufruir desse atendimento. A alternativa viável consiste em migrar para locais economicamente acessíveis, portanto, para regiões distantes, desprovidas de níveis mínimos de serviços públicos ou condições de habitabilidade, situadas nas fronteiras ou sobre os remanescentes de vegetação da RBCV. A sua falta de recursos os torna mais dependentes dos serviços ecossistêmicos que desaparecem junto com a vegetação; resta a esses segmentos encarar o *pior dos mundos*, na medida em que também foram apartados dos seus *substitutos* – os meios tecnológicos, que poderiam atenuar essa perda.

Ao seguir essa tendência, os cenários não são animadores. Ao contrário, à medida em que se projeta para 2030 um crescimento da superfície urbanizada da macrometrópole sobre territórios da RBCV ainda mais frágeis, projeta-se a ampliação e agravamento de suas consequências em termos de inundações, deslizamentos e escassez de água para um maior contingente de população. Caso o padrão histórico de expansão seja mantido, a mancha urbana da RMSP terá dobrado em 2030 em relação à sua dimensão em 2010. Neste cenário, a região sofrerá aumento na incidência de riscos de enchentes, inundações e deslizamentos. As consequências serão sentidas pela população com um todo e, sobretudo pelos mais pobres e haverá grande pressão sobre os recursos naturais, uma vez que a expansão urbana deverá ocorrer, principalmente, na periferia, em loteamentos e construções irregulares e em áreas frágeis, como terrenos instáveis e várzeas.

Esses riscos tendem a ser potencializados em função do aumento de dias com fortes chuvas decorrente das mudanças climáticas, sobretudo locais. Estudos preliminares indicam que o número de dias com chuva intensa (acima de 10 mm) na capital paulistana poderá dobrar entre 2070 e 2100 em função de uma elevação média na temperatura *da região de 2°C a 3°C* (NOBRE *et al.*, 2010). Como enfrentar essa situação?

Esse enfrentamento não será possível com a continuidade da atribuição de responsabilidade à *falta de planejamento*, uma protagonista improvável na medida em que nenhum dos grandes investimentos que direcionaram recursos públicos ou privados para essa ou aquela área e atividade foi desprovido de intenções, planos ou projetos. Há que se verificar, sim – e de forma ampla e democrática – o que vem sendo planejado, para qual finalidade e para quem, bem como quais são os custos diretos e indiretos e quem vai arcar com eles. Até aqui, a própria realidade tem dado essas respostas, porém o acesso a elas continua restrito e viesado por interesses dos beneficiários dessas situações.

Há distinções a serem feitas entre os segmentos sociais e suas diferentes condições de risco e vulnerabilidade; portanto, em relação à segurança, que é um dos componentes do bem-estar influenciado pelos serviços ecossistêmicos aqui tratados. Os segmentos sociais tradicionalmente apartados do acesso às mais básicas soluções de saneamento e condições de moradia seguem sendo expostos aos maiores riscos; assim como as desigualdades socioeconômicas dificultam o alcance das boas relações sociais possibilitadas pelos serviços ecossistêmicos.¹² Projeções suscitam a exigência de superar os níveis básicos de atendimento, agregando a necessidade de se

¹¹De acordo com Alves *et al.* (2008) “*tem havido uma intensificação das interrelações entre os fenômenos de expansão urbana e vulnerabilidade socioambiental, nas últimas décadas, com disseminação destes processos para territórios cada vez mais dispersos e distantes das malhas urbanas consolidadas das sedes dos municípios da metrópole*”

¹²Essa vulnerabilidade socioambiental pode ser entendida como a sobreposição ou a cumulatividade de problemas e riscos (sociais e ambientais) concentrada em determinadas áreas que estão espalhadas por toda a metrópole. Esta coexistência espacial - ou sobreposição - provoca o agravamento de situações de pobreza e vulnerabilidade social, presentes em áreas periféricas e periurbanas, devido a riscos e degradação ambiental, tais como enchentes, deslizamentos de terra, poluição, contato com doenças de veiculação hídrica etc. (ALVES *et al.* 2008).

tratar em nível local e metropolitano as causas das mudanças climáticas, paralelamente à premência de se promover adaptações àquelas mudanças já consideradas inevitáveis, para elevar a *resiliência*¹³ dos habitantes da metrópole (NOBRE *et al.*, 2010). Para tanto, leva-se em conta, primordialmente, as causas e consequências das mudanças climáticas locais e o papel dos ecossistemas na amenização do clima local e da regulação hídrica.

Neste contexto, emergem indagações diretamente vinculadas à liberdade de escolha e de ação – um dos aspectos do bem-estar humano. Assim, podemos refletir em que medida a população conhece essas implicações e o crescente risco de se prosseguir nesse caminho em nível tal que se mobilize a colaborar – e cobrar – atitudes para a reversão desse cenário.

CONCLUSÕES

Na RBCV, é notório o reconhecimento do crescimento populacional (junto com a alteração dos padrões de uso e consumo de água) como o maior vetor indireto de mudança nos serviços de provisão da água em seus aspectos qualitativos e quantitativos, bem como de seus múltiplos efeitos sobre o bem-estar humano.

Particularmente na bacia do Alto Tietê (BAT), onde está um dos maiores aglomerados urbanos do mundo (RMSP), delinea-se um dos quadros mais críticos do Brasil, no que se refere à garantia de água para o abastecimento da população. A situação é agravada quando se considera que esta bacia abriga quase metade da população do estado de São Paulo e centraliza importantes complexos industriais, comerciais e financeiros que demandam grande quantidade (e qualidade) de água em sua produção, distribuição, consumo e descarte, gerando enorme desproporção

entre o crescimento da população e seu consumo. Essa situação resultou na insuficiência dos sistemas produtores da BAT em atender a demanda da RMSP, culminado na importação de cerca de 50% de água de outra bacia hidrográfica (bacia dos rios Piracicaba / Capivari / Jundiaí – PCJ). Essa passou, por sua vez, a enfrentar a escassez hídrica, a ponto de limitar as possibilidades de expansão populacional e econômica de parte de seus municípios, o que incitou grande disputa por seu suprimento. Por sua vez, na bacia hidrográfica da Baixada Santista, a disponibilidade de água pode ser considerada relativamente boa e sem previsão de aumento do consumo na maioria dos municípios, todavia, a expansão portuária e a instalação da Petrobrás na bacia de Santos podem alterar essa tendência.

Outro aspecto não menos preocupante é a poluição das águas na RBCV. A maior parte dos reservatórios está localizada em áreas de grande adensamento populacional que sofrem impactos por efluentes domésticos e industriais. Das seis bacias que compõem a região hidrográfica do rio Tietê, a BAT e a do PCJ são as duas maiores contribuintes para a geração de esgotos na região do estado. Nessas bacias, assim como também na Baixada Santista, o percentual de esgoto tratado em relação ao total gerado é menor do que 35%, a despeito das duas primeiras apresentarem os mais elevados percentuais de coleta de esgoto (aproximadamente 85%). Isso equivale a dizer que só na BAT a população urbana não atendida por esgotos domésticos corresponde a 4 milhões de habitantes! Como consequência, mais da metade (59%) dos corpos de água monitorados pela CETESB na BAT estão eutrofizados e a metade deles apresenta *índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática* classificado como péssimo ou ruim. É pertinente ressaltar que o efeito da degradação das águas pela eutrofização é multifacetado, com impactos ambientais, econômicos, sociais e riscos para saúde; e vem se intensificando e alastrando principalmente nas duas últimas décadas.

Também merecem atenção os contaminantes provenientes de efluentes industriais, defensivos agrícolas, de centros urbanos e, mais recentemente, os resíduos farmacêuticos sintéticos e interferentes endócrinos,

¹³São três as características que definem a resiliência aplicada aos ecossistemas, ou aos sistemas integrados da população e do ambiente natural: 1) a quantidade ou proporção de mudança que um sistema pode sofrer, mantendo os mesmos controles sobre sua estrutura e função; 2) o grau segundo o qual um sistema é capaz de se auto-organizar; e 3) a habilidade de construir e de aumentar a capacidade de aprendizado e se adaptação (RESILIENCE, 2008).



muitos dos quais ainda pouco conhecidos e não incluídos na rede de monitoramento das águas pela CETESB, que podem limitar o serviço de provisão de água para uso doméstico e produção de alimentos. Muitos desses compostos podem causar doenças crônicas e alguns ainda são muito pouco compreendidos. O comprometimento da qualidade da água adiciona, assim, ingredientes perigosos à saúde da população, cujos efeitos sinérgicos e de longo prazo precisam ser pesquisados.

Os serviços de provisão pelas águas subterrâneas também merecem atenção, podendo-se dizer que são estratégicos para a segurança hídrica em área com escassez, como na BAT; muito embora atendam a apenas 16% da demanda total nesta bacia. A contaminação mais comum na BAT é por nitrato advindo de efluentes residenciais, principalmente em áreas não esgotadas por rede pública, ainda que, mesmo em áreas com rede de esgoto existente há quatro décadas, a contaminação das porções mais rasas é fato bastante comum devido a fugas da rede de esgoto que não recebe manutenção adequada.

A tendência da expansão urbana na RBCV, em particular na BAT, é crítica para seus mananciais, com efeitos negativos para a saúde humana, comprometimento dos serviços ecossistêmicos de provisão e regulação da água e perda de *habitat* e biodiversidade. Esse quadro é ainda mais preocupante com a tendência da periferação das populações em áreas de mananciais desprovidas de saneamento.

É evidente que para melhorar as condições de bem-estar humano na RBCV é necessário que se invista na conservação de sua integridade. Todavia, ao se manterem as tendências atuais, o quadro de escassez de água em parte da RBCV, aliado à degradação de suas águas, trarão riscos crescentes à saúde da população, com aumento das disparidades entre segmentos sociais e limitação do alcance das boas relações sociais possibilitadas pelos serviços ecossistêmicos.

Outro desafio são os impactos advindos das mudanças climáticas globais e locais,

que, reconhecidamente, afetam de maneira significativa os serviços de provisão de água, sendo ainda mais notório nos grandes centros urbanos, a exemplo da RMSP. As mudanças poderão amplificar e acentuar todos os problemas antes assinalados, de forma que a gestão dos recursos hídricos deverá considerar as projeções dessas mudanças e de suas incertezas na implementação de políticas públicas.

O diagnóstico apresentado aponta para a extrema urgência no estabelecimento de estratégias que conservem e recuperem os serviços ecossistêmicos da biosfera relacionados à provisão e regulação da água superficial e subterrânea, representados por coberturas vegetais, matas ripárias, várzeas e áreas alagadas, sobretudo, em áreas de mananciais.

O grande desafio consiste em efetivar a integração entre os poderes municipal, estadual, comitês de bacia e setores da iniciativa privada em relação à gestão da água (superficial e subterrânea) e ao uso e à ocupação do solo. Reconhecer e promover os serviços múltiplos da água como valores econômico, social, ambiental e cultural e a interdependência entre tais valores são questões-chave. Promover o desenvolvimento de técnicas mais sustentáveis voltadas para o reuso da água, a redução do consumo e do desperdício, bem como investir pesadamente no saneamento e no abastecimento são medidas imprescindíveis para evitar a busca pelos serviços de provisão de água em bacias mais distantes, com irradiação dos impactos já experimentados na RBCV. Fundamentalmente, trata-se de reconhecer efetivamente a vocação da RBCV no fornecimento de serviços ecossistêmicos, lançando mão de meios legais, de sustentação econômica e de viabilização da compensação aos municípios, em nível que permita superar os atuais processos de degradação e de perda da integridade das áreas que lhe garantiram o reconhecimento como Reserva da Biosfera. Somente assim o cenário poderá ser revertido, propiciando o aumento da segurança coletiva da população na RBCV e das bacias vizinhas e o alívio das pressões sobre o bem-estar humano das populações atuais e futuras.

REFERÊNCIAS

- ABE, D.S. *et al.* (2006). **Avaliação da capacidade de remoção de nitrogênio em uma várzea da cabeceira do reservatório de Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo.** In: Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T. & Sidagis-Galli, C. (ed.). Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos. p. 241 – 253.
- _____. *et al.* (2009). **The effect of eutrophication on greenhouse gas emissions in three reservoirs of the Middle Tietê River, southeastern Brazil.** *Verh. Int. Verein. theor. Ang. Limnol.* 30: 822 – 825.
- ALVES, C.D. *et al.* (2008). **Análise dos Processos de Expansão Urbana e das situações de Vulnerabilidade Socioambiental em escala Intra-urbana.** Trabalho apresentado no IV Encontro Nacional da ANPPAS. Brasília, 4, 5 e 6 de junho de 2008.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (2009). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009.** Agência Nacional das Águas, Brasília. 204p.
- ANDRADE, A. A. S. (2005). **Análise da eficiência da Várzea do Ribeirão Parelheiros na melhoria de qualidade de águas que afluem à Represa do Guarapiranga, São Paulo.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos. 105p.
- ARAÚJO, R. (2017). Recuperação urbana e saneamento ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga: de onde viemos, onde estamos e para onde vamos. In: Bicudo, C.E.M. & Bicudo, D.C. (org.) **100 Anos da Represa Guarapiranga: Lições e Desafios.** Curitiba: Editora CRV, p. 429 – 450.
- ARCOVA, F. C. S. (2006). Influências da zona ripária sobre os processos hidrológicos de microbacias. In: Rodrigues, V.A. & Bucci, L.A. (orgs.). **Manejo de bacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais.** FEPAF, Botucatu, p. 37-50.
- _____; CICCIO, V. (2005). Manejo de bacias hidrográficas. In: HONDA, E.A. YAMAZOE, G. (orgs.). **25 anos de cooperação JICA-Instituto Florestal.** Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo. p. 34-46.
- _____; _____.; ROCHA, P.A.B. (2003). Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha, São Paulo. **Revista Árvore**, 27. p. 257 – 262.
- BARRADAS, A.M.F. (2020). **Hidrografia da RBCV, com a delimitação das Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRHI.** [mapa]. São Paulo.
- BASTOS, R. K. X.; BEZERRA, N. R.; BEVILACQUA, P. D. (2007). Planos de segurança da água: novos paradigmas em controle de qualidade da água para consumo humano em nítida consonância com a legislação brasileira. In: **24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.**
- BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (2008). Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais. In: Buckeridge, M. (org.) **Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil.** São Carlos: RiMa Editora, p. 151-165
- BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (org.) (2017). **100 Anos da Represa Guarapiranga: Lições e Desafios.** Curitiba: Editora CRV, 504p.
- BICUDO, D. C. *et al.* (2007) Undesirable side effects of water hyacinth control in a shallow tropical reservoir. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 6, p. 1120-1133.
- BOSCH, J. M.; HEWLETT, J. D. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **Journal of Hydrology** 55. p. 3-23.
- BRASIL (1925). **Decreto nº 16.844, de 27 de março de 1925.** Aprova o plano das obras que “The São Paulo Tramway, Light & Power Company Limited” pretende executar nos municípios de Sallsopolis, Santos, Mogy das Cruzes, São Bernardo, Santo Amaro e Itapeceira, no Estado de São Paulo, para aproveitamento da força hidráulica do rio Tietê e de alguns de seus afluentes, e declara a urgência da desapropriação dos terrenos e bemfeitorias compreendidos nas respectivas plantas.
- BRASIL (2000). **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL (2002). **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências
- CALDER, I. R. (2002). Forests and hydrological services: reconciling public and science perceptions. **Land Use and Water Resources Research** 2. p. 1-12.
- CARMO, R. L.; TAGNIN, R. A. (2001). Uso Múltiplo da Água e Múltiplos Conflitos em Contextos Urbanos: o caso do Reservatório Billings. In: HOGAN D. J. *et al.* (orgs.) **Migração e Ambiente nas Aglomerações Urbanas.** p. 421-444. Núcleo de Estudos de População. Unicamp, Campinas.



- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2006). **Cadastro de áreas contaminadas**. Acessado em novembro de 2006.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2009). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 2008**. São Paulo: CETESB, 528p.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2010). **Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo 2009** (recurso eletrônico). CETESB, 310p. São Paulo: CETESB.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2017)
- CICCO, V. (2009). **Determinação da evapotranspiração pelos métodos dos balanços hídricos e de cloreto e a quantificação da interceptação das chuvas na Mata Atlântica: São Paulo, SP e Cunha, SP**. 124 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.
- _____; ARCOVA, F. C. S.; RANZINI, M.; SANTOS, J. B. A. (2006). Cooperação técnica entre Instituto Florestal e o governo do Japão/JICA. In: RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. (orgs.). **Manejo de bacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. FEPAF, Botucatu p. 51-59.
- COUTINHO, R. M.; KRAENKEL, A; PRADO, P. I. (2015). Catastrophic Regime Shift in Water Reservoirs and São Paulo Water Supply Crisis. *PLoS one* 10(9):e0138278.
- CUNHA, J. M. P. da. (1995) A mobilidade pendular: uma contrapartida da migração intrametropolitana. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 6., **Anais...** Brasília: Anpur, 1995. p. 518-526.
- CUNHA, J. M. P. da. (2014). Migração intrametropolitana: movimentos dos pobres? *Revista Brasileira de Estudos de População*, 12(1/2), 59-80. 2º Edição. Disponível em: <<https://www.rebep.org.br/revista/article/view/455>>. Acesso: 01 dez. 2019.
- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (1975). **Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 1**, Grande São Paulo. São Paulo. SOMA. 3 vol.
- DIAS, J. P. R. V. (2005). **Composição isotópica de oxigênio e hidrogênio da precipitação e sua relação com as águas subterrâneas na cidade de São Paulo**. 153p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 2005.
- DIAS, P; BABINSKI, M; HIRATA, R; MANCINI, L; ROSÁRIO, M.; AZEVEDO, A. (2005). Caracterização isotópica da procedência da chuva em São Paulo (Brasil) e sua relação com as águas subterrâneas, **VIII Cong. de Geoquímica dos Países de Língua Port**. Aveiro, Portugal, p. 433-436.
- DÖLL, P.; FLÖRKE, M. (2005). Global - Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge. Frankfurt, **Hydrology Paper** 03, Institute of Physical Geography, Frankfurt University, Frankfurt am Main, Germany, 21p.
- DREW, D. (1986). **Processos Interativos Homem – Meio Ambiente**. São Paulo: DIFEL. 206p.
- DUFF, J. H.; TRISKA, F. J. (1990). Denitrification in sediments from the hyporheic zone adjacent to a small forested stream. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 47. p. 1140-1147.
- ECODEBATE (2019). **Site de informações, artigos e notícias socioambientais**. Disponível em: <<https://ecodebate.com.br/foto/guarapirangasa-besp.jpg>>. Acesso: 30 nov. 2019.
- EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO. (2002). **Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo da RMSP**. São Paulo.
- FABHAT – FUNDAÇÃO AGÊNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ (2018). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos**. Bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 06. Ano Base 2018. Disponível em: <http://www.fabhat.org.br/site/images/docs/Rel.Sit.2011.AT.pdf>. Acesso: 22 out. 2019.
- FECOMERCIO – FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2010). **O uso racional da água no comércio**. 56p. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>. Acesso: 18 out. 2019.
- FERNANDES, A.N. (2010). Gestão de Recursos Hídricos na RMSP – SABESP. In: **VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. 17 a 19 de maio de 2010. Centro de Eventos da PUCRS – Porto Alegre. Painel: Otimização do Uso de Recursos Hídricos. Palestra em formato eletrônico. 44 transparências. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/qualidade/palestras/adilson_nunes_fernandes.pdf> Acesso: 22 out. 2019.
- FONTANA, L., *et al.* (2014). **The eutrophication history of a tropical water supply reservoir in Brazil**. *Journal of Paleolimnology* 51: 29 – 43
- FOSTER, S., HIRATA, R., MISRA, S. & GARDUÑO, H. (2010). **Urban groundwater use policy – balancing the benefits and risks in developing nations**. Sustainable Groundwater Management Contributions to Policy Promotion. GW-MATE Strategic Overview Series Number 3. World Bank. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/471001468159609056/pdf/575570BRI0Box31rban0Groundwater0Use.pdf>>. Acesso: 18 out. 2019.
- FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (2009). **Plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê – 2009**. Sumário Executivo: 63p., vol. 1: 604p., vol. 2: 271p., vol. 3: 127p., vol. 4: 312p.

- GHISELLI, G.; JARDIM, W.F. (2007). **Interferentes endócrinos no ambiente**. Química Nova 30 (3). p. 695-706.
- HATANO K.; TRENTIN, C. C.; HOUSE, C. H.; WOLLUM, A. G. (1993). Microbial population and decomposition activity in three subsurface flow constructed wetlands. In: Moshiri, G.A. (ed.). **Constructed wetlands for water improvement**. Ed. Lewis Publishers.
- HIBBERT, A. D. (1967). Forest treatment effects on water yield. In: **Forest Hydrology**. Pergamon Press, Oxford. p. 527-543.
- HIRATA, R.; FERREIRA, L. (2001). Os aquíferos da bacia hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. **Revista Brasileira de Geologia** 31, p. 43-50.
- _____; _____; FERRARI, L. & PEDE, M. (2002). La explotación de las aguas subterráneas en la cuenca hidrográfica del Alto Tietê: crónica de una crisis anunciada. **Boletín Geológico Minero**, 113. 273 – 282.
- _____; CONICELLI, B. (2011). Groundwater resources in Brazil: a review of possible impacts caused by climate change. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (no prelo, trabalho aceito para publicação).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados. (Banco de Dados. Todos os Municípios – SP)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007). **The physical science basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>>. Acesso: 18 out. 2019.
- IRITANI, M. A. (1993). **Potencial Hidrogeológico da Cidade Universitária de São Paulo**. 1993. 108 p. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado.
- JEPPENSEN, E. *et al.* (2014). Climate change impacts on lakes: an integrated ecological perspective based on a multi-faceted approach, with special focus on shallow lakes. **Journal of Limnology** 73: 88 – 111.
- JORGENSEN, S. E. (2007). **Wetlands applied to solve Water Management Problems**. Palestra proferida dia 22 de janeiro de 2007 aos alunos do Curso sobre wetlands construídas. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos.
- LABHAB – LABORATÓRIO DE HABITAÇÃO E ASSENTAMENTOS HUMANOS. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/USP. (2005). **Impactos urbanísticos do Trecho Oeste do Rodaanel Mario Covas**. São Paulo: FAU/USP. (Estudo preliminar).
- MAGRIN, G. *et al.* (2007). Latin America. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. In: PARRY, M. L. *et al.* (eds.) **Contribution of working group II to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge. p. 581 – 615.
- MANCINI, R. M. (2008). **Gestão de recursos hídricos no Estado**. Palestra apresentada na Conferência “Urban Age São Paulo Workshop”, 04 de abril de 2008, São Paulo.
- MARCONDES, M. J. A. (1995). **Urbanização e meio ambiente: os mananciais da metrópole paulista**. 1995. 337p. São Paulo. Tese de Doutorado, FAU/USP.
- MARENGO, J. A.; SILVA-DIAS, P. L. (2006). Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda. São Paulo, 3. ed. rev. ampl.
- _____; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. (2010). Mudanças climáticas e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENS-TUHL, M. C. B. (Orgs). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. Instituto de Botânica, São Paulo. p. 201-215.
- MARTINS, V. T. S. (2008). **Aplicação de isótopos de Pb, Sr, H e O como traçadores da recarga e da contaminação de aquíferos metropolitanos: um exemplo da bacia do Alto Tietê: um exemplo da bacia do Alto Tietê**. 220 p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. (2010). **Serviços ambientais prestados pelas florestas da bacia da represa Billings**. São Bernardo do Campo: Ed. do Autor.
- MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). **Ecosystems and human well-being: current state and trends**. Vol. 5. Island Press, Washington, DC.
- MENEGASSE-VELÁSQUEZ, L. N. (1996). **Efeitos da Urbanização Sobre o Sistema Hidrológico: Aspectos da Recarga no Aquífero Freático e o Escoamento Superficial**. 124p. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 1996.
- MORETTI, L. R.; GONTIJO JÚNIOR, W. C. (2005). Conciliação de conflito dentro da política brasileira de recursos hídricos: o caso do sistema Cantareira. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2006). Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional**



de Recursos Hídricos – Síntese Executiva. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006, 135p.

MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE (2000). **Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000.** Estabelece os procedimentos e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências

MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004). **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

NOBRE, C. A. *et al.* (2010). **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo.** Sumário Executivo, São Paulo: INPE, UNICAMP, USP, IPT, UNESP. 2010.

OKA, C.; ROPERTO, A. (2002). **Plano de Trabalho para o Sistema Cotia,** São Paulo. 2002.

PEREIRA FILHO, A. J.; SANTOS, P. M.; XAVIER, T. M. B. S. (2007). **Evolução do tempo e do clima na Região Metropolitana de São Paulo.** São Paulo: Linear B.

_____, A. J.; ROCHA, K. (2010). Equipe EM – IAGUSP. **Impactos Antrópicos no Tempo e no Clima da RMSP,** palestra proferida na Câmara Municipal de São Paulo em 08 abr. 2010.

POCOL, A. P. (2004). **Uma Análise do Uso dos Indicadores para Monitoramento das Ações do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano do Estado de São Paulo – PROÁGUA.** (2004). Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

REIS, L. V. S. (2004). **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público: caso do manancial do município de Piracicaba.** Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São. 2004.

RESILIENCE (2008). Resilience, adaptation and transformation in turbulent times: International science and policy conference. **International Science and Policy Conference.** Stockholm – Sweden, 2008, april 14-17.

ROCHA, G. A.; GONÇALVES, V. G.; REBOUÇAS, A.; BARRETO, L. M. B. (1989). Hidrogeologia da bacia de São Paulo. *In:* IGc/USP e SBG/SP, **Workshop Geologia da Bacia de São Paulo.** Atas, p. 44-49.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO; CEPAS – CENTRO DE PESQUISAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (IGc/USP) (1994). **Diagnóstico Hidrogeológico**

da Região Metropolitana de São Paulo. Diagnóstico Final. Convênio SABESP/CEPAS – IG/USP. São Paulo. 1994. 115p.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO (2013). **Complexo Metropolitano – 2013.**

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO (2015). **CHES – Crise Hídrica, estratégias e soluções da SABESP para a Região Metropolitana de São Paulo – 2015.**

SÃO PAULO (Estado) (1975). **Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975.** Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo. 19 dez. 1975. Ano 85. n. 245.

SÃO PAULO (Estado) (1976). **Lei nº 1.172, de 17 de novembro de 1976.** Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2º da Lei nº 898, de 18/12/1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 18 nov. 1976. p. 2.

SÃO PAULO (Estado) (1978). **Lei nº 1.817, de 27 de outubro de 1978.** Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 28 out. 1978. Suplemento.

SÃO PAULO (Estado) (1988). **Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988.** Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do estado de São Paulo e dá outras providências. Diário oficial [do] Estado de São Paulo. São Paulo, 3 jun. 1988. v. 98. p. 101.

SÃO PAULO (Estado) (1991). **Decreto nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991.** Regulamenta a Lei n. 6.134, de 2 de junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo. Seção I. 101 (26). p.7, retificado em 9 fev. 1991, Seção I. 101 (27), p. 2.

SÃO PAULO (Estado) (1989). **Constituição Estadual, de 5 de outubro de 1989.** Atualizada até a Emenda Constitucional nº 47, de 14 de março de 2019. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/constituicao/1989/compilacao-constituicao-0-05.10.1989.html>>. Acesso: 01 dez. 2019.

SÃO PAULO (Estado) (1997). **Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997.** Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional

do Estado de São Paulo. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 29 nov. 1997. Seção I. p. 1/3.

SÃO PAULO (Estado) (1999). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Termo de referência para o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia da Billings**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, São Paulo, 1999.

SÃO PAULO (Estado) (2006). **Conselho Estadual de Recursos Hídricos Plano Estadual de Recursos Hídricos: 2004 / 2007**. Resumo. São Paulo, DAEE.

SÃO PAULO (Estado) (2006). **Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006**. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga. – Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 17 jan. 2006. p. 1.

SÃO PAULO (Estado) (2007a). **Decreto nº 51.686, de 22 de março de 2007**. Regulamenta dispositivos da Lei estadual nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006, Lei Específica Guarapiranga, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga – Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 23 mar. 2007. Seção I. p. 1.

SÃO PAULO (Estado) (2007b). Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo. **Projeto Mananciais: Relatório Ambiental dos Componentes do Projeto**. Sumário Executivo. São Paulo. 2007.

SÃO PAULO (Estado) (2009a). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Situação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo. 2009, 149p.

SÃO PAULO (Estado) (2009b). **Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009**. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM – B. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 17 jul. 2009b. Seção I. p. 1/7.

SÃO PAULO (Estado) (2010). **Decreto nº 55.342, de 13 de janeiro de 2010**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM – B, e dá providências correlatas. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 14 jan. 2010. Seção I. p. 1.

SÃO PAULO (Estado) (2013a). **Macrometrópole: Sumário Executivo: Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional (SPDR); Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SMA); Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos

de Saneamento e Recursos Hídricos; Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2013, 44p. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometrópole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes>. Acesso: 01 dez. 2019.

SÃO PAULO (Estado) (2013b). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2012/2015**. São Paulo: SSRH/CRHi, 2013. 210p.: il.

SOCRATES, J. R.; GROSTEIN, M. D.; TANAKA, M. M. S. (1985). **A cidade invade as águas: qual a questão dos mananciais?** São Paulo: FAUUSP. 1985.

SUGUIO, K. (2006). **Água**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 242 p. 2006.

TAGNIN, R. A. A (2005). Capacidade de prevenção é irrecuperável? *In*: DOWBOR, L.; TAGNIN, R. A. **Administrando a Água como se fosse importante: Gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Senac, p. 147-160.

TIMS, J. (1994). The role of riparian zone as it affects water quality. *In*: **Symposium on Riparian Zone Management, Fredericton**. Proceedings... Canadian Forest Service, Maritimes Region, Fredericton. p. 9 – 21.

TORRES, H. G.; ALVES, H.; OLIVEIRA, M. A. (2007). Expansão Urbana, Mercado Imobiliário e Degradação Ambiental em São Paulo. *In*: Hogan, D. J. (org.) **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. p. 165-184. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/UNICAMP.

TUNDISI, J. G. (2005). **Água do Século XXI: enfrentando a escassez**. 2.ed. Rima Editora, São Carlos. 248p.

_____. (2008). Desafios atuais e futuros para garantir a qualidade da água dos mananciais do município e da Região Metropolitana de São Paulo. *In*: WHATELY, M. *et al.* **Mananciais: uma nova realidade?** Instituto Socioambiental. São Paulo: Instituto Socioambiental. p. 83-97.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. (2006). **Human Development Report 2006, beyond scarcity: power, poverty and the global crisis**. New York: Palgrave Macmillan. 440p.

VICTOR, R. A. B. M. *et al.* (2018). A escassez hídrica e seus reflexos sobre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo: o caso da provisão de alimentos, produção madeireira, lazer e turismo aquático. *In*:



BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa; AMBRIZZI, Tércio; *et al.* Livro Branco da Água. Estudos Avançados da USP – IEA – USP[S.I.: s.n.], p. 54-73.

VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. (2005). **Planos de Segurança da Água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento**. Edição: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Universidade do Minho.

VIVIANI-LIMA, J. B. (2007). **Estimativa de recarga em áreas urbanizadas: estudo de caso na Bacia do Alto Tietê**. 2007. 219p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

_____; HIRATA, R.; ARAVENA, R. (2007). **Estimation of groundwater recharge in the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil**. IAH Internation Congress. Lisbon.

VÖRÖSMARTY, C. J.; BOS, R.; BALVANERA, P. (2005). Fresh Water. Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group, v. 1, p. 165. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.276.aspx.pdf>>. Acesso: 18 out. 2019.

WALLING, D. E. (1980). Water in the catchment ecosystem. In: GOWER, A.M. (ed.). **Water quality in catchment ecosystems**. John Wiley & Sons, New York. p. 1 – 47.

WHATELY, M.; CUNHA, P. M. (2006). **Guarapiranga 2005: como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga**. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental, 51p. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/26D00004.pdf>>. Acesso: 22 out. 2019.

WHATELY, M.; CUNHA, P. M. (2007). **Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo: resultados do diagnóstico socioambiental participativo do Sistema Cantareira**. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental. 68p. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/24L00004.pdf>. Acesso: 22 out. 2019.

_____; SANTORO, P.; TAGNIN, R. A. (2008). **Contribuições para a elaboração de leis específicas de mananciais: o exemplo da Billings**. Instituto Socioambiental. São Paulo.

_____; DINIZ, L. (2009). **Água e esgoto na grande São Paulo: situação atual, nova lei de saneamento e programas ambientais propostos**. São Paulo: Instituto Socioambiental.

WWAP – Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO (2019). **Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019**: No dejar a nadie atrás. París, UNESCO.

GLOSSÁRIO

A

Águas não duras ou leves | Águas com pouca quantidade dissolvida de sais de cálcio e magnésio.

Algicida | Produto químico utilizado para eliminar ou controlar o desenvolvimento de algas. Pode ser usado em represas, lagos e locais de armazenamento e distribuição de água para consumo e/ou uso industrial.

Anisotrópico | Material que apresenta comportamento hidráulico diferente (como a permeabilidade) segundo a direção no espaço.

Anoxia | Ausência de oxigênio na água.

Aquífero confinado | Reservatório de água subterrânea coberto, tanto na parte superior como na inferior, por camadas de rochas ou sedimentos de menor permeabilidade gerando pressões.

Aquífero livre | É aquele em que a superfície da água que se encontra nos poros das rochas está em contato direto com a pressão atmosférica, ou

seja, não há obstáculos entre a superfície terrestre e a água subterrânea, apenas poros vazios da rocha (em contraste com aquífero confinado).

Aquífero semi-confinado | Parte de sua extensão encontra-se confinada sob camada de rocha impermeável, impedindo contato direto com a superfície terrestre e a atmosfera.

Áreas de mananciais | Mananciais de água são as fontes, superficiais ou subterrâneas, utilizadas para abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas. As áreas de mananciais compreendem as porções do território percorridas e drenadas pelos cursos d'água, desde as nascentes até os rios e represas.

B

Bacia hidrográfica | Área de captação da água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda a água captada converge para um único ponto de saída, o exutório. Os

divisores topográficos ou divisores de água são as cristas das elevações do terreno, que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes. Na bacia hidrográfica, desenvolvem-se atividades humanas que utilizam a água para múltiplas finalidades, inclusive de recepção, diluição e assimilação de esgotos urbanos, de efluentes industriais e de rejeitos agrícolas.

C

Cadeia trófica (ou alimentar) | Relação entre os seres vivos que compõem um ecossistema, a partir da qual a energia é transferida de um organismo a outro através da alimentação. É constituída pelos seguintes níveis: produtores e consumidores, que podem ser primários, secundários e terciários.

Cianobactérias | Organismos primitivos, procariontes (sem núcleo definido), fotossintetizantes, antes conhecidos como algas azuis. Habitam a Terra há 2,5 bilhões de anos. Algumas espécies são capazes de fixar nitrogênio do ar. Outras podem crescer rapidamente e causar alterações na qualidade da água, conferindo-lhe cor, odor e gosto. Ainda outras podem ser tóxicas (com produção de cianotoxinas) e causar sérios problemas à saúde pública, até a morte dos organismos infestados.

Colapso de terreno | Processo em que o terreno sofre um afundamento, por dissolução de rochas carbonáticas e formação de cavidades.

Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH) | Órgão consultivo e deliberativo de nível regional, ao qual compete: aprovar o Plano Estadual de Recursos Hídricos e a proposta de programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos financeiros em serviços e obras de interesse para o gerenciamento dos recursos hídricos; aprovar a proposta do plano de utilização, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, em especial o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante, com o apoio de audiências públicas; promover entendimentos, cooperação e eventual conciliação entre os usuários dos recursos hídricos; promover estudos, divulgação e debates, dos programas prioritários de serviços e obras a serem realizados no interesse da coletividade; e apreciar o relatório de situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica. Os comitês são formados por representantes do poder público (federal, estadual e municipal), dos usuários e da sociedade civil.

D

Demanda Bioquímica de Oxigênio | É a medida da quantidade do oxigênio dissolvido em um corpo d'água, consumido pela atividade

bacteriana. A DBO é proporcional ao tempo, ou seja, quanto maior o tempo, mais a matéria orgânica biodegradável é decomposta pela atividade aeróbica das bactérias. Adotam-se 5 dias como tempo padrão nas medidas de DBO da água ou do efluente.

Desnitrificação | Processo em que as bactérias reduzem o nitrato (NO_3) a nitrito (NO_2) e a nitrogênio gasoso (N_2), o qual volta para atmosfera constituindo um mecanismo de diminuição do nitrogênio em águas residuárias ou excesso de eutrofização. Em áreas alagadas e pantanosas, esse processo é comum e fundamental.

E

Estruturas cársticas | Estruturas relacionadas ao carste, ou seja, às rochas carbonáticas que formam cavernas, dutos e outras estruturas de dissolução.

Estudos isotópicos | Estudos que incluem isótopos, que são elementos químicos de mesmo número atômico, mas diferentes massas atômicas e permitem avaliar, através do comportamento físico-químico desses elementos, diferentes origens das águas subterrâneas.

Eutrofização | Processo de aumento da produção de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos devido ao enriquecimento resultante, principalmente, do aumento da concentração de nitrogênio e fósforo na água. É conhecida como artificial ou cultural quando resulta de atividades humanas tais como de despejos de esgotos domésticos e industriais e da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura. A eutrofização artificial acelera o processo de produção orgânica e causa a deterioração da qualidade da água e outros efeitos deletérios à biodiversidade do ambiente, trazendo implicações ambientais, econômicas, sociais e riscos para saúde pública.

F

Floração de cianobactérias | Crescimento exagerado de uma ou de poucas espécies de cianobactérias usualmente resultante do enriquecimento de ambientes aquáticos pela ação do homem.

Formação Resende | Sequência de rochas sedimentares que caracterizam um ambiente de leques aluviais, depositada no Eoceno-Oligoceno (há aproximadamente 30 milhões de anos).

Formação São Paulo | Sequência de rochas sedimentares que caracterizam um ambiente fluvial, depositada no final do Oligoceno (há aproximadamente 23 milhões de anos).



H

Hipolímnio | Camada (ou estrato) mais profunda de um lago e/ou reservatório originada pela diferença de temperatura e densidade na coluna d'água, por meio da estratificação térmica. É a camada mais fria e densa de todas.

I

Índice de Estado Trófico (IET) | Tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado com o crescimento excessivo das algas, ou o potencial para a infestação de macrófitas aquáticas.

Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento (IAP) | Índice que inclui no grupo de substâncias tóxicas do ISTO, o Teste de Ames e o Potencial de Formação de THM (tri-halometano, compostos organoclorados derivados do metano e resultantes da reação do cloro com a água que contém matéria orgânica). É aplicado para os locais de monitoramento que são utilizados para abastecimento público.

Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA) | Avalia a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e da flora. Fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos toxicológicos, como também sobre seu estado trófico.

M

Macrófitas aquáticas | Plantas aquáticas macroscópicas que podem ser inteiramente submersas (submersas livres ou enraizadas nos sedimentos), parcialmente submersas com folhas fora d'água (emersas), ou com folhas flutuantes (enraizadas), ou inteiramente flutuantes (flutuantes livres). São muito comuns em lagos, represas e rios. Exemplos: aguapé, alface-d'água, ninfeia, salvinia, entre outras.

Metabólito | Produto do metabolismo (conjunto de reações químicas) de determinado organismo. Pode ser classificado como primário quando envolvido diretamente no crescimento, desenvolvimento e reprodução; ou secundário quando, embora não esteja diretamente envolvido em tais processos, podem apresentar uma importante função ecológica.

N

Neocenozoicas | Rochas geradas em período que compreende os últimos 23 milhões de anos.

P

Porosidade primária | Porosidade (presença de poros) criada durante a formação da rocha e não posteriormente.

Q

Q_{7,10} | Vazão mínima superficial de 7 dias consecutivos em um determinado corpo d'água, para um período de retorno de 10 anos.

R

Recarga | Água que se infiltra pela superfície terrestre e atinge o aquífero, alimentando-o.

Recarga antrópica | Corresponde à parte da recarga da água subterrânea influenciada pela ação humana, como vazamentos de redes de distribuição de água e coleta de esgoto, e não exclusivamente pelos processos naturais, como a chuva.

S

Sinapse nervosa | Ponto de comunicação em que as extremidades de neurônios vizinhos se encontram e o estímulo passa de um neurônio para o seguinte, através de mediadores físicos e químicos conhecidos como neurotransmissores.

Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGHR) | Sistema integrado por órgãos e colegiados relacionados à gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de assegurar os meios financeiros e institucionais para: utilização racional dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; priorização do abastecimento público; maximização dos benefícios econômicos e sociais do uso múltiplo dos recursos hídricos; proteção e defesa contra eventos hidrológicos críticos; desenvolvimento e aproveitamento econômico e programas permanentes de conservação e proteção das águas. O SIGRH visa à execução da política estadual de recursos hídricos e à formulação, à atualização e à aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, congregando órgãos estaduais e municipais e a sociedade civil (Lei estadual nº 7663/91). Adota as bacias hidrográficas como Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), estabelecendo um sistema de gestão descentralizado, baseado nos Comitês das Bacias.

Sistema Produtor | Sistemas administrativos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) destinados à captação, ao armazenamento e ao tratamento da água para abastecimento.

Sistemas tampão | Áreas alagadas, florestas ripárias, interfaces entre sistemas terrestres e aquáticos são regiões tampão que removem nitrogênio (por desnitrificação) e fósforo (por precipitação e complexação no sedimento e agregado em partículas às raízes de macrófitas aquáticas). Além disso, precipitam metais pesados e complexam esses elementos; e removem material em suspensão, impedindo seu transporte para sistemas aquáticos.

Solvente halogenado | Substância química da classe dos solventes orgânicos capaz de dissolver um determinado material. São altamente voláteis e possuem, em sua estrutura, átomos de cloro (Cl), flúor (F), bromo (Br) e iodo (I).

Subsidência de terreno | Processo em que o terreno sofre um afundamento que pode ter várias causas, inclusive o intenso bombeamento

das águas subterrâneas em aquíferos que apresentam tal susceptibilidade.

U

Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) | Unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (Leis estaduais nº 7.663/91 e nº 9.043/94). Está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, em que os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal.

Z

Zona limnética | Região que corresponde à área mais central de um lago ou reservatório. É também conhecida como "região pelágica" ou "água aberta"

PARTE 2

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO



2.1 PROCESSOS GEOHIDROLÓGICOS DE EROSIÃO, ESCORREGAMENTOS, ASSOREAMENTOS E INUNDAÇÕES

Coordenador

Antonio Manoel dos Santos Oliveira | Pesquisador independente

Autores

Antonio Manoel dos Santos Oliveira | Pesquisador independente

Marcio Rossi | IF/SIMA

Kátia Canil | UFABC

Marcio Roberto Magalhães de Andrade | CEMADEN

Marina Mitsue Kanashiro | IF/SIMA

Autora contribuinte

Maria José Brollo | IG/SIMA

Foto de abertura do capítulo:
Perda de serviço
ecossistêmico e processos
geohidrológicos decorrentes
de erosão e assoreamento de
curso d'água. Implantação do
Rodoanel Norte na região
de Guarulhos, com
desmatamento, corte e aterro.
Fonte: Antonio Manoel
dos Santos Oliveira (2014).



SUMÁRIO



Resumo.....	245
1 Introdução.....	246
2 Conceitos básicos.....	246
3 Os processos geohidrológicos na RBCV.....	247
3.1 Condicionantes do meio físico: os terrenos da RBCV.....	248
3.2 Condicionantes do meio antrópico: o uso do solo da RBCV.....	252
3.3 Os processos geohidrológicos na RBCV.....	256
3.4 Ônus dos processos geohidrológicos na RBCV.....	265
4 O serviço de regulação do escoamento de água e o bem-estar humano na RBCV.....	267
5 Mudanças climáticas e os processos geohidrológicos.....	268
Conclusões.....	270
Referências.....	270
Glossário.....	272

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 Geomorfologia da RBCV.

Figura 2 Geologia da RBCV.

Figura 3 Pedologia da RBCV.

Figura 4 Uso e ocupação do solo na RBCV.

Figura 5 Evolução da cobertura vegetal natural para a RBCV.

Figura 6 Ocupação do morro do Jabaquara em Santos.

Figura 7 Degradação dos serviços ecossistêmicos pela ocupação irregular do loteamento do Novo Recreio na periferia de Guarulhos, e manifestação de erosões e escorregamentos.

Figura 8 Distribuição de classes de declividades dos terrenos da RBCV.

Figura 9 Intensos processos erosivos nos aterros de área terraplenada para loteamento em São Paulo.

Figura 10 Escorregamento em Francisco Morato.

Figura 11 Córrego Taquara do Reino, afluente do rio Baquirivu – Guaçu, da bacia do Alto Tietê, assoreado com sedimentos e resíduos, devido à ocupação urbana na periferia de Guarulhos.

Figura 12 Foto área de 1986 mostra a área sendo terraplenada para loteamento na cabeceira do córrego Pau d'Alho, região do Cabuçu, em Guarulhos.

Figura 13 Assoreamento do fundo do vale do córrego do Pau d'Alho, com perda de edificações.

Figura 14 Inundação das margens do rio Pinheiros.

Figura 15 Comparação entre o número de acidentes de escorregamentos na RBCV e no Estado de São Paulo.

Figura 16 Distribuição dos serviços ecossistêmicos da biosfera com base no mapa de uso do solo.

QUADROS

Quadro 1 Tipos de relevo, ocorrências de processos de inundações e escorregamentos, e municípios afetados na RBCV.

Quadro 2 Relevo, seu domínio de declive, comportamento hídrico decorrente e processos dominantes em áreas desmatadas.

Quadro 3 Estudo de Caso: A microbacia do Pau d'Alho, Guarulhos, SP.

Quadro 4 Análise qualitativa de impactos dos processos geohidrológicos na RBCV – Planalto, em termos de risco envolvendo a probabilidade de suas ocorrências como acidente ambiental.

SIGLAS



APA Área de Proteção Ambiental (categoria de UC)

CEMADEN Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais

CTH Centro Tecnológico de Hidráulica

DAEE Departamento de Água e Energia Elétrica

EMPLASA Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IF Instituto Florestal

IG Instituto Geológico

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

RMSP Região Metropolitana de São Paulo

SEADE Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SIMA Secretaria de Infraestrutura e Ambiente (Estado de São Paulo)

SVMA Secretaria do Verde e Meio Ambiente (Prefeitura de São Paulo)

UFABC Universidade Federal do ABC

UGRHI Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

ZCAS Zona de Convergência do Atlântico Sul





RESUMO

Na RBCV, o serviço de regulação do escoamento superficial, responsável pelos processos geohidrológicos, é observado nos compartimentos geomorfológicos. No Planalto Atlântico a ocupação iniciou-se nas colinas de arenitos/argilitos e se expandiu para os morros de granitos, gnaisses, xistos e filitos, onde o relevo, mais acidentado com solos suscetíveis à erosão e ocupação inadequada, manifesta-se de risco. Mas, a cultura de morar no plano e a ocupação sem respeitar os limites do meio físico geram processos indesejáveis (inundações e alagamentos na metrópole paulista). Na Escarpa da Serra do Mar, destacam-se obras de transposição (rodovias, ferrovias, dutovias, linhas de energia), hidroelétricas, indústrias e ocupação irregular (bairros-cota), em áreas de elevado declive, que favorecem os processos (erosão, escorregamento, corrida de detritos), colocando-as em risco, seja na Serra ou na Baixada contígua. Nessa Baixada Litorânea se destacam os morros (Santos, São Vicente e Guarujá), com escorregamentos que submetem as ocupações a graves situações de risco. O Sistema Estuarino recebe os sedimentos produzidos pelos processos, exigindo constante dragagem para a manutenção do sistema portuário. Os impactos desses processos, induzidos pela ocupação inadequada, implicam em paralisação de atividades econômicas; maior custo de manutenção de infraestruturas (drenagem urbana, sistemas e reservatórios de abastecimento de água e sistema portuário); danos aos patrimônios públicos e privados; comprometimento da saúde física e psíquica da população (óbitos e vítimas de acidentes); aumento dos custos da gestão pública (obras corretivas, ações de defesa civil, sistemas de saúde). Esse balanço exige a adequação do uso do solo à conservação de áreas de cobertura vegetal para produção dos serviços ecossistêmicos de regulação na RBCV, com significativos e imediatos ganhos para o bem estar humano, incluindo vantagens econômicas a médio e longo prazos.

1 | INTRODUÇÃO

Este capítulo sobre a regulação do escoamento superficial, como serviço ecossistêmico, contempla os processos geohidrológicos de erosão, escorregamentos, assoreamentos e inundações.

Após apresentar os conceitos básicos, essencialmente teóricos, o capítulo avança na caracterização dos processos geohidrológicos que efetivamente ocorrem na RBCV, apresentando os principais estudos de referência e traçando os principais condicionantes de ordem natural e antrópica.

No tocante aos condicionantes naturais, o capítulo apresenta as principais características do relevo, pela abordagem geomorfológica e pela natureza dos terrenos, os solos e o substrato rochoso, segundo abordagens da pedologia e da geologia.

No que se refere aos condicionantes antrópicos, apresenta o quadro do uso do solo que, em seguida, é traduzido como distribuição atual dos serviços ecossistêmicos da RBCV.

Na sequência, o capítulo discute os ônus dos processos geohidrológicos instalados na RBCV, por perda dos serviços ecossistêmicos da biosfera e uso do solo inadequado às condições geoambientais.

Finalmente, expõe as relações existentes entre o serviço de regulação do escoamento superficial e o bem-estar humano, analisando os impactos decorrentes dos processos geohidrológicos considerados, quando esses se manifestam em decorrência da falta desse serviço.

2 | CONCEITOS BÁSICOS

Dentre os serviços ecossistêmicos da biosfera, os serviços de regulação atuam no balanço hídrico, regulando o escoamento da água e, em decorrência, regulando os processos geohidrológicos correspondentes, de erosões hídricas de encostas, escorregamentos (movimentos de massa), solapamentos, assoreamentos e inundações. Esses processos de dinâmica superficial da biosfera do planeta, também conhecidos por processos geomorfológicos, vêm modelando a superfície terrestre ao longo dos períodos geológicos.

No meio ambiente natural da superfície do planeta, os componentes bióticos e físicos interagiram e coevoluiram ao longo de milhões de anos, em sucessivos ecossistemas complexos, dos antigos até os atuais. Estes, quando observados em curtos períodos de tempo como o da existência humana, parecem dotados de certo equilíbrio, dinâmico, porém relativamente estável. Nessas condições, a biosfera dos ecossistemas vem se autossustentando e se renovando ao longo dos anos, contando com a ação contínua dos processos geohidrológicos na paisagem natural (SAUER 1928, *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999), como o metabolismo de um planeta vivo (TRICART, 1972) e que se autorregula segundo a teoria Gaia (LOVELOCK, 1988).

Entretanto, a ação humana do uso do solo, quando iniciada pela remoção da vegetação, implica na supressão radical do componente biótico natural do ecossistema, instaurando o meio antrópico. Por exemplo, a substituição de uma floresta por uma ocupação urbana corresponde à transformação de um meio ambiente natural em um meio antrópico. O meio físico, com forma e estrutura originais, persiste por pouco tempo nas novas condições, passando a ser submetido a novos processos geohidrológicos, agora não mais naturais, mas culturais, ou antropogênicos, ou, ainda, tecnogênicos (TER-STEPANIAN, 1988). As alterações dos processos geohidrológicos resultam das alterações do balanço hídrico do ecossistema, que se manifestam pela redução da evapotranspiração e do aumento do escoamento superficial. De início, quando ainda restam os horizontes superficiais do solo e a serrapilheira, a infiltração também aumenta. Entretanto, com a perda desses horizontes, a infiltração vai sendo reduzida, passando a incrementar o escoamento superficial que, por sua vez, contribui para o desenvolvimento dos processos geohidrológicos, como as erosões e os escorregamentos. Esses processos agem na direção da busca de um novo equilíbrio na paisagem em transformação, caracterizada por Ab' Saber (1965) como uma fase de resistasia antrópica.

Quando, após o desmatamento, o solo é ocupado de forma ambientalmente inadequada, a manifestação desses processos geohidrológicos se intensifica, provocando significativos impactos ambientais, que resultam na redução

dos níveis de bem-estar humano e na perda da qualidade de vida.

Entretanto, nos ecossistemas onde o componente biótico permanece estrategicamente preservado, mesmo que parcialmente, graças a um planejamento mais adequado do uso e da ocupação do solo, o escoamento superficial pode ser atenuado. Assim, o componente biótico presente promove a regulação do escoamento superficial, evitando a manifestação de impactos ambientais significativos, desempenhando o papel de prestador de serviço ecossistêmico em associação aos outros serviços que a biosfera presta à humanidade (ALCAMO, 2003).

A atenuação dos impactos dos processos geohidrológicos, especialmente dos seus eventos extremos como as inundações e os escorregamentos, constitui um importante fator do bem-estar da comunidade que vive nesses ecossistemas.

3 | OS PROCESSOS GEOHIDROLÓGICOS NA RBCV

Os processos geohidrológicos na RBCV, que ocorrem em função dos condicionantes do meio físico e do uso do solo, gerando importantes consequências socioeconômicas, são, em seguida, apresentados com base nos estudos realizados e disponíveis.

O **Quadro 1** apresenta os riscos de ocorrência dos principais processos erosivos por tipo de relevo nos municípios da RBCV. Cabe ressaltar, aqui, que se trata de áreas de ocorrência dos processos, devidamente registrados e, também, de áreas com alta probabilidade de ocorrências devido aos condicionantes dos relevos, especialmente suas amplitudes e declividades, dos solos, das litologias e, finalmente, dos diversos usos praticados pela ocupação.



Tipo de relevo Ponçano <i>et al</i> (1981)	Municípios atingidos por inundações	Municípios atingidos por escorregamentos
Planícies aluviais	Atibaia, Bragança Paulista, Jacareí, Guararema	---
Planície litorânea	Bertioga, Cubatão, Itanhaém, Praia Grande, Santos e São Vicente	---
Mangues	Cubatão, Bertioga	---
Colinas da RBCV – Planalto	Carapicuíba, Diadema, Guarulhos, Jacareí, Itaquaquetuba, Mauá, Osasco, Poá, Santo André, São Caetano do Sul, Suzano, Taboão da Serra	Guarulhos, Itaquaquetuba, Jacareí, Mauá, Osasco, Poá, Santo André, São Paulo, Suzano, Taboão da Serra
Morrotos da RBCV – Planalto	Arujá, Tuiuti, Alumínio, Barueri, Bragança Paulista, Cotia, Embu, Itapeti, Jandira, Jundiaí	Alumínio, Araçariguama, Barueri, Bragança Paulista, Cotia, Embu, Itapevi, Jandira, Jundiaí, Osasco, São Paulo, Taboão da Serra, Vargem Grande
Morros da RBCV - Planalto	Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Caieiras, Campo Limpo Paulista, Francisco Morato, Franco da Rocha, Ibiúna, Igaratá, Itapeirica da Serra, Jacareí, Jarinu, Jundiaí, Juquitiba, Mairinque, Mairiporã, Paraibuna, Ribeirão Pires, Salesópolis, Santa Branca e Santa Isabel, Santana de Parnaíba, Várzea Paulista	Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Cajamar, Campo Limpo Paulista, Francisco Morato, Franco da Rocha, Ibiúna, Itapevi, Jacareí, Jundiaí, Juquitiba, Ribeirão Pires, Mairinque, Mairiporã, Nazaré Paulista, Osasco, Paraibuna, Piracaia, Rio Grande da Serra, Salesópolis, Santa Branca, Santana de Parnaíba, São Paulo, Várzea Paulista
Morros isolados da RBCV - Baixada	Guarujá	Guarujá, Santos e São Vicente
Serras e montanhas	Araçariguama, Cajamar, Mongaguá, São Roque e Vargem Grande	Cajamar, Joanópolis, Nazaré Paulista, Osasco, São Paulo e São Roque
Escarpas	---	Cubatão

Quadro 1 | Tipos de relevo, ocorrências de processos de inundações e escorregamentos, e municípios afetados na RBCV. Fonte: elaboração própria.

3.1 | Condicionantes do meio físico: os terrenos da RBCV

O comportamento dos processos geohidrológicos na RBCV pode ser compreendido, sob o ponto de vista da caracterização geomorfológica da paisagem. A relação entre os materiais e as formas do relevo condiciona a ocorrência de determinados processos, que na área da RBCV, manifestam-se predominantemente na forma dos movimentos de massa, com domínio de escorregamentos, erosão hídrica, inundação e assoreamento de rios e corpos d'água.

No meio físico da RBCV, as principais formas do relevo relacionadas às suas litologias propiciam o desenvolvimento de diferentes tipos de solos, com suas dinâmicas próprias, representadas pelos processos dominantes, acelerados ou deflagrados pela ação antrópica.

Com base nessa abordagem, foram consideradas as informações contidas em: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (PONÇANO *et al.*, 1981) (**Figura 1**); Mapa Geológico do Estado de São Paulo (BISTRISCHI *et al.*, 1981) (**Figura 2**) e Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al.*, 1999; ROSSI, 2017) (**Figura 3**).

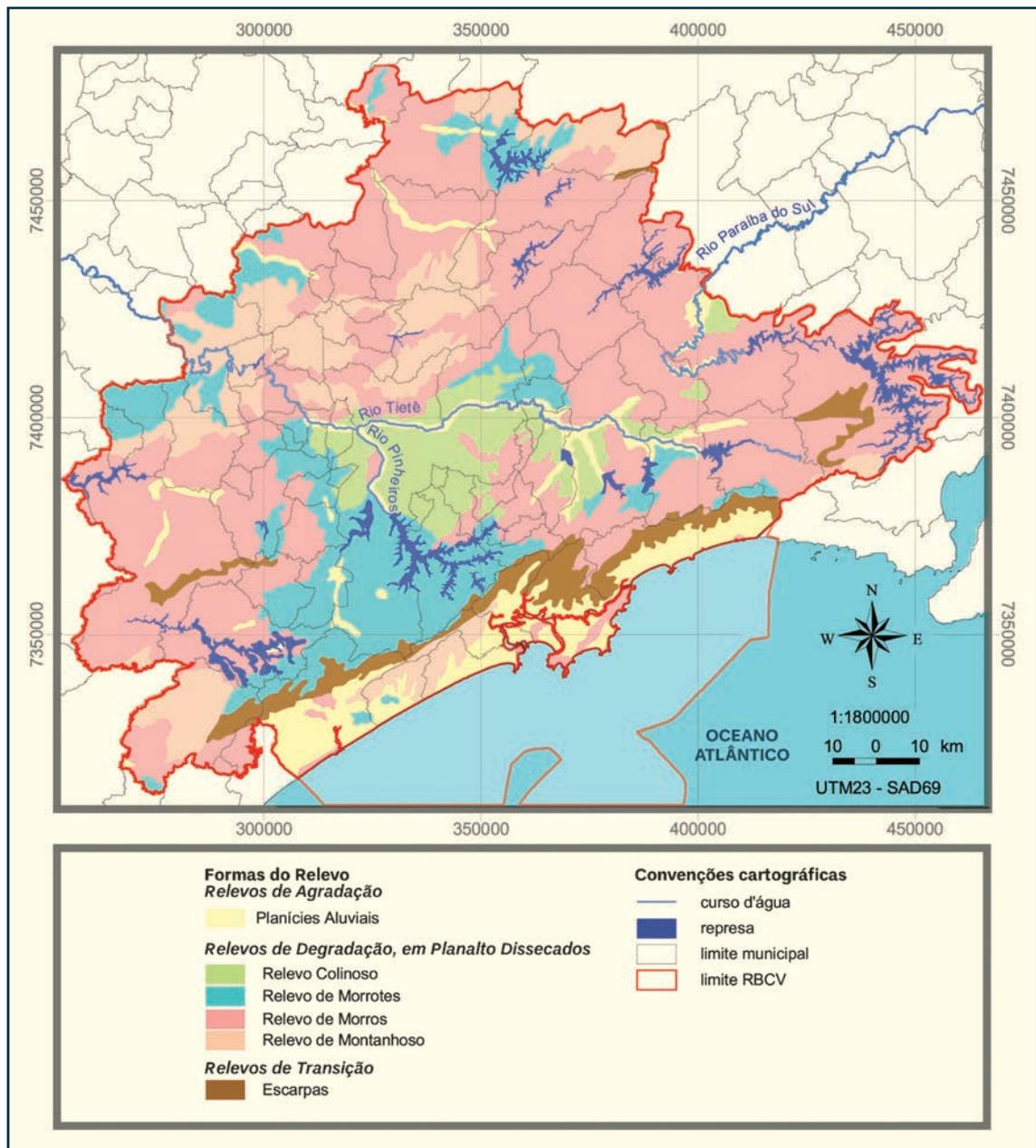


Figura 1 |
Geomorfologia
da RBCV.
Fonte: Adaptado de
Ponçano *et al.* (1981).

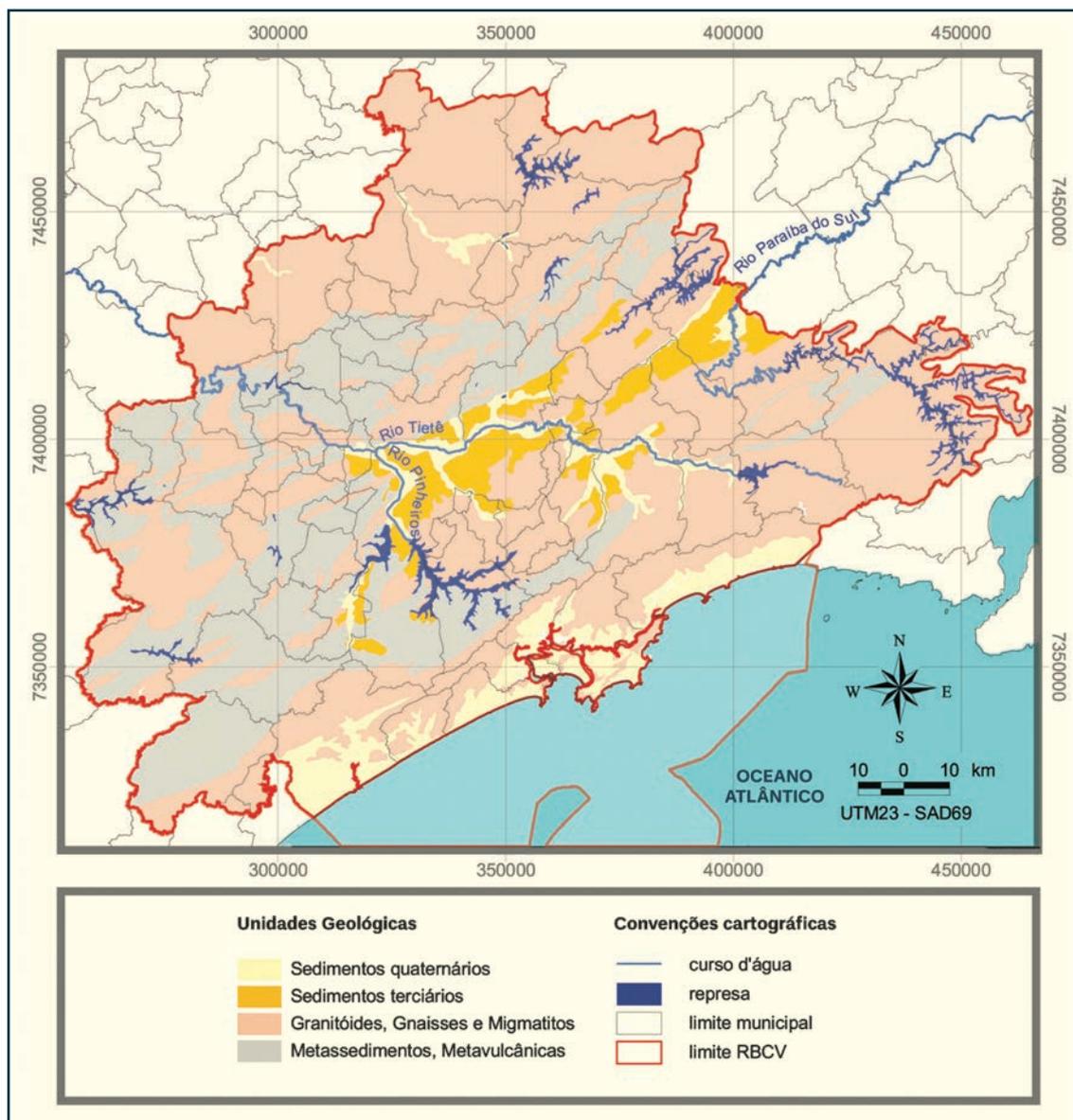


Figura 2 | Geologia da RBCV. Fonte: Adaptado de Bistrischi *et al.* (1981).

A RBCV, no continente, está inserida em sua maior parte no Planalto Atlântico, tendo uma pequena porção na escarpa da Serra do Mar e na Baixada Santista.

O substrato geológico da RBCV é notadamente seccionado por inúmeras falhas geológicas e várias zonas de cisalhamento que formam um mosaico de blocos geológicos diferenciados. No relevo, eles se mostram desnivelados, reflexo de manifestações tectônicas e neotectônicas, definindo montanhas, morros e planícies. Essas macroestruturas estão relacionadas à formação da borda litorânea da costa brasileira e da escarpa da Serra do Mar. No planalto, ele é responsável pela formação da Bacia Sedimentar de

São Paulo de idade Terciária, que pode ser considerada a paleo-planície do rio Tietê.

3.1.1 | Os terrenos da RBCV-Planalto

O Planalto Atlântico é uma região de terras altas, constituídas por formas de topos convexos, grande densidade de drenagem e vales profundos. As formas de relevo predominantes são os morros, as montanhas, os morrotes e as colinas, ocorrendo ainda, como relevo de agradação, planícies aluviais, porém pouco expressivas em área.

Em linhas gerais, a área da RBCV-Planalto apresenta uma configuração geomorfológica que

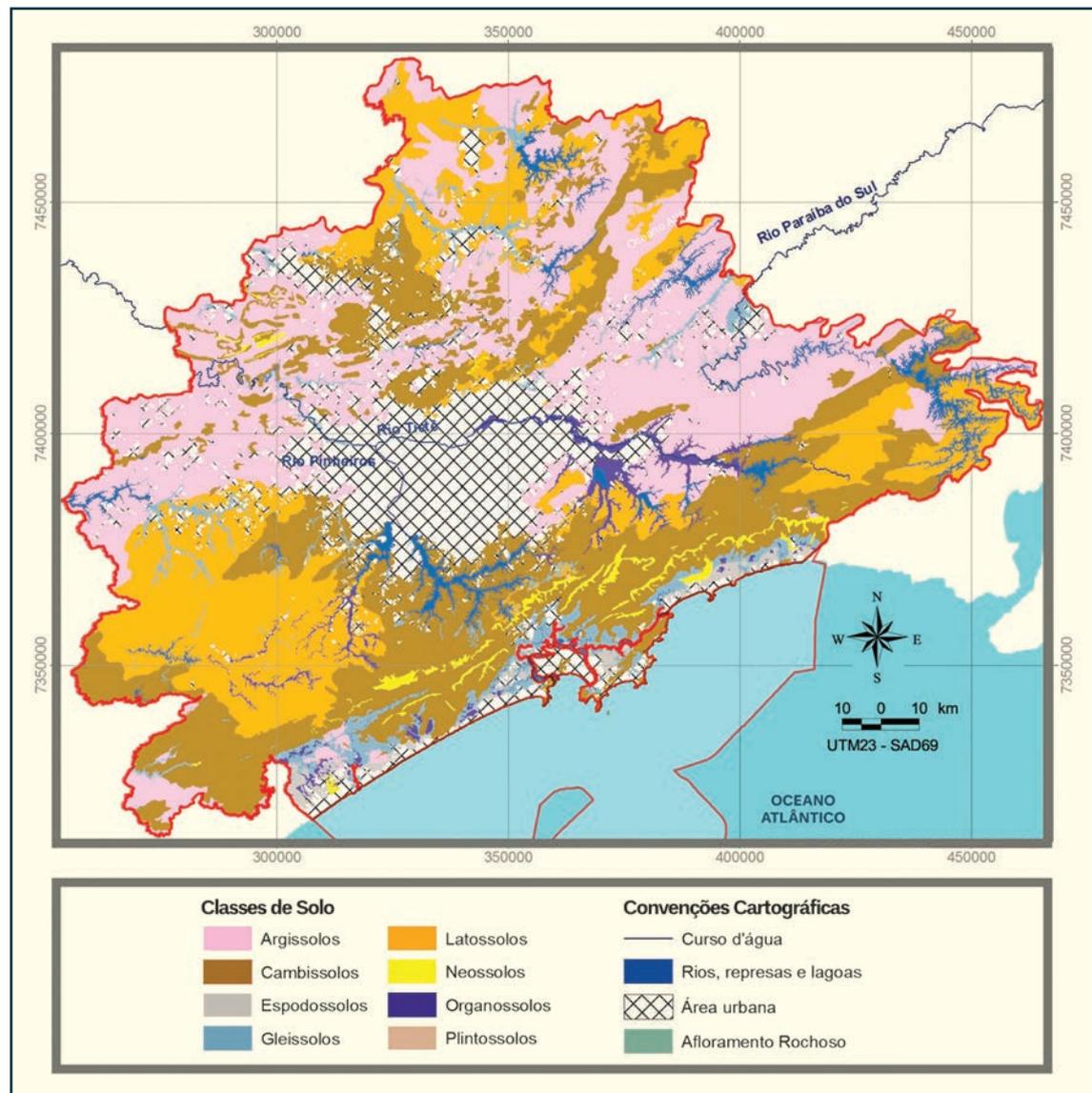


Figura 3 |
Pedologia da RBCV.
Fonte: Rossi (2017).

favorece a deflagração de processos de escoamentos, de erosão e, portanto, de produção de sedimentos, sobretudo nas ocupações inadequadas. Os canais de drenagem, que esculpem o relevo entalhado, transportam os materiais produzidos nas cabeceiras para as partes mais baixas do relevo e, ao se depositarem, configuram os depósitos de assoreamento, potencializando, assim, a ocorrência de enchentes e inundações.

3.1.1.1 | Relevos de morros e montanhas

O relevo de morros e montanhas, de forte ondulado a montanhoso, com declividades médias a altas, frequentemente de 30% a mais de 60%, e amplitudes locais de 100 m a mais de 300 m, em altitudes superiores a 800 m, até mais de 1.500 m, são os que ocorrem com maior expres-

são na RBCV-Planalto, dominando os seus limites, de leste, norte e oeste, em torno de áreas de morrotes e colinas, como se pode ver na **Figura 1**.

As montanhas compõem as serras que se destacam na RBCV-Planalto. A sudoeste, a Serra de Paranapiacaba; a oeste, a Serra de Taxaquara, na região de São Roque; a norte, a Serra do Japi, na região de Jundiá, e, ainda, a Serra da Pedra Vermelha, em Atibaia, e as Serras da Cantareira e de Itaberaba, na região de Guarulhos e Mairiporã; a leste, a Serra de Itapeti em Mogi das Cruzes, a Serra dos Monos, e outras em Santa Isabel e Paraibuna.

Os morros ocorrem, do ponto de vista dos sistemas de relevo (PONÇANO *et al.*, 1981), em três tipos: mar de morros, morros paralelos e morros com serras restritas, que se assemelham quanto ao formato arredondado dos topos.



Esse relevo mais acidentado, de morros e montanhas da RBCV-Planalto, é sustentado predominantemente por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, destacando-se o conjunto de granitoides, gnaisses, migmatitos, e o conjunto de metassedimentos e metavulcânicas, conforme apresenta a **Figura 2**.

Desenvolveram-se nesse relevo, a partir dessas rochas, solos dos tipos argissolos, cambissolos e latossolos, conforme mostra a **Figura 3**, todos com horizontes pedológicos A e B, em geral argilosos, pouco espessos, porém com horizonte C, de rocha alterada, que pode ser muito profundo.

As vertentes dos morros e montanhas têm perfis de convexos a retilíneos, e a drenagem é de alta densidade, com vales em geral fechados, verificando-se a presença de cones de dejeção e corpos de tálus localizados.

Os escoamentos da água superficial, nesse compartimento, tanto difusos quanto concentrados, atingem alta velocidade e, portanto, contribuem para a deflagração de processos de erosão natural, laminar e linear, que se intensificam quando as encostas são ocupadas. Outros processos também podem ocorrer, sobretudo quando tais relevos são ocupados, como escorregamentos induzidos, em geral planares, além de queda e rolamento de blocos. Entretanto, em áreas de declividades extremamente acentuadas com cobertura vegetal natural, escorregamentos naturais podem também ocorrer por ocasião de chuvas excepcionais.

3.1.1.2 | Relevos de morrotes

O relevo de morrotes, de ondulado a forte ondulado, predomina na região das represas Billings e Guarapiranga, estendendo-se para sudoeste (**Figura 1**). Apresenta declividades médias a altas, de 15% a 30% e amplitudes locais inferiores a 100 m. Possuem topos arredondados e vertentes com perfis convexos a retilíneos.

A drenagem é de alta densidade, os vales são fechados a abertos, e estão associados às mesmas rochas cristalinas das áreas de relevo de morros e montanhas (**Figura 2**) e aos solos do tipo Latossolos e Cambissolos (**Figura 3**).

Nesse compartimento, tanto o escoamento difuso quanto o concentrado se manifestam de forma menos acelerada que nos morros, favorecendo mais processos de erosão laminar intensa

que a erosão linear, e os escorregamentos que, entretanto, podem ocorrer em áreas específicas, de declividade mais acentuada.

3.1.1.3 | Relevo de colinas

O relevo de colinas, de suave ondulado a ondulado, é restrito ao centro da RBCV, na área central do município de São Paulo, entre os rios Tietê e Pinheiros. As colinas têm amplitudes inferiores a 100 m, áreas de interflúvio de 1 a 4 km², com topo plano e vertentes com perfis convexos a retilíneos e declividades que podem ser acentuadas. Esse relevo foi moldado em rochas sedimentares terciárias, argilitos, siltitos e arenitos, nas quais se desenvolveram predominantemente argissolos.

A rede de drenagem é de baixa densidade, e os vales são fechados. Os topos planos favorecem a infiltração, porém, nas vertentes, o escoamento difuso, lento a moderado, pode se intensificar quando há concentração do escoamento superficial nas vertentes mais íngremes. Pelas características gerais desse tipo de relevo, pode ocorrer erosão laminar de baixa a média intensidade, erosão linear em sulcos e, eventualmente, ravinhas de baixa intensidade. Entretanto, com ocupação inadequada, podem ocorrer escorregamentos de forma localizada.

3.1.1.4 | Relevo de planícies

Por fim, as planícies fluviais, que correspondem aos terrenos baixos e planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações, são constituídas por sedimentos quaternários. Caracterizam-se por escoamento difuso e lento, e são suscetíveis aos processos de enchente, inundação e assoreamento, além de sofrerem com o solapamento de margem fluvial.

3.1.2 | Os terrenos da Serra do Mar: a RBCV-Escarpa

Na Serra do Mar, destaca-se o relevo de escarpas, de montanhoso a escarpado, que constitui uma transição do Planalto para a Baixada. É o relevo de maior energia da RBCV, com predominância de amplitudes da ordem de 300 m, podendo atingir 400 m, onde se encontram declividades acima de 30%, podendo chegar a mais de 60%.

O relevo de escarpas apresenta encostas bastante entalhadas, cabeceiras de drenagens e grotas profundas, topos angulosos, vertentes retilíneas e vales fechados, topos estreitos e alongados, vales fechados e abruptos (PONÇANO *et al.*, 1981). Esse relevo é sustentado por granitoides, gnaisses e migmatitos, onde se desenvolvem predominantemente, solos rasos como cambissolos e neossolos litólicos.

Neste compartimento, o escoamento superficial se dá de forma concentrada e torrencial e sua conjugação com a declividade dos terrenos promove o desenvolvimento intenso de erosão laminar e linear, na forma de sulcos e ravinas, alta ocorrência de escorregamentos, quedas de blocos e processos correlatos, mesmo em áreas não ocupadas. Eventualmente ocorrem corridas de massa.

3.1.3 | Os terrenos da RBCV-Baixada

A Baixada Litorânea, formada por processos de sedimentação flúvio-marinha recente, apresenta planícies, terraços marinhos e morros isolados. Os terrenos das planícies e terraços, planos, são quaternários, provenientes dos processos de movimentos de massa ocorridos nas escarpas da Serra do Mar intercalados a sedimentos marinhos. Os solos mais frequentes nas planícies são os espodossolos. Nos morros isolados, com relevo forte ondulado, os terrenos são cristalinos, granitoides, gnaisses e migmatitos, onde se desenvolvem predominantemente os cambissolos.

3.2 | Condicionantes do meio antrópico: o uso do solo da RBCV

A **Figura 4** apresenta os diferentes tipos de uso que ocorrem na RBCV, englobando três categorias básicas, (1) vegetação natural, (2) uso agrícola, (3) uso urbano e outros usos, conforme legenda.

Destacam-se, na RBCV, as manchas urbanas, especialmente a da RMSP, Eixo São Paulo-Campinas e Baixada Santista. As florestas em seus diversos estágios de desenvolvimento, concentram-se nas escarpas da Serra do Mar e da Serra de Paranapiacaba, na região sudoeste, abrangendo os municípios de Cotia, Itapecerica da Serra e São Lourenço da Serra. O uso agrícola predomina a

leste nos municípios de Arujá, Guararema, Igaratá, Jacareí, Santa Branca e Santa Isabel, ao norte na região de Bragança Paulista e Atibaia, e, a oeste, nos municípios de Alumínio, Araçariguama, Cabreúva, Mairinque e São Roque.

Considerando que as direções predominantes dos ventos sejam dos quadrantes sul e sudeste, destaca-se a importância do cinturão verde da vegetação natural que se encontra paralela ao litoral e a sudeste da RBCV, exercendo certa proteção da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Verifica-se estreita relação entre as diversas formas de uso do solo e o relevo da região planáltica da RBCV, ou seja, a vegetação natural predomina em terrenos de altas declividades de escarpas, montanhas e morros, enquanto que o uso urbano, destacado pela grande mancha da RMSP, expande-se a partir dos terrenos mais suaves de colinas na bacia sedimentar de São Paulo, marcada pelos rios Tietê e Pinheiros. Finalmente, o uso agrícola se encontra no entorno, em regiões de morros.

Na Baixada Litorânea, as grandes manchas urbanas estabeleceram-se principalmente, pela instalação do Porto de Santos e serviços portuários do polo industrial de Cubatão, e pelo turismo ao longo das praias. Nas escarpas, em grande parte cobertas pela vegetação natural de floresta ombrófila densa da Mata Atlântica, o uso do solo corresponde às obras viárias de transposição da Serra do Mar, e aos assentamentos precários e irregulares dos bairros Cota ao longo das rodovias. Tais assentamentos estão atualmente sendo desconstruídos por programa da Subsecretaria de Estado do Meio Ambiente.

A **Figura 5** apresenta a evolução da ocupação desde a situação primitiva revelando duas frentes de desmatamento: uma referente à área urbana (RMSP) e outra às áreas agrícolas e eixos viários principais desenvolvidos a partir da década de 1920, destacando-se hoje o eixo São Paulo-Campinas, com as rodovias Bandeirantes e Anhanguera. A frente de desmatamento apresenta uma aceleração a partir de 1952, conseqüente ao processo de industrialização e urbanização da RMSP.

Nesse processo de evolução, depreende-se que o zoneamento da RBCV é transitório, permanecendo intocadas somente as áreas núcleo, correspondentes às Unidades de

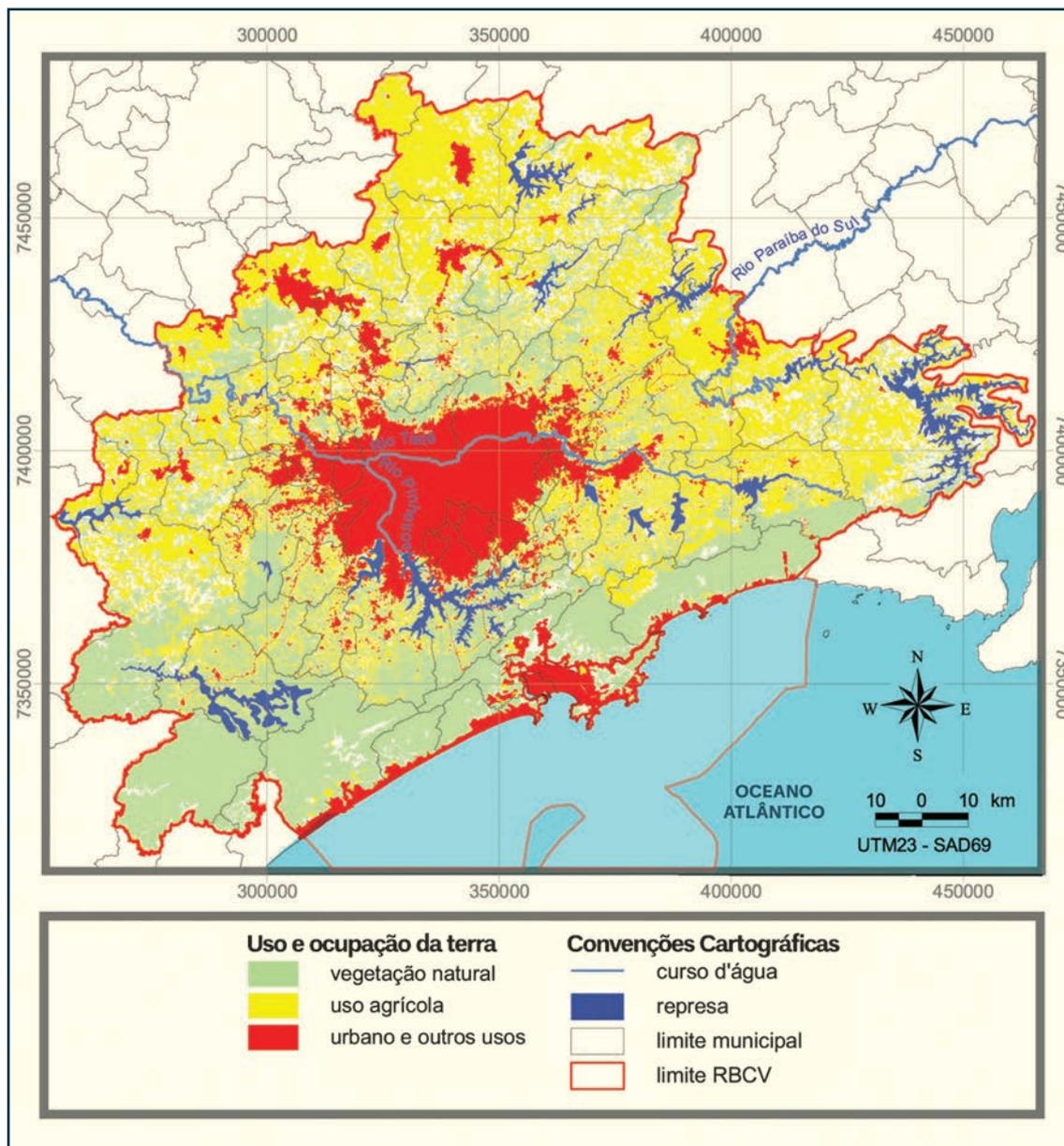


Figura 4 | Uso e ocupação do solo na RBCV. Fonte: Adaptado de Kronka *et al.* (2005; 2007); EMLASA (2005); MMA (2005).

Conservação de Proteção Integral, enquanto as áreas urbanas se expandem com perdas das áreas de transição e cooperação, e das zonas de amortecimento e conectividade.

Desta forma, os ecossistemas naturais estão sendo transformados pelo uso do solo em ecossistemas antrópicos. Os ecossistemas naturais, não diretamente eliminados pelo uso do solo, acabam também por sofrer impactos negativos, especialmente pelo assoreamento que atinge várzeas, manguezais, estuários e zonas costeiras.

A RMSP, com 39 municípios e uma área total de aproximadamente 8 mil km², passou por um processo de crescimento intenso e

desordenado que começou a desacelerar na década de 1980. Entre 2000 e 2010, ainda que o crescimento registrado tenha sido de 0,97% ao ano, a RMSP registrou um acréscimo absoluto de mais de 2,4 milhões de habitantes com efeito direto nas políticas de serviços públicos, de infraestrutura e habitacionais (EMPLASA, 2019). Em um território que atinge cerca de 1.500 km² de área urbanizada, do qual cerca de 92% situa-se dentro da bacia do rio Tietê, a população passou a 21 milhões de habitantes, que corresponde a 47% da população do estado de São Paulo (EMPLASA, 2019).

Atualmente, a RMSP conta com uma população de 21,73 milhões de habitantes (IBGE,

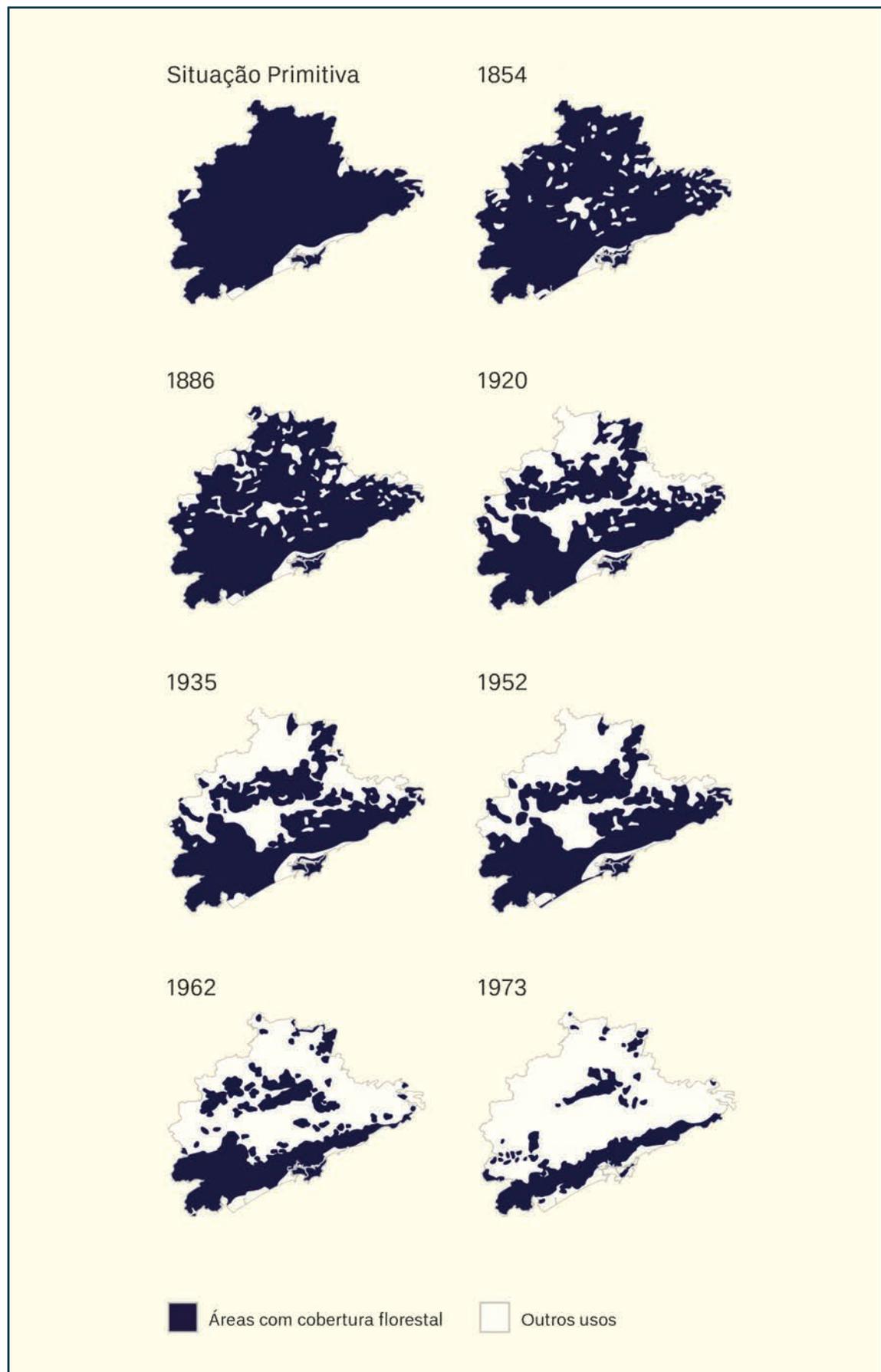


Figura 5 |
Evolução da
cobertura vegetal
natural para a RBCV.
Fonte: Elaboração
própria. Com base
em Victor (1975).



2019). O resultado é que a mancha urbana alcançou áreas onde predominam os terrenos cristalinos, com declividades mais acentuadas e solos rasos suscetíveis ao processo erosivo e, dependendo da forma de uso do solo, onde ocorre manifestação intensa de erosão, capaz de proporcionar elevadas taxas de produção de sedimentos, segundo Campagnoli (2002). Esse autor mostra que os sedimentos produzidos nas microbacias localizadas no entorno da RMSP tendem a desembocar em rios de maior porte, como o Cabuçu de Cima, em Guarulhos, possibilitando a liberação de sedimentos e o assoreamento dos principais rios da RMSP, como o Tietê.

A expansão periférica das áreas urbanas, por vezes sem bases legais, em terrenos cada vez menos favoráveis, sobre áreas de relevo intenso, como morros e alta densidade de drenagem, vem provocando alterações significativas da topografia e gerando aterros frágeis, suscetíveis à erosão e aos escorregamentos (**Figura 6**). Nesse processo, não só são perdidos os serviços ecossistêmicos da cobertura vegetal, como são geradas áreas de riscos geotécnicos.

Portanto, a degradação ambiental das áreas assim ocupadas soma dois ônus: a perda dos serviços, os prejuízos econômicos e danos sociais decorrentes dos processos geohidrológicos que se manifestam intensamente. A **Figura 7**,

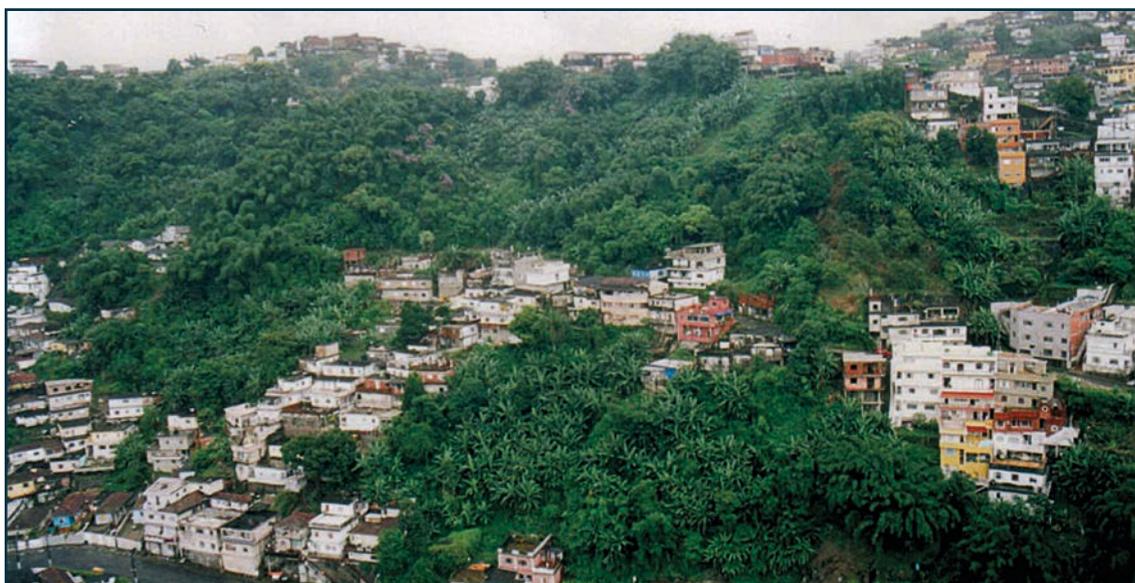


Figura 6 | Ocupação do morro do Jabaquara em Santos. Fonte: Arquivo do IPT (2005).

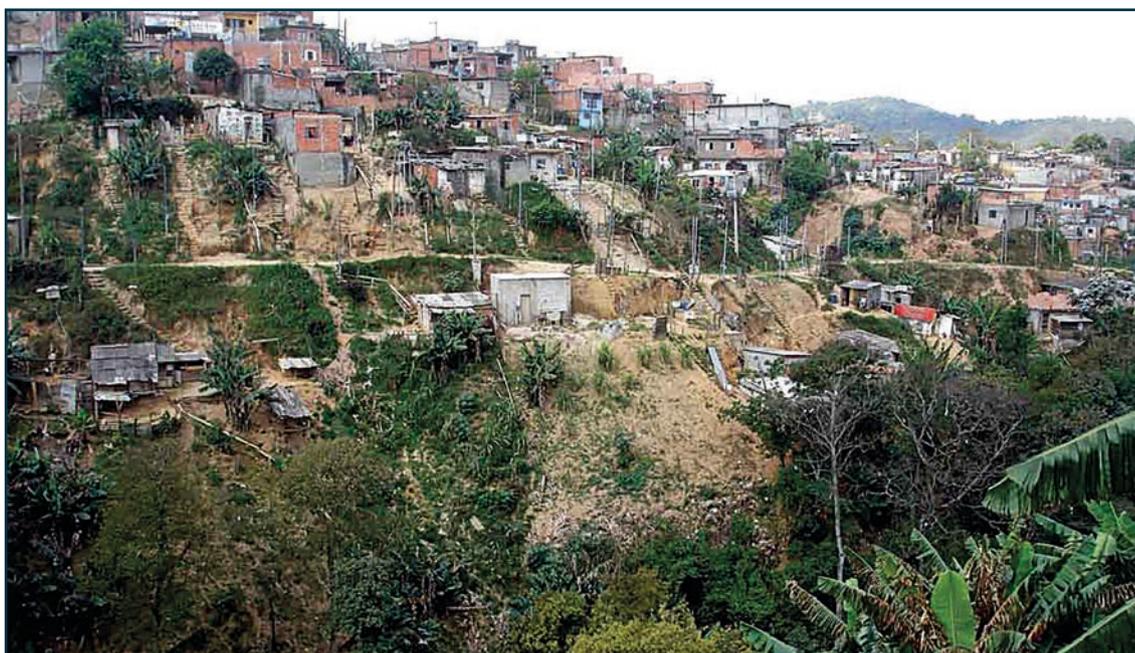


Figura 7 | Degradação dos serviços ecossistêmicos pela ocupação irregular do loteamento do Novo Recreio na periferia de Guarulhos, e manifestação de erosões e escorregamentos. Fonte: A.M.S. Oliveira (nov. 2007).

na periferia de Guarulhos, apresenta esse quadro de degradação ambiental que associa a perda dos serviços ecossistêmicos às erosões e aos escorregamentos.

3.3 | Os processos geohidrológicos na RBCV

O relevo, dentre os fatores naturais dos terrenos da RBCV, constitui o principal condicionante da manifestação dos processos geohidrológicos. Esses processos, pouco intensos e pouco frequentes nas áreas naturais, exceto quando deflagrados por chuvas excepcionais, são

potencializados pelo uso do solo. Nas condições do meio antrópico em franco processo de ocupação, além dos processos induzidos adquirir magnitudes e frequências muito superiores aos naturais, podem ser completamente novos, como, por exemplo, aqueles que se manifestam em áreas terraplenadas, especialmente em aterros.

Tendo em vista o peso da declividade no fator relevo, a **Figura 8** apresenta a distribuição das classes de declividade criteriosamente selecionadas pelo potencial de manifestação dos processos geohidrológicos de encosta, conforme apresentado no **Quadro 2**.

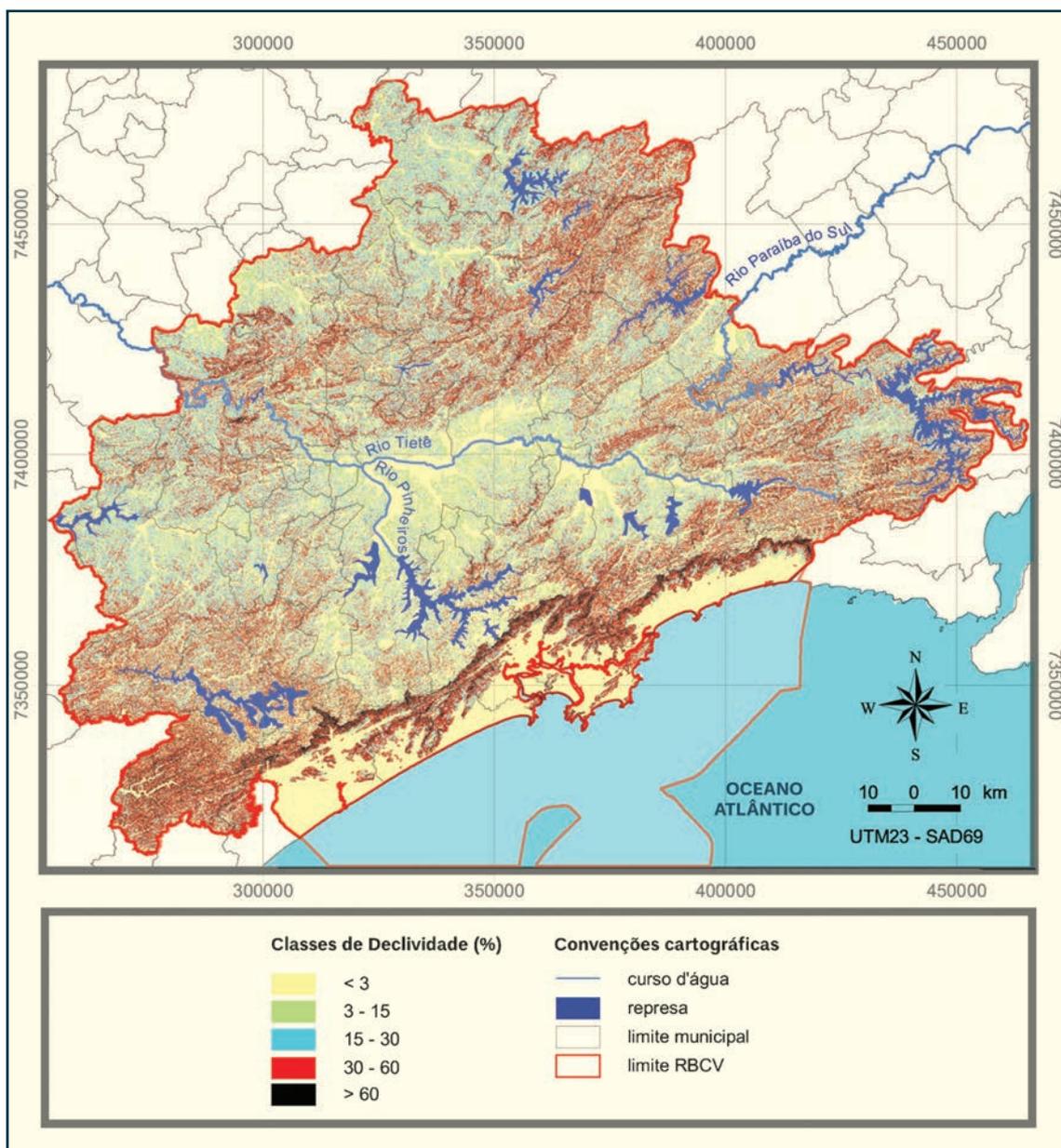


Figura 8 |
Distribuição de classes de declividades dos terrenos da RBCV.
Fonte: elaboração própria.



Quadro 2 | Relevo, seu domínio de declive, comportamento hídrico decorrente e processos dominantes em áreas desmatadas.
Fonte: elaboração própria.

Relevo e classes de declividades correspondentes	Comportamento hídrico	Processos dominantes em áreas de solo exposto
Plano 0 a 3 % (< 1°) Relevo de planícies	Escoamento difuso muito lento a lento.	Encharcamento, assoreamento, inundação ou enchente (do regime fluvial) e alagamento (independente do regime fluvial). Solapamento de margem de cursos d'água.
Suave ondulado a ondulado 3 a 15% (1° a 7°) Relevo de colinas	Escoamento difuso lento a moderado, eventualmente rápido. Pode ocorrer escoamento concentrado.	Erosão laminar de baixa a média intensidade. Erosão linear em sulcos e eventualmente ravinas e rastejos nas vertentes mais acentuadas.
Ondulado a forte ondulado 15 a 30 % (7° a 14°) Relevo de morrotes	Escoamento difuso rápido. Escoamento concentrado rápido.	Erosão laminar e linear muito intensas. Escorregamentos planares frequentes. Quedas e rolamentos de blocos.
Montanhoso a escarpado > 60% (> 27°) Relevo de montanhas e escarpas	Escoamento concentrado torrencial.	Erosão laminar e linear, muito intensas. Escorregamentos intensos e frequentes. Quedas e rolamentos de blocos.

3.3.1 | Erosão

Dentre os processos geohidrológicos atuantes na área da RBCV, a erosão é um dos mais intensos e recorrentes. Uma de suas principais consequências é a contribuição de sedimentos para os cursos d'água que assoreiam rios e reservatórios de abastecimento, potencializando, quando ocorrem fortes chuvas, enchentes e inundações. Esse quadro resulta de uma série de intervenções sem planejamento adequado, de políticas habitacionais ineficientes, entre outros fatores relativos à gestão pública.

Destacam-se como municípios que mais sofrem com esse problema aqueles situados na periferia da RMSP, por possuírem as áreas de ocupação mais recentes, onde se processam as transformações do uso do solo rural em urbano. Essas são agravadas pelo fato de vários desses municípios fazerem parte de áreas de mananciais, que têm uma política de restrição à ocupação que não é respeitada pela pressão da expansão urbana.

Acrescenta-se a esse cenário as características do meio físico, onde as áreas periféricas correspondem aos terrenos mais suscetíveis aos processos erosivos e, portanto, menos favoráveis à ocupação. Nesse sentido, configura-se um quadro crítico quanto à degradação dessas áreas, que necessitam de recursos vultosos para sua recuperação.

A erosão acelerada, embora condicionada pelas características naturais do meio físico,

como a erosividade das chuvas, a erodibilidade dos solos e a declividade dos terrenos, é fundamentalmente determinada pela ação do homem, manifestando-se sobretudo em áreas intensamente terraplenadas, especialmente nos aterros, como mostra a **Figura 9**.

Segundo o IPT (1992), a erosão associada aos processos de uso urbano do solo na Bacia do Alto Tietê, que está totalmente inserida na área da RBCV, é a que realmente tem capacidade para produzir sedimentos em grande quantidade.

Com o processo de ocupação, cada vez mais os solos são expostos à erosão pela movimentação de terra com o processo de construção das edificações. Ao longo do sistema viário, a erosão tende a se acelerar devido ao aumento do escoamento superficial determinado pelo crescimento progressivo da impermeabilização do solo, produzido pela ocupação dos lotes. Além do leito viário, também sofrem erosão os taludes de corte e os corpos de aterro adjacentes executados para a própria instalação do sistema viário e das edificações em áreas de relevo acentuado.

Quando o estágio de ocupação atinge uma densidade relativamente alta, e inicia-se a consolidação do parcelamento, com a instalação progressiva de pavimentação, do sistema de drenagem de águas pluviais ao longo do sistema viário, retificação ou canalização dos córregos e outros itens de infraestrutura urbana, a presença de solos expostos tende a diminuir e até desaparecer.



Figura 9 |
Intensos processos erosivos nos aterros de área terraplenada para loteamento em São Paulo.
Fonte: Arquivo do IPT (2004).

A contribuição ao assoreamento provém, nesse estágio, quase que exclusivamente das alterações urbanas, como as reformas, as edificações e escavações para fundação ou implantação de infraestrutura subterrânea, como água, esgoto, metrô, etc.

A gravidade do processo erosivo decorre, contudo, tanto em consequência da extensão da intervenção humana como da suscetibilidade natural do terreno. Os solos de alteração são mais erodíveis do que os solos superficiais e, dentre eles, os solos resultantes da alteração de rochas cristalinas são, em sua maioria, mais frágeis à ação da erosão quando comparados aos de sedimentos terciários.

IPT (1993) apresentou uma caracterização da situação dos processos erosivos na área da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, onde se destacam alguns aspectos expostos a seguir:

3.3.1.1 | Municípios da sub-bacia Tietê – Cabeceiras (Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano, Ferraz de Vasconcelos, Poá, Itaquaquecetuba, Arujá e Guarulhos)

Salesópolis e Biritiba Mirim não apresentam feições erosivas significativas. Esses

municípios, situados no extremo leste da RMSP, ou seja, nas cabeceiras do rio Tietê, ainda não foram totalmente afetados pelo processo de expansão urbana acelerada. No município de Salesópolis as feições erosivas, caracterizando superfícies com solo em exposição, concentram-se em área de morros altos. No município de Biritiba Mirim, as feições erosivas estão presentes nas áreas urbanas e de expansão, que correspondem às áreas de transição entre as planícies fluviais e os morros baixos. Em direção à jusante, passando pelo município de Mogi das Cruzes, as feições erosivas aumentam e estão, na sua maior parte, associadas às áreas urbana e periurbana do município, localizadas em terrenos de morros baixos e planícies aluviais. Os processos erosivos estão associados às áreas de solo exposto, movimentos de terra, áreas urbanas sem infraestrutura e áreas com atividades de mineração. O mesmo ocorre com os municípios de Suzano, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Arujá, que, apesar de apresentarem menor índice de feições erosivas, essas se manifestam nas áreas de expansão urbana, predominantemente em terrenos de morros baixos. O município de Guarulhos apresenta o maior índice de ocorrência de processos erosivos, em



geral associadas às áreas de morrotes e morros, decorrentes principalmente do processo de expansão urbana e da ausência de infraestrutura na grande maioria dos loteamentos recentes.

3.3.1.2 | Municípios da sub-bacia Juqueri – Cantareira (Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, Caieiras e Mairiporã)

No município de Cajamar, predominam áreas com solo exposto associadas a terrenos de morrotes e morros baixos. Em Franco da Rocha, as feições erosivas significativas se distribuem pelos terrenos de colinas e morros baixos. Também foram identificados trechos importantes dos cursos d'água com depósitos de assoreamento, correspondentes às planícies aluviais. As feições erosivas no município de Caieiras estão distribuídas nos diversos compartimentos do terreno, que correspondem aos morrotes, aos morros baixos, e se concentram nas unidades de terrenos de morros altos, serras e escarpas, áreas passíveis de ocupação com sérias restrições, e áreas impróprias, respectivamente. Em Mairiporã, as feições erosivas presentes em áreas de solo exposto, área de mineração e área urbana sem infraestrutura predominam no compartimento de morros baixos. Nesse setor, o reservatório Paiva Castro é a principal fonte de abastecimento de água da região. Com a pressão da expansão urbana e a ausência ou deficiência no sistema de infraestrutura, nota-se um número expressivo de áreas de produção de sedimentos. O material transportado pelos cursos d'água atinge o reservatório provocando o assoreamento e reduzindo a capacidade de abastecimento do mesmo, comprometendo os benefícios do serviço ecossistêmico de provisão de água da RBCV.

3.3.1.3 | Municípios da sub-bacia Billings - Tamanduateí (Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires, Mauá, Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema e São Caetano do Sul)

Grande parte das intervenções antrópicas que ocorrem nesses municípios estão situadas próximas ao manancial da represa Billings. Ocorrem principalmente em áreas com restrições

à ocupação, mas que, de fato, são caracterizadas por loteamentos sem infraestrutura, tornando-se áreas potenciais quanto à produção de sedimentos. Poucas feições erosivas foram encontradas no município de Rio Grande da Serra, que ainda apresenta extensas áreas que são recobertas por cobertura vegetal. No município de Ribeirão Pires e Mauá, as feições erosivas se desenvolvem em terrenos de morrotes e morros baixos. Em Mauá, as feições erosivas estão associadas à falta de infraestrutura da área urbana. Grande parte da população ocupa áreas de risco, caracterizadas por assentamentos urbanos precários. No município de Santo André ocorrem, predominantemente nos terrenos de morrotes e morros baixos, áreas de solo exposto e movimentação de terra. Em São Bernardo do Campo, as principais áreas produtoras de sedimentos estão localizadas nos terrenos de morrotes e morros baixos, que correspondem às áreas de expansão urbana do município. Nos envoltórios da Represa Billings foram identificados diversos trechos de depósito de assoreamento, evidenciando o impacto nesse importante manancial de abastecimento.

3.3.1.4 | Municípios da sub-bacia Cotia – Guarapiranga (Juquitiba, Embu-Guaçu, São Lourenço da Serra, Itapecerica da Serra, Cotia, Embu e Taboão da Serra)

A maior parte desses municípios apresenta áreas com restrições à ocupação. As intervenções antrópicas estão em sua maioria associadas às áreas de expansão urbana, desprovidas de planejamento e infraestrutura. Os impactos recaem, sobretudo, sobre as áreas de proteção aos mananciais dos reservatórios da Guarapiranga e Alto Cotia. Nos municípios de Embu-Guaçu e Itapecerica da Serra, foram identificadas áreas caracterizadas por superfícies com solo exposto, favorecendo o desenvolvimento de processos erosivos e contribuindo para a produção de sedimentos, além também de ocorrência de áreas de mineração. No município de Cotia, há diversas áreas urbanas sem infraestrutura, caracterizando situações de alta suscetibilidade aos processos erosivos, e consideradas críticas quanto à produção de sedimentos. O resultado pode ser observado pelo assoreamento dos canais fluviais.

3.3.1.5 | Municípios da sub-bacia Pinheiros – Pirapora (Osasco, Carapicuíba, Barueri, Jandira, Itapevi, Santana do Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus)

Nessa sub-bacia, destacam-se os municípios de Itapevi, Santana do Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus, por apresentarem as maiores concentrações de ocorrências de processos erosivos. Além do impacto proporcionado pela produção de sedimentos, a poluição do rio Tietê é um grave problema que afeta diretamente os dois últimos municípios.

3.3.1.6 | Municípios da sub-bacia Penha – Pinheiros (São Paulo)

A sub-bacia se localiza na região central da Bacia do Alto Tietê, faz parte de todos os subcomitês, envolvendo quase todo o município de São Paulo. Observa-se que, a maioria das

intervenções antrópicas e feições erosivas identificadas predominam nas periferias do município, limitando-se com os municípios vizinhos nas direções sul, leste, norte e oeste.

3.3.2 | Escorregamentos

Os escorregamentos são processos geohidrológicos que se apresentam com grande severidade na RBCV porque muitas vezes ocasionam perdas de vidas humanas, além de danos patrimoniais públicos e privados e à infraestrutura urbana (**Figura 10**). A recorrência desse cenário tem levado o poder público a estabelecer políticas voltadas ao gerenciamento do risco geotécnico, que envolve o mapeamento das áreas de risco, a elaboração de planos municipais de redução de riscos, considerando alternativas de intervenções estruturais (obras de estabilidade, controle e remoção de moradias) e não-estruturais (planos de monitoramento e atendimento emergencial).



Figura 10 |
Escorregamento em
Francisco Morato.
Fonte: Arquivo do
IPT (mar. 2005).



No território brasileiro, Ab' Saber (1966) destaca a região de Domínio de Mares de Morros, que inclui serras e escarpas, como a mais sujeita aos fortes processos de movimentos coletivos de solos. Esses movimentos são deflagrados pela ação das chuvas intensas e contínuas, em geral provocadas por frentes frias estacionárias na Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), durante os meses de verão (dezembro a março). Na RBCV, essas condições são potencializadas pelas ocupações inadequadas feitas por moradias precárias, de baixo padrão construtivo.

É possível constatar que o desenvolvimento socioeconômico na RBCV vem acompanhado de uma urbanização de risco condicionada por um processo de exclusão territorial devido à especulação imobiliária, gerando um mercado de moradia pobre, periférico e disperso, voltado para áreas com características ambientais mais frágeis, perigosas e difíceis de habitar, como é o caso das encostas íngremes dos morros (ROLNIK; CYMBALISTA, 1997).

Conceitualmente, o risco geotécnico de escorregamentos pode ser entendido como resultado de um conjunto de fatores que podem ser analisados em uma equação empírica geral que relaciona o risco com o produto entre o perigo, a vulnerabilidade e o dano (TOMINAGA, 2009).

O perigo de escorregamentos é representado pela associação de dois fatores: a suscetibilidade natural e o potencial de indução. Os atributos que determinam as condições de suscetibilidade natural estão relacionados ao relevo, ao substrato geológico, ao solo e ao clima. Já o potencial de indução refere-se à forma como se dá a ocupação do solo.

Portanto, as características físicas naturais do meio são fatores determinantes para a ocorrência dos escorregamentos, especialmente porque a hidrodinâmica e a estabilidade das encostas são decorrentes das chuvas e da topografia do terreno, resultante da interação dos materiais que caracterizam o substrato rochoso e das características do solo.

O potencial de indução é dado pela ocupação do solo caracterizada como agente efetivo no desencadeamento dos escorregamentos. Esse potencial é avaliado em função da densidade de ocupação, do seu padrão construtivo, do seu estágio de consolidação e do ordenamento urbano.

A vulnerabilidade na avaliação de risco corresponde à maior ou menor resistência da ocupação aos impactos dos escorregamentos, portanto, correspondente às condições socioeconômicas dessa ocupação.

O dano refere-se à quantidade de pessoas, aos bens e às propriedades envolvidos no quadro de risco.

Na RBCV, os casos mais comuns de escorregamentos, expressam-se na forma de fluxo de detritos em aterros lançados nas encostas, muitas vezes com a presença de resíduos sólidos (lixo) e entulho. Também se observam quedas de blocos e escorregamentos em taludes de corte no contato solo/rocha, em geral do tipo planar, com volumes variados, sendo mais raros os casos de escorregamentos rotacionais e os em cunha.

Não é difícil observar na RBCV numerosas situações que envolvem bolsões de pobreza em espaços com ocupação muito densa, reunindo elevada vulnerabilidade e a possibilidade de muitos danos.

No estado de São Paulo, embora existam registros de escorregamentos, esses não estão adequadamente sistematizados, de forma a retratar a extensão dos problemas e de suas consequências, para um gerenciamento mais efetivo das áreas de risco (BROLLO; FERREIRA, 2009).

No entanto, em 2010 a então Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo apresentou uma análise das áreas de risco dos municípios por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo (UGRHI).

A UGRHI do Alto Tietê é a única que está totalmente incluída na RBCV. Com relação à UGRHI da Baixada Santista, apenas o município de Peruíbe não está totalmente no território da RBCV. A RBCV também inclui parte das UGRHI Paraíba do Sul; Piracicaba-Jundiá-Capivari; e Ribeira de Iguape-Litoral Sul, porém, em pequena proporção.

No Alto Tietê, os municípios que podem ser considerados mais críticos são os de São Paulo, Guarulhos, Mairiporã, Caieiras, Franco da Rocha, Francisco Morato, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, São Bernardo do Campo, Santo André, Mauá, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Embu Guaçu, Jujutiba, Santana do

Parnaíba, Osasco, Carapicuíba, Barueri, Itapevi, Jandira, Taboão da Serra, Embu, Itapeverica da Serra e Cotia (NOBRE *et al*, 2010).

Na Baixada Santista, os municípios que podem ser considerados mais comprometidos são Santos, São Vicente, Guarujá e Cubatão.

Portanto, pode-se concluir que a conservação da vegetação natural com a manutenção dos serviços ecossistêmicos nas encostas dos morros é de grande importância na estabilização dos processos de escorregamentos responsáveis por prejuízos tão graves para a região. A ocupação de áreas de morros depende de processos rigorosos de planejamento e gestão pela sociedade, com soluções que passam tanto por políticas habitacionais voltadas a essa problemática, quanto por padrões e estímulos diferenciados de uso para essas áreas.

3.3.3 | Assoreamento

Os sedimentos que provocam o assoreamento dos corpos d'água são produzidos por processos erosivos que se manifestam, sobretudo,

nas áreas de expansão das cidades da RMSP, especialmente nas periferias, onde ocorre a transformação das condições ambientais rurais em urbanas.

Santos; Nakazawa (1992) relatam que, a princípio, a ocupação ficou restrita a terrenos sedimentares de topografia suave e de características geológico-geotécnicas favoráveis à ocupação urbana. Com o crescimento acelerado e desordenado, outras áreas vêm sendo ocupadas, por vezes sem critérios específicos, em terrenos de rocha cristalina de relevo mais energético e com solos de alteração mais vulneráveis à erosão. Como resultado desses processos, as taxas de erosão e produção de sedimentos aumentam à medida que novas áreas estão sendo ocupadas.

As áreas de periferia da RMSP estão em locais mais elevados, correspondentes às nascentes dos diversos cursos d'água da bacia do Alto Tietê, cujas águas se dirigem para as calhas dos rios Tietê e Pinheiros, pela rede de drenagem que atravessa os bairros mais consolidados da RMSP (Figura 11). Assim, a erosão, que se manifesta



Figura 11 |
Córrego Taquara do Reino, afluente do rio Baquirivu – Guaçu da bacia do Alto Tietê, assoreado com sedimentos e resíduos, devido à ocupação urbana na periferia de Guarulhos, apresentada na Figura 7.



em tais terrenos, especialmente pela ocupação inadequada, produz os sedimentos que também se deslocam na mesma direção, aproveitando as canalizações dos cursos d'água que exercem a transferência dos sedimentos com a mais alta eficiência. Junto a esses sedimentos também são encontrados detritos diversos, provenientes da disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Nos rios Tietê e Pinheiros, os sedimentos e os detritos que assoreiam a sua calha, reduzem a eficiência das obras de engenharia da sua ampliação, bem como dos serviços de dragagem, concorrendo para a intensificação das enchentes. Adicionalmente, os sedimentos também atingem os reservatórios que vêm sofrendo forte redução de sua capacidade de armazenamento, interferindo no potencial de abastecimento de água para a RMSP.

Na RMSP, o processo assume, às vezes, proporções catastróficas, com inundações de bairros, ruas e avenidas, por transbordamento de canais de córregos e mesmo dos rios Tietê e Pinheiros. Tendo em vista o papel do assoreamento na potencialização de tais fenômenos, diversos estudos tratam dessa questão, destacando-se os do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e do Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) (IPT, 1993; NAKAZAWA *et al.*, 1994; NAKAZAWA; HELOU, 1993; RAMOS, 2002).

Rossini (2005) destaca que, de acordo com o IPT e o Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo (DAEE), chegaram a ser retirados da rede hidrográfica natural e construída (calhas da bacia hidrográfica do Alto Tietê, canais, reservatórios, rede urbana de drenagem da RMSP) cerca de 5 milhões de metros

cúbicos de sedimento por ano. Somente a bacia do rio Tietê, com cerca de 800 km², apresenta, segundo Ramos (2002), taxas de assoreamento entre 1.150.000 e 1.480.000 m³/ano, valor que tem a mesma ordem de grandeza dos valores de desassoreamento praticados nesse rio de 1976 a 1989, de 1.100.000 m³/ano. Quanto à composição dos sedimentos, o mesmo autor e Santos (2002) relatam que, no rio Tietê, foi verificado que 5% do material é constituído por lixo das mais diferentes formas. O restante, 95%, é constituído por sedimentos, sendo 50% areia fina, 45% areia média, 4% areia grossa e 1% silte-argila. Esses sedimentos corresponderiam não só a partículas de solos e rochas dos terrenos naturais das bacias, mas agregam restos de matérias de construção alóctones provenientes de bacias em processo de ocupação.

Entretanto, segundo Santos *et al.* (2001 *apud* MAIA, 2006), a porcentagem dos sedimentos que atingem e efetivamente são transportados pelos rios é geralmente pequena em relação ao produzido pela erosão nas bacias. Essa porcentagem depende da área de drenagem e de outras características fisiográficas das bacias. Campagnoli (2002), Moretti (2001) e Rossini (2005) destacam que faltam medidas de taxas ou volumes de sedimentos produzidos pelas pequenas bacias hidrográficas, pois, em geral, não existem, para este porte de bacia, dados de vazões médias mensais e transporte de sedimentos, de fundo ou em suspensão. Entretanto, o estudo de Souza (2007) apresenta uma medida realizada com base nos depósitos presentes no fundo do vale de uma pequena bacia hidrográfica, conforme apresentado no **Quadro 3**.

A microbacia do Pau d'Alho, afluente do rio Cabuçu de Cima da bacia do rio Tietê, na periferia urbana de Guarulhos, constitui um caso que apresenta, de forma notável, os processos de erosão e escorregamentos deflagrados pela ocupação inadequada de um grande loteamento regular, Parque Continental, e de uma ocupação clandestina, Vila Operária, como um exemplo

do que sucede com frequência nas áreas de expansão urbana na RBCV. A foto aérea registra a área terraplenada sujeita aos processos erosivos nas cabeceiras e o assoreamento correspondente no fundo do vale do córrego do Pau d'Alho, com perda de várias edificações como ilustra a foto a seguir.

Por meio de pesquisa dos depósitos de assoreamento, tecnogênicos, que se formaram no fundo do vale, foram reconhecidas duas fases de uso do solo, rural e urbana. Na fase rural a produção específica de sedimento foi estimada em $120 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$; na fase urbana foi cerca de 20 vezes superior, atingindo $2.320 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$, implicando em uma produção bruta de sedimentos de quase 30.000 m^3 . A relação de liberação de sedimentos revelou-se muito elevada (81%), indicando uma grande eficiência de transferência de sedimentos da microbacia, que se depositaram na foz no rio Cabuçu de Cima, formando extenso depósito que constitui área fonte de sedimentos para a calha do rio Tietê. Assim o rio Tietê vai sofrendo assoreamento como efeito da erosão provocada pelos loteamentos inadequados na periferia da metrópole.

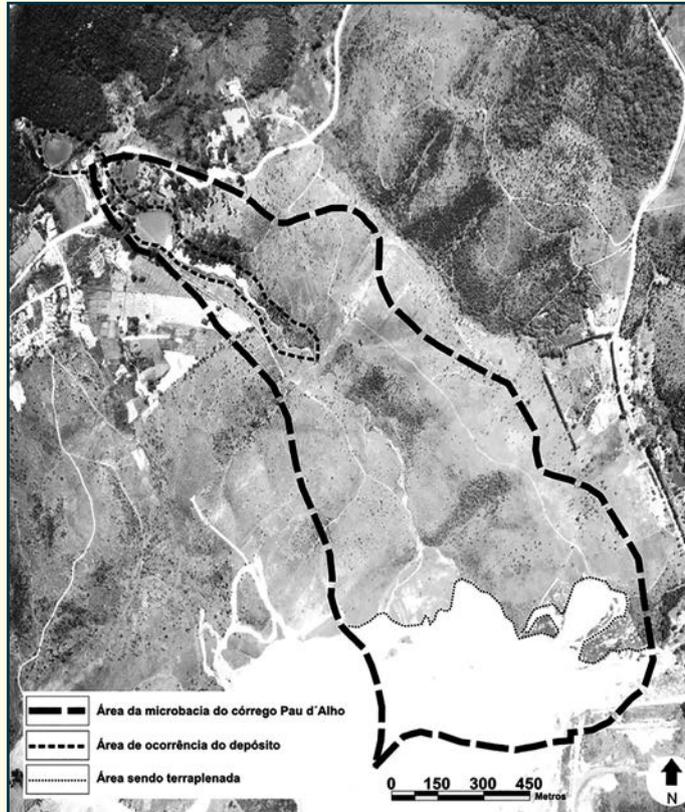


Figura 12 |

Foto aérea de 1986 mostra a área sendo terraplenada para loteamento na cabeceira do córrego Pau d'Alho, região do Cabuçu em Guarulhos. Fonte: Souza (2007).



Figura 13 |

Assoreamento do fundo do vale do córrego do Pau d'Alho com perda de edificações. Fonte: A.M.S. Oliveira (2006).

3.3.4 | Inundações

As causas das inundações se devem a fatores cumulativos que somam ao efeito das ocupações de cabeceiras de drenagens nas áreas de morros, passam pela intensa impermeabilização do solo nas bacias, pela obsolescência do sistema de drenagem, por erosão intensa e assoreamento, entre outros fatores. Assim, as alterações no uso do solo na zona de amortecimento da RBCV contribuem significativamente para as inundações no centro da área urbana.

Segundo o DAEE, as sub-bacias mais críticas na metrópole paulistana que estão sob atenção são: rio Aricanduva; rio Baquirivu-guaçu; rio Pirajussara; ribeirão Vermelho; ribeirão dos Meninos; ribeirão dos Couros; e córrego do Oratório, além da própria calha do rio Tietê e do Pinheiros (**Figura 14**).

3.4 | Ônus dos processos geohidrológicos na RBCV

Os ônus, prejuízos ou danos, causados pelos processos geohidrológicos, podem ser

considerados nos setores geomorfológicos onde se manifestam, seja nas encostas ou vertentes, como é o caso das erosões e dos escorregamentos, seja nos fundos de vales, correspondentes aos assoreamentos, aos solapamentos ou erosões fluviais, e às inundações. Há uma forte relação entre os processos de vertentes e de fundos de vale que estão à jusante daqueles, pois as erosões e escorregamentos produzem sedimentos que, ao se depositarem nos fundos dos vales, promovem o assoreamento e intensificam os processos de solapamento e inundação.

Portanto, os ônus dos processos geohidrológicos, para serem contabilizados de forma adequada, devem ser considerados por bacia hidrográfica, sendo apropriado para analisá-los, o sistema das UGRHI, definidas conforme Política Estadual dos Recursos Hídricos. Deve-se ainda considerar que todos esses processos acabam por interferir, quando se situam em bacias que deságuam no Oceano Atlântico, nos processos costeiros de erosão e sedimentação, destacando-se no ambiente costeiro da RBCV, os impactos nas áreas de mangue, no estuário de Santos – São Vicente, trazendo prejuízos econômicos para o Porto de Santos.



Figura 14 | Inundação das margens do rio Pinheiros. Fonte: Arquivo do IPT (2005).

Os acidentes cadastrados pela Defesa Civil Estadual de 2000 a 2008, nos municípios da RBCV, destacam as inundações e os alagamentos com 423 casos, seguidos de escorregamentos com 176 casos e apenas 3 de erosão. Embora os acidentes de erosão sejam em pequeno número, não se pode esquecer que são elas que produzem os sedimentos que potencializam as inundações.

3.4.1 | Ônus nas encostas

Nas vertentes, os ônus correspondem às perdas de edificações, da infraestrutura urbana e mesmo de vidas humanas, em áreas de risco de escorregamentos e processos correlatos. Situações inadequadas de ocupação urbana, em geral periférica, em quase todos os municípios da RBCV, que ocorrem sobre paisagens de morros e montanhas, apresentam histórico de problemas que se repetem anualmente, no período de chuvas.

O município que apresenta um histórico de cadastros de risco mais significativo é o de São Paulo, onde, em 2003, foram relacionadas cerca de 11.500 moradias em situação de risco alto a muito alto de escorregamento, distribuídas por 205 áreas de risco (SVMA; IPT, 2004). Em 2010, em um novo levantamento, em elaboração pela Prefeitura de São Paulo e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, foram mapeadas quase 500 áreas. No município de Guarulhos, foram identificadas, em 2004, 2.320 moradias em risco de escorregamentos e solapamentos, sendo, somente de escorregamentos, 1.728 moradias (GUARULHOS, 2004).

Esses números certamente se ampliam, considerando a RBCV como um todo, tendo em vista a existência de diversos casos conhecidos nos municípios da região.

Com relação aos dados de escorregamentos da Defesa Civil no período de 2000 a 2008, destacam-se os seguintes municípios acima de cinco ocorrências no período e seus respectivos números: São Paulo (33 ocorrências); Guarujá (15 ocorrências); Santos (8 ocorrências); Guarulhos, Santa Branca e São Vicente (7 ocorrências); Jundiaí, Ribeirão Pires (6 ocorrências); Barueri, Cubatão e Paraibuna (5 ocorrências).

Assim, é possível fazer uma estimativa representativa para a RBCV, considerando os dados do Alto Tietê e da Baixada Santista (**Figura 15**), que demonstra uma situação preocupante, pois é verificado que no período de 2000 a 2008, a região concentrou cerca de 40% das ocorrências do estado de São Paulo.

Como a expansão urbana da RMSP está se dando na direção de sistemas de relevo menos favoráveis à ocupação, há uma forte probabilidade de aumento do número de áreas de risco na periferia, atingindo, segundo o zoneamento da RBCV, as *Áreas de Transição e Cooperação*, e, o que é mais preocupante, as *Zonas de Amortecimento e Conectividade* a sul e a norte da RMSP.

3.4.2 | Ônus nos fundos dos vales

Quanto às inundações e aos alagamentos, a Defesa Civil Estadual, no período de 2000 a 2008, registrou, da mesma forma: São Paulo (155 ocorrências); Guarulhos (29 ocorrências); Osasco (25 ocorrências); Mogi das Cruzes

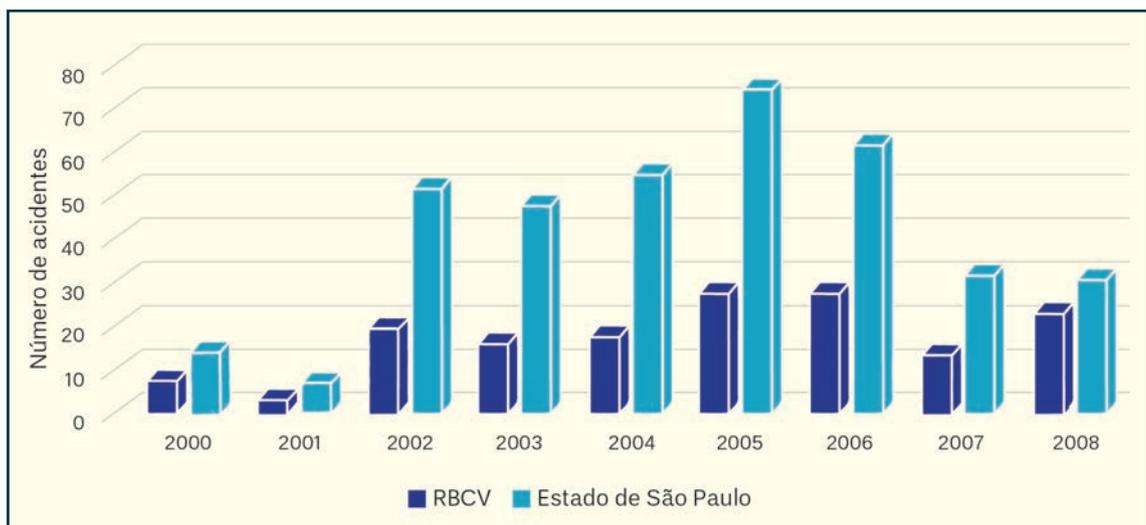


Figura 15 | Comparação entre o número de acidentes de escorregamentos na RBCV e no estado de São Paulo. Fonte: Elaboração própria.



(19 ocorrências); Santo André e São Bernardo do Campo (13 ocorrências); Taboão da Serra (10 ocorrências); Barueri, Ribeirão Pires e São Caetano do Sul (9 ocorrências); Atibaia (8 ocorrências); Mauá e São Vicente (7 ocorrências); Diadema, Francisco Morato e Jacareí (6 ocorrências); Cajamar, Guarujá, Itaquaquetuba, Parabuna e Santos (5 ocorrências).

As inundações, ao contrário dos escorregamentos, incidem em maior proporção no interior da mancha urbana, de ocupação mais antiga e consolidada, coincidindo com as planícies fluviais dos principais rios, ribeirões e córregos. Os prejuízos econômicos são vultosos, e o grande agravante à saúde pública resulta da contaminação com esgotos. Apenas o rio Tietê recebe em média cerca de 700 toneladas por dia de esgoto.

As inundações em extensas áreas de planície da RMSP, ocupada por residências, comércios, indústrias, serviços e segmentos importantes da malha viária metropolitana, contabilizam custos extremamente elevados aos patrimônios público e privado.

Custos para o desassoreamento e a prevenção das inundações no rio Tietê, de responsabilidade do DAEE, totalizaram 27,2 milhões de reais em 2009, para a retirada de um volume calculado em 40 milhões de m³ (TAVARES; ZANCHETTA, 2009). Esse material, em sua grande maioria, é proveniente da erosão de solos expostos em loteamentos implantados na Grande São Paulo.

Pode-se concluir que a conservação da Zona de Amortecimento da RBCV tem importante papel de conter os efeitos inevitáveis dos processos geohidrológicos que ocorrem em situações extremas. Esse aspecto ganha importância maior ao se verificar que as bacias hidrográficas da região apresentam naturalmente um regime de escoamento que é superior à infiltração.

Os processos costeiros de erosão e sedimentação, com forte contribuição do continente, onde os serviços ecossistêmicos da biosfera foram eliminados e os processos geohidrológicos desencadearam a degradação ambiental até a zona costeira, podem ser destacados no Porto de Santos e nos ecossistemas de mangues do litoral.

4 | O SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO ESCOAMENTO DE ÁGUA E BEM-ESTAR HUMANO NA RBCV

O procedimento de elaboração do mapa síntese do uso do solo (**Figura 5**) facilita a interpretação dos serviços ecossistêmicos que estes usos podem oferecer.

Assim, a **Figura 16**, elaborada com base no mapa da **Figura 5**, apresenta o mapa dos serviços ecossistêmicos, agrupando-os de acordo com a maior ou a menor significância desses serviços, conforme exposto a seguir.

- **Serviços ecossistêmicos ausentes a pouco significativos:** aterro sanitário, equipamento urbano, favela, indústria, área urbana, lixão, loteamento desocupado, mineração, movimento de terra, solo exposto, área não classificada e outros usos.
- **Serviços ecossistêmicos moderadamente significativos:** agricultura, agropecuária, chácara, hortifrutigranjeiro, pecuária (pastagem).
- **Serviços ecossistêmicos significativos:** campo, reflorestamento.
- **Serviços ecossistêmicos muito significativos:** Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Formação Arbórea /Arbustiva Herbácea em Terrenos Marinheiros Lodosos, Formação Arbórea/Arbustiva Herbácea em Região de Várzea, Formação Arbórea/Arbustiva Herbácea de Sedimentos Marinheiros Recentes, Savana, Vegetação Secundária da Floresta Estacional Semidecidual, Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa.

Na **Figura 16**, observa-se que as áreas com serviços ecossistêmicos muito significativos resistem a sul e a sudoeste da RMSP. Sua expansão, nessas direções, resultará numa perda significativa de qualidade de vida da metrópole. Verifica-se também a perda eminente dos

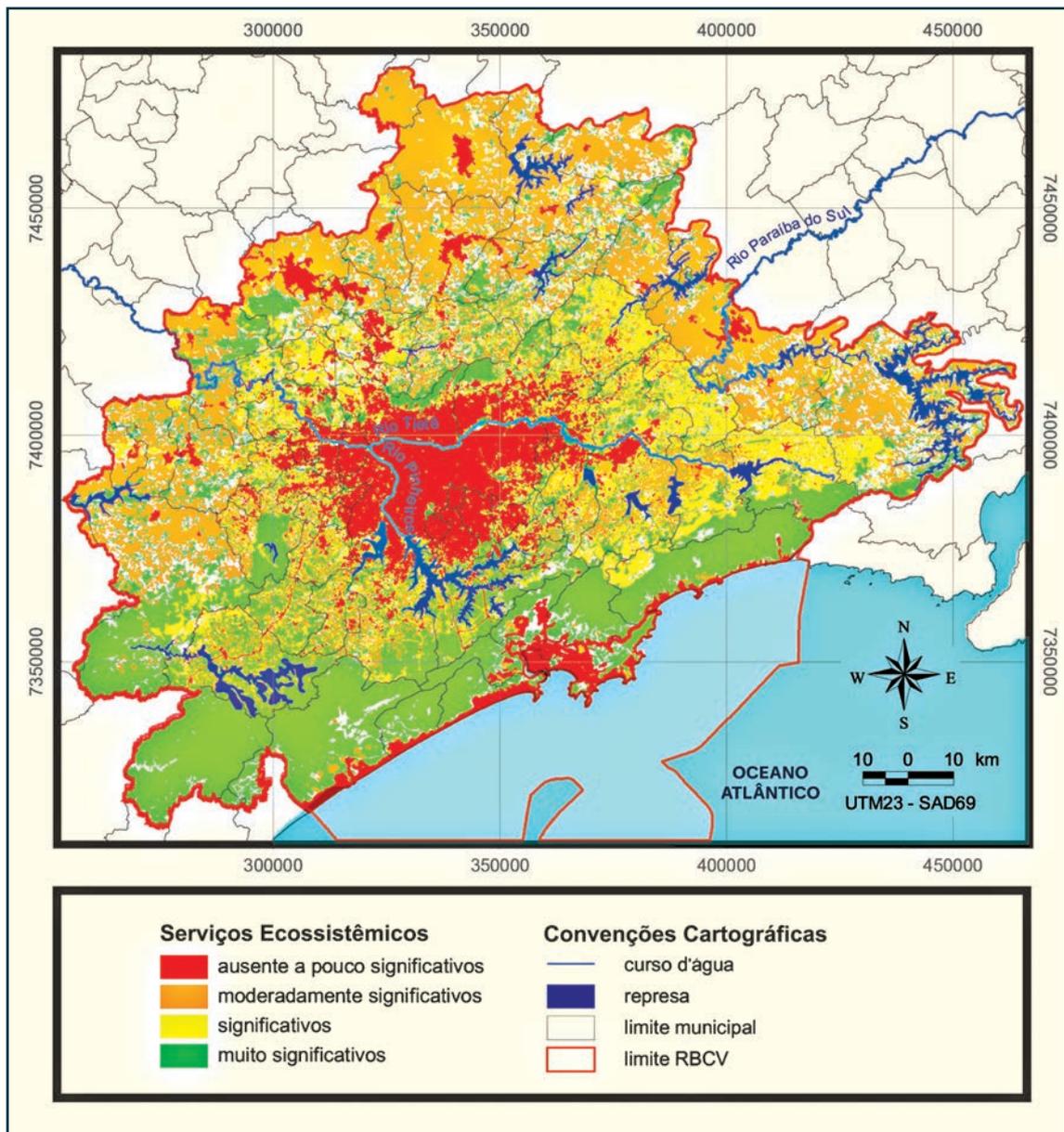


Figura 16 |
Distribuição
dos serviços
ecossistêmicos
da biosfera com
base no mapa
de uso do solo.
Fonte: elaboração
própria.

serviços significativos (campos e reflorestamento) pela ocupação urbana (manchas vermelhas na **Figura 16**), a menos que sejam criadas unidades de conservação de proteção integral.

O **Quadro 4** apresenta uma análise qualitativa de impactos dos processos geohidrológicos na RBCV – Planalto, em termos de risco envolvendo a probabilidade de suas ocorrências como acidente ambiental.

Da análise do **Quadro 4**, resulta a importância significativa dos processos de escorregamento e de inundação. Entretanto, não se pode deixar de considerar o inter-relacionamento existente dos diversos processos geohidrológicos que potencializam as manifestações.

5 | MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PROCESSOS GEOHIDROLÓGICOS

Inicialmente, deve-se considerar que a expansão urbana vem alterando de forma significativa o comportamento climático da região. O estudo de Pereira Filho *et al.* (2007) sobre a evolução do tempo e do clima na RMSP em 70 anos (1936 – 2005) demonstra o aumento das precipitações em 395 mm e um aumento das temperaturas médias anuais de 2,1°C, responsabilizando a ilha de calor urbano como a principal causa das alterações.



Processo/ impacto do acidente provocado	Erosão	Escorregamento	Solapamento e erosão fluvial	Assoreamento	Inundação
Risco de Morte no Acidente	Baixo	Alto	Baixo a Alto	Baixo	Baixo a Alto dependendo da intensidade e da dinâmica da inundação
Risco de Incidência de Doenças	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
Risco de Estresse Psicológico	Baixo a Alto; dependendo do porte e da dinâmica da erosão	Alto	Alto	Baixo a Alto	Alto
Risco de Perda de Bens Materiais	Baixo a Alto; dependendo do porte e da dinâmica da erosão	Alto	Alto	Baixo a Alto dependendo da intensidade e da dinâmica do assoreamento	Alto
Risco de Degradação de Recursos Hídricos	Baixo a Alto: se expressa pelo assoreamento e depende da presença de lixo	Baixo a Alto: se expressa pelo assoreamento	Alto	Alto	Baixo a Alto: depende do uso do solo da bacia
Risco de Colapso Local da Circulação Viária	Alto	Alto	Baixo a Alto	Baixo a Alto: expressa-se pela inundação	Alto
Risco de Colapso Regional da Circulação Viária	Baixo	Baixo a Alto	Baixo a Alto	Baixo a Alto: expressa-se pela inundação	Baixo a Alto
Ponderação da Importância do Risco Baixo 1, Baixo a Alto 2, Alto 3	12	17	16	13	18

Quadro 4 | Análise qualitativa de impactos dos processos geohidrológicos na RBCV – Planalto, em termos de risco envolvendo a probabilidade de suas ocorrências como acidente ambiental. Fonte: elaboração própria.

Além das mudanças climáticas devidas à ilha de calor da RMSP, talvez mudanças climáticas globais possam ter influência nas condições da RBCV, conforme Nobre *et al.* (2010), que estimam, entre 2070 e 2100, uma elevação média na temperatura da região de 2,0°C a 3,0°C. Neste cenário de influência das mudanças climáticas globais, é projetado o dobro o dobro do número de dias com

chuvas intensas (acima de 10 mm) na capital paulista.

Entretanto, os estudos realizados até hoje sobre os processos geohidrológicos vêm demonstrando que, preponderantemente, são o uso do solo inadequado e a má gestão pública os principais fatores que vêm criando os problemas geohidrológicos adversos, devidos às perdas dos serviços ecossistêmicos da biosfera na RBCV.

CONCLUSÕES

O diagnóstico aqui apresentado aponta para a necessidade de se estabelecerem estratégias, tanto regionais como locais, que conservem os serviços ecossistêmicos da biosfera, representados pelas coberturas vegetais, especialmente as matas.

Em nível regional, há necessidade de criação de unidades de conservação, seja de uso sustentável como as Áreas de Proteção Ambiental (APA), seja de proteção integral, como foi o caso recente dos Parques de Itapetinga e Itaberaba na região da Serra da Cantareira. No âmbito local, especialmente no interior das APA, é possível planejar a ocupação buscando a preservação da

cobertura vegetal nas áreas de maior declive e a proteção de corpos d'água, entre outras ações consideradas sob o enfoque da sustentabilidade de microbacias urbanas.

Todas essas medidas e ações pressupõem a existência de políticas integradas nas regiões metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista, além das articulações necessárias em nível estadual, envolvendo todos os setores do poder público.

Somente dessa maneira, será possível um ganho na qualidade de vida e no bem-estar da população, que justifique o esforço de desenvolvimento socioeconômico da RBCV no país, dada a sua importância de comportar 12,1% da população brasileira e 18,8% do PIB nacional.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. (1957). **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. 1957. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957.
- _____. (1965). **Da participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro**. Tese (Livre docência) - Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. 178 p.
- _____. (1966). **O Domínio dos 'Mares de Morros' no Brasil**. Geomorfologia. São Paulo, USP - IGEOG, no 2. 1966.
- _____. (1980). Súmula geomorfológica do Planalto Paulistano. In: **MESA REDONDA ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDI-MENTAR DE SÃO PAULO**. 1980. São Paulo. Publicação Especial... - São Paulo: ABGE/ SBG, p. 33-36.
- ALCAMO, J. *et al.* (2003). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment: Millennium Ecosystem Assessment**. EUA: World Resources Institute.
- BISTRICHI, C.A. *et al.* (1981). Mapa geológico do Estado de São Paulo; escala 1:500.000. In: ALMEIDA, F.F.M. de - **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**; 1: 500.000, texto. São Paulo. 2v. IPT-Publicação 1184, Série Monografias 6.
- BROLLO, M. J.; FERREIRA, C. J. (2009). Indicadores de desastres naturais no Estado de São Paulo. **Anais do 11º Simpósio de Geologia do Sudeste**. São Pedro, SP. p. 225.
- CAMPAGNOLI, F. A. (2002) **Aplicação do assoreamento na definição de geoindicadores ambientais em áreas urbanas do Alto Tietê**. 2002. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CANIL, K. (2006). **Indicadores para monitoramento de processos morfodinâmicos: aplicação na Bacia do Ribeirão Pirajuçara, RMSP (SP)**. 2006. Tese (Doutorado), Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- _____. (2004). Caracterização de áreas de produção de sedimentos no ribeirão Pirajussara, S.P., visando à prevenção de enchentes. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS**, I., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, p.434-442 (CD-ROM)
- CHRISTOFOLETTI, A. (1999). **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 236 p.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). (2005). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: CPRM. 1: 750.000.
- EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO. (2006). **Mapa do uso e ocupação do solo da Região Metropolitana de São Paulo e Bacia do Alto Tietê**. CD.
- EMPRESA EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO (2019). RMSP. Disponível em: <https://www.pdui.sp.gov.br/rmsp/?page_id=56>. Acesso: 26 nov. 2019.
- GUARULHOS (Cidade). (2004). **Mapeamento de riscos associados a escorregamentos em encostas e solapamentos de margens de córregos nas áreas de assentamento precário do município de Guarulhos em CD-ROM**: texto e cartografia multimídia. Guarulhos: Rosa e Bindone Engenharia Ltda. 1 CD-ROM.



- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento topográfico**. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro, vários mapas, color.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados**. (Banco de Dados. Todos os Municípios - SP). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (1993). **Erosão e assoreamento nas bacias dos rios Tietê e Pinheiros na Região Metropolitana de São Paulo**: diagnóstico e diretrizes para a solução integrada do problema. São Paulo: IPT, 3 v. (Relatório Técnico, 30 796).
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Arquivos de fotos - 2004; 2005.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DAE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. (1995). **Mapa de erosão do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. DAE. 1995. Escala 1:1.000.000.
- KRONKA, F. J. N. *et al.* (2002). **Inventário florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo: Pancron, 2002. v. 1. 183 p.
- KRONKA, F. J. N. *et al.* (2007). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**: Regiões administrativas de São José dos Campos (litoral), Baixada Santista e Registro; Secretaria do Meio Ambiente, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, p. 140.
- KRONKA, F. J. N. (2005). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo: Imprensa Oficial, v. 1. 200 p.
- LOVELOCK, J. E. (1988). **The Ages of Gaia: a Biography of our living Earth**. New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- MAIA, A. G. (2006). **As consequências do assoreamento na operação de reservatórios formados por barragens, 2006**. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola de Engenharia de São Carlos.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. Acesso: 14 out.2009.
- MORETTI, L. R. (2001). **Avaliação da erosão em pequenas bacias hidrográficas rurais**. São Paulo. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NAKAZAWA, V. A.; HELOU, G. C. N. (1993). **Erosão nas bacias dos rios Tietê e Pinheiros: aspectos físicos e antrópicos**. In: 10º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos; 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul, Gramado. Anais... Gramado: ABRH, 1993. v. 5, p. 464-273.
- NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G.; DINIZ, N. C. (1994). **Carta geotécnica do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. Publicação 2089. 2v.
- NOBRE, C. A. *et al.* (2010). **Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo acessado em <www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/megacidades.pdf>. 32p. Acesso: 18 jun.2010.
- OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N. de; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. (1999). **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agronômico/EMBRAPA Solos, v. 1. 64 p.
- PEREIRA FILHO, A. J.; SANTOS, P. M.; XAVIER, T. M. B. S. (2007). **Evolução do tempo e do clima na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Linear B; IAG/USP. 282 p.
- PERROTTA, M. M. *et al.* (2005). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil - PGB, CPRM, São Paulo.
- PONÇANO, W. L. *et al.* (1981). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Monografia. 5. v. 1 e 2. Escala 1:1.000.000.
- ROLNIK, R.; CYMBALISTA, R. (1997). **Instrumentos urbanísticos contra a exclusão social**. Publicação Pólis, 29. São Paulo: Pólis, 112p.
- ROSSI, J. L. S.; MOROZ, I. C. (1997). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, Depto. Geografia, FFLCH/USP; Laboratório de Cartografia Geotécnica, Geologia Aplicada, IPT; FAPESP, Mapas e relatórios.
- ROSSI, M. (1999). **Fatores formadores da paisagem litorânea: a bacia do Guaratuba**, São Paulo - Brasil. São Paulo. 1999. 1v. (Tese - Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - Departamento de Geografia. 160p.
- ROSSI, M. *et al.* (2009). Macro-Relação entre Paisagem e seus Formadores Físicos: Município de Guarulhos – SP. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, XXXII., 2009, Fortaleza. Anais... Ceará: SBSC, 2009. 1CD.
- ROSSI, M. (2017). **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, V.1. 118p.
- ROSSINI, J. C. C. (2005). **Estudo da relação de vazão sólida x vazão líquida em pequenas bacias urbanas**. São Paulo. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola

Politécnica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo.

SANTOS, A. R.; NAKASAWA, V. A. (1992). **Erosão e assoreamento na Região Metropolitana de São Paulo**. In: Seminário sobre problemas geológicos ne geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo. 1. 1992. São Paulo. Anais. São Paulo: ABGE.

SAUER, C. O. (1925). The morphology of landscape. **Publications in Geography**, 2: 19-53. Berkeley, University of California.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE – SVM; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. (2004). **GEO cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo/ SVM; Brasília: PNUMA, 204 p.

SIMONETTI, C. (2001). **As relações entre o relevo, os solos e a floresta atlântica na Serra do Mar (Bacia do Rio Itamambuca, Ubatuba, SP)**. 2001. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, O. (2007). **Produção de sedimentos em áreas urbanas**. O caso da microbacia do

córrego do Pau d'Alho, Guarulhos. SP. 2007. Dissertação de mestrado. Guarulhos: Universidade Guarulhos. Mestrado em Análise Geoambiental. 75 p. Anexos.

TAVARES, B.; ZANCHETTA, D. (2009). **Desassoreamento do Rio Tietê será estendido por 1 ano**. O Estado de São Paulo. São Paulo, 9 de set. 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,desassoreamento-do-rio-tiete-seraestendido-por-1-ano,431828,0.htm>>. Acesso: 26 nov. 2019.

TER-STEPANIAN, G. (1988). **Beginning of the Technogene**. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology**: (38): 133-142.

TOMINAGA, L. K. (2009). **Escorregamentos**. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Desastres naturais: Conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, p. 25-38.

TRICART, J. (1972). **La Terre, planète vivante**. Paris. Presses Universitaires de France.

VICTOR, M. A. M. (1975). **A devastação florestal**. Sociedade Brasileira de Silvicultura.

GLOSSÁRIO

A

Antropogênico | Termo que indica a origem humana de qualquer componente do meio físico, como por exemplo, um depósito sedimentar quando induzido pelo uso do solo. O termo também se aplica ao processo que revela a ação do homem, contrapondo-se ao processo natural equivalente, como por exemplo, erosão antrópica.

Argissolos | Argissolos são solos que se caracterizam por uma diferenciação significativa de textura dos horizontes A e B, tendo o A uma textura mais arenosa que o B, onde se concentram as argilas. Os Argissolos, depois dos Latossolos, são os que apresentam a maior extensão territorial no Brasil.

Assoreamento | O assoreamento corresponde tanto ao fenômeno de deposição de sedimentos quanto ao depósito por eles formados em corpos d'água, em ambientes continentais, rios, lagos, reservatórios etc., ou ambientes marinhos, praias, canais etc., naturais ou provocados pela ação antrópica.

C

Cambissolos | Os cambissolos são solos pouco desenvolvidos, com presença de material de alteração do substrato de origem, em geral pouco espessos, sobretudo quando ocorrem em áreas

de relevo muito movimentado, quando às vezes se associam a afloramentos de rocha. Estes solos são muito diversificados em função do relevo e dos materiais de origem.

Cones de dejeção | São depósitos de sedimentos que ocorrem nos sopés de morros ou montanhas como dejeções de linhas de drenagem que concentram o escoamento superficial desses relevos. Os sedimentos podem apresentar diversas granulometrias, argilas, siltes, areias, podendo também conter blocos, sendo neste caso denominados depósitos ou corpos de tálus.

Corpos de tálus | São depósitos compostos por sedimentos heterogêneos, com materiais finos e blocos ou matacões que se acumulam nos sopés de encostas íngremes ou escarpas.

Corridas de massa | Um tipo de movimento de massa, correspondente a um fluxo de grande volume (centenas a milhares de m³) de detritos, compostos por solos, rochas, vegetais, água, escambros de construções etc., que se desloca, em geral a altas velocidades (m/s) em fundos de vales. O fluxo, que se comporta como o escoamento de um líquido mais ou menos viscoso, em função da quantidade de água presente, é alimentado por uma ocorrência intensa de escorregamentos nas encostas da bacia, deflagrados por chuvas excepcionalmente intensas.

E

Encosta | No relevo, corresponde à superfície natural que liga o topo de uma elevação ao fundo do vale. Esta superfície, também denominada de vertente, constitui uma conexão dinâmica entre os divisores de águas e os fundos de vales, por onde escoam as águas de chuva e se manifestam vários processos de dinâmica superficial como a erosão.

Erosão natural, laminar e linear | A erosão natural é um processo de perda de solo, provocado por diversas causas, destacando-se, na região da RBCV, a chuva. O processo é comandado por diversos condicionantes, como os tipos de solo, o relevo e o substrato geológico. No caso da erosão não natural ou antrópica destaca-se o homem como agente de erosão, por suas ações de uso do solo. A erosão laminar corresponde a uma erosão difusa, provocada pelo escoamento da água não concentrado sobre a superfície dos terrenos. A erosão linear resulta da concentração do escoamento superficial em linhas onde se desenvolvem sulcos, ravinas e mesmo voçorocas.

Escorregamento | Um tipo de movimento de massa correspondente à instabilização de encostas ou taludes que apresenta deslocamentos de volume de solo e/ou rocha com velocidades variáveis de médias (m/h) a altas (m/s) que em geral ocorrem em decorrência de chuvas intensas, podendo causar danos significativos em áreas ocupadas, denominadas áreas de risco. Também é conhecido por deslizamento e, popularmente, por desbarrancamento ou barreira de estrada.

Espodossolos | Espodossolos são solos, em geral arenosos, que apresentam acumulação de matéria orgânica ou de óxidos de ferro e alumínio em profundidade destacando horizontes subsuperficiais cinza escuro até preto ou avermelhado ou amarelado dependendo do material concentrado, em contraste com o horizonte superficial, em geral mais claro.

Evapotranspiração | A evapotranspiração corresponde à soma da água transpirada pelas plantas com a que evapora de superfícies líquidas. Em uma bacia hidrográfica, o volume anual da evapotranspiração, somado ao volume anual escoado dessa bacia, corresponde ao volume de água das chuvas que a bacia recebeu, no ciclo de um ano.

F

Falhas geológicas | Falhas geológicas são descontinuidades ou grandes fraturas que, na crosta terrestre, separam blocos que se deslocaram entre si. As rochas junto às falhas se apresentam em geral fragmentadas.

G

Gnaisses | Gnaisses são rochas metamórficas que possuem em geral composição semelhante à do granito apresentando, porém, orientação dos seus minerais.

Granitóides | Granitóides são um tipo genérico de rochas ígneas compostas basicamente por quartzo, feldspatos e micas, com textura geralmente granular, sendo o granito o tipo mais conhecido.

H

Horizontes pedológicos | Os horizontes pedológicos, ou horizontes dos solos, podem ser observados nos perfis verticais dos solos, apresentando-se como se fossem camadas superpostas, aproximadamente paralelas, que se destacam por diversos atributos diferentes, especialmente por diferentes cores, e que se desenvolvem a partir da alteração da rocha subjacente. Os principais horizontes são o horizonte A, superficial, com matéria orgânica, o horizonte B, abaixo, resultante da transformação significativa do material de origem e o C que corresponde ao material de origem que se pode encontrar em estágio avançado de alteração, mas ainda mostra estruturas da rocha.

I

Inundações | Inundações são processos de extravasamento das águas fluviais, em resposta a precipitações intensas, para as áreas marginais dos cursos d'água, ou seja, suas várzeas ou planícies de inundação. As inundações, correspondentes a manifestações naturais de cheias ou enchentes de rios, podem ser intensificadas pela intervenção do homem no uso do solo das bacias hidrográficas.

L

Latossolos | Os latossolos são os solos que mais ocorrem no Brasil, desenvolvidos em ambiente tropical úmido, de coloração avermelhada ou amarelada, em geral com mais de um metro de espessura, frequentemente em relevos suaves, de planos a ondulados, formados por processos que provocam o acúmulo de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

M

Migmatitos | se apresentam como uma espécie de rochas híbridas, entre rochas metamórficas e ígneas, em regiões da crosta onde ocorrem processos de fusão parcial.

Movimentos de massa | Processos geológicos da dinâmica superficial dos terrenos, correspondentes à instabilização de volumes significativos



de solos e/ou rochas que se deslocam na direção dos pés de taludes ou encostas. Podem ser naturais ou induzidos pelo uso do solo. O tipo mais frequente de movimento de massa no Brasil é o escorregamento.

R

Ravinas | Um tipo de erosão linear, ou seja, formada por concentração do escoamento superficial, em geral com profundidade maior que meio metro, não chegando a atingir o lençol freático. Seu comprimento é frequentemente superior a uma dezena de metros, largura variável de mais de um a vários metros e, em geral, com um formato em V.

S

Serrapilheira | Camada de matéria orgânica, de uma área com cobertura vegetal, composta

por folhas, caules e outros restos vegetais, depositada sobre a superfície do solo, com presença de organismos que participam do processo de decomposição dessa matéria.

Solapamentos | Fenômeno de erosão fluvial de margens que provoca a instabilização e queda de volumes de solos para dentro da calha do curso d'água. Também conhecido popularmente por desbarrancamentos.

Z

Zonas de cisalhamento | São zonas da crosta terrestre que sofreram deformações, impondo localmente foliações às rochas, e que delimitam blocos que sofreram deslocamentos entre si.

PARTE 2

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO



2.2 QUALIDADE DO AR

Coordenador

Paulo Hilário Nascimento Saldiva | FMUSP

Autores

Paulo Hilário Nascimento Saldiva | FMUSP

Ana Paula Garcia Martins | IIES

Marco Antonio Garcia Martins | HSPH

Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor | FF/SIMA

Thais Mauad | LPAE/FMUSP

Foto de abertura do capítulo:
Aspectos da poluição urbana
em São Paulo com efeitos
diretos sobre a saúde humana
e a qualidade ambiental.
Pedra Grande, Parque
Estadual da Cantareira.
Fonte: Francisco de Assis
Honda (2010).

“Tentamos proteger a árvore, esquecidos de que é ela quem nos protege.”

Carlos Drummond de Andrade

“Hoje em dia, o ser humano tem ante si apenas três grandes problemas que foram ironicamente provocados por ele próprio: a super povoação, o desaparecimento dos recursos naturais e a destruição do meio ambiente. Triunfar sobre estes problemas, vistos sermos nós a sua causa, deveria ser a nossa mais profunda motivação.”

Jacques Yves Cousteau (1910-1997)



SUMÁRIO

Resumo	281
1 Introdução	282
2 O problema: poluição do ar, doenças urbanas e periurbanas	283
2.1 Material particulado (MP).....	283
2.2 Ozônio.....	285
2.3 Efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana.....	286
2.4 Exposição e vulnerabilidade da população da Região Metropolitana de São Paulo à poluição atmosférica.....	288
3 A vegetação como elemento de redução das concentrações de poluentes atmosféricos	290
4 O Serviço Ecológico de Regulação da Qualidade do Ar no município de São Paulo.....	293
Conclusões	311
Referências	312
Glossário.....	314

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Esquema representando exemplos dos diâmetros aerodinâmicos do material particulado, sua composição e origem mais provável.
- Figura 2** Imagem capturada pelo método da microscopia de varredura, mostrando os diferentes aspectos morfológicos de partículas ambientais em filtro de nitro-celulose, coletadas no centro de Porto Alegre.
- Figura 3** Taxa estimada de deposição das partículas ambientais, ao longo de diferentes segmentos do trato respiratório, em um adulto respirando pela boca (VAS = vias aéreas superiores).
- Figura 4** Representação esquemática da absorção de compostos tóxicos contidas nas partículas depositadas nos alvéolos.
- Figura 5** Esquema representativo da relação entre gravidade dos efeitos da poluição e o número de pessoas afetadas pela poluição em uma dada comunidade.
- Figura 6** Expectativa de vida em seis cidades americanas que exibem diferentes níveis ambientais de $MP_{2,5}$.
- Figura 7** Relação entre medidas de MP_{10} realizadas em dias diferentes, em diferentes áreas do Hospital das Clínicas da FMUSP (indoor) com medidas simultâneas de MP_{10} , realizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em sua estação Cerqueira César, distante 300 metros do Hospital.
- Figura 8** Variação do incremento de mortalidade para uma variação interquartil de MP_{10} em diferentes regiões da cidade de São Paulo, diferenciadas por nível socioeconômico (fração da população com educação de nível superior).
- Figura 9** Mapeamento dos Remanescentes de Mata Atlântica, Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de São Paulo – 2017.
- Figura 10** Localização dos parques Jardim da Luz, Trianon, Aclimação, Previdência, Ibirapuera (em São Paulo) e Embu-Guaçu (região controle).
- Figura 11** Imagem aérea do Parque da Previdência, em São Paulo.
- Figura 12** Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); e cobre (Cu) nas cascas das árvores amostradas no Parque Previdência, no jardim Ademar, em São Paulo.
- Figura 13** Localização do Parque Previdência e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas de árvores estudadas.
- Figura 14** Imagem aérea do Parque Jardim da Luz, no Bom Retiro, em São Paulo.
- Figura 15** Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque Jardim da Luz.
- Figura 16** Localização do Parque Jardim da Luz e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas.
- Figura 17** Imagem aérea do Parque Trianon, no bairro Cerqueira César, em São Paulo.
- Figura 18** Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque Trianon.
- Figura 19** Localização do Parque Trianon e distribuição dos poluentes: ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas.
- Figura 20** Imagem aérea do Parque Aclimação, no bairro Aclimação, região região central de São Paulo.



- Figura 21** Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque da Aclimação.
- Figura 22** Localização do Parque Aclimação e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas.
- Figura 23** Imagem aérea do Parque Ibirapuera, na Vila Mariana, em São Paulo.
- Figura 24** Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque Ibirapuera.
- Figura 25** Localização do Parque Ibirapuera e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas.
- Figura 26** Médias e desvios padrão das concentrações dos elementos obtidas nas amostras de cascas de árvores, agrupadas nos fatores 1, 2 e 3, em cada região interna dos parques estudados e na região controle.
- Figura 27** Cobertura vegetal x coeficiente de redução de poluentes nos parques.
- Figura 28** Atenuação de cobalto (Co) nas cascas das árvores de 4 parques municipais de São Paulo, em relação à distância da sua borda viária (concentração x distância).
- Figura 29** Atenuação de enxofre (S) nas cascas das árvores de 4 parques municipais de São Paulo, em relação à distância da sua borda viária (concentração x distância).
- Figura 30** Vias em que exposições a áreas verdes podem resultar em desfechos na saúde.

TABELAS

- Tabela 1** Coeficientes relacionando aumento de mortalidade por diferentes causas a exposição crônica a $MP_{2,5}$.
- Tabela 2** Resumo de estudos representativos relacionando variações agudas de ozônio com mortalidade.
- Tabela 3** Quantificação da remoção anual da poluição atmosférica por árvores em 25 cidades. As quantidades são médias por hectare em áreas com cobertura arbórea (as quantidades em parênteses são médias por hectare em áreas com alta cobertura arbórea).
- Tabela 4** Distribuição das categorias de vegetação em hectares, percentual e número de fragmentos, no município de São Paulo, em 2016.

SIGLAS

- As** Arsênio
- Ba** Bário
- Br** Bromo
- BOH** Bosque Heterogêneo
- Ca** Cálcio
- CAM** Campo Alto Montano
- Cd** Cádmiio
- CETESB** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CO** Monóxido de Carbono
- Co** Cobalto
- CPO** Campos Gerais
- Cr** Cromo
- Cu** Cobre

CVA Campo de várzea e vegetação aquática

EDXRF *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence* – Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia

Fe Ferro

FF Fundação Florestal

FMUSP Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

g gramas

ha hectare

Hg Mercúrio

HSPH *Harvard T.H. Chan School of Public Health*

IC Intervalo de Confiança

IIES Instituto Itapetiningano de Ensino Superior

kg quilograma

LP AE Laboratório de Poluição Ambiental Experimental

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

RMSP Região Metropolitana de São Paulo

m metros

MAV Mata de Várzea

Mn Manganês

MOD Mata Ombrófila Densa

MP Material Particulado

Ni Níquel

NO₂ Dióxido de nitrogênio

O₃ Ozônio

P Fósforo

Pb Chumbo

PMMA Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica

ppb Parte por bilhão

PS Pronto Socorro

S Enxofre

Sb Antimônio

Se Selênio

SIMA Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente

Sr Estrôncio

SO₂ Dióxido de enxofre

SVMA Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente

USP Universidade de São Paulo

V Vanádio

VAS Vias Aéreas Superiores

Vs versus

Zn Zinco

µm Micrômetro



RESUMO

A poluição atmosférica tornou-se um dos maiores problemas ambientais e de saúde pública nas cidades; causa sérios danos aos ecossistemas e afeta a saúde das pessoas. Os habitantes dos grandes centros urbanos, como a RMSP, são os mais afetados pela ação deletéria dos poluentes atmosféricos. As árvores configuram-se como um importante instrumento de gestão pública para as cidades, já que podem reduzir a poluição do ar. São capazes de conter os poluentes de quatro maneiras: absorção pelos estômatos das folhas, deposição de gases e particulados nas folhas e cascas, diminuição da velocidade do vento devido à barreira formada pela vegetação, fazendo o material particulado decantar, e redução de ozônio e outros poluentes a partir da diminuição da temperatura e aumento da umidificação do ar que propiciam. Estudos em diversas partes do mundo demonstram que parques e árvores em áreas urbanas podem diminuir entre 1% e 80% a poluição atmosférica de uma determinada região. Como a mortalidade por doenças cardiorrespiratórias e o câncer do pulmão estão associados à exposição prolongada ao material particulado, especialmente a sua fração mais fina ($MP_{2,5}$), o adensamento da vegetação nas cidades influencia diretamente a qualidade de vida das pessoas, diminuindo mortalidade e impactando positivamente nos gastos em saúde pública. Em pesquisa conduzida em cinco parques da cidade de São Paulo, onde foram coletadas amostras de cascas de árvores como biomonitores da poluição atmosférica, demonstrou-se que as áreas centrais dos parques possuem menor concentração de poluentes que em suas bordas, comprovando sua eficiência na redução de particulados. Em conclusão, pode-se avaliar que: i) o Cinturão Verde de São Paulo é um potencial redutor de poluição atmosférica gerada pelas áreas urbanas; ii) no interior das áreas urbanas, pequenas e médias áreas verdes possuem importante papel na redução de poluentes; iii) o aumento ou a diminuição das áreas verdes urbanas pode determinar impactos positivos ou negativos consideráveis na saúde pública.

1 | INTRODUÇÃO

A evolução do homem foi acompanhada de intensas mudanças no seu relacionamento com a natureza. Nos primórdios da civilização, as atividades extrativistas, a caça e a pesca foram a base da sobrevivência humana no planeta. As incertezas de provimento de recursos necessários à subsistência de aglomerados humanos de maior vulto foram a força motriz do desenvolvimento da agricultura primitiva e da criação de animais para o consumo e serviços. Esta nova forma de organização social representou uma radical mudança no modo de pensar das sociedades humanas.

As atividades extrativistas colocavam o homem como integrante de um todo da natureza, ao passo que a agricultura e a pecuária introduziram o conceito de submissão da natureza aos interesses de uma única espécie. Embora os conceitos acima expostos possam soar simplistas em demasia, é possível que, com o passar dos séculos, a sociedade humana tenha consolidado de forma gradual e irreversível o conceito de propriedade do planeta, se “autorizando” a utilizar todo e qualquer bem natural em benefício próprio.

A ordenação progressiva dos agrupamentos humanos, associada à crescente produção de bens, culmina com uma melhor organização da sociedade, consolidada materialmente na forma de cidades. Nas cidades germinaram a cultura e a ciência; por outro lado, criou-se a necessidade de prover alimentação a um grupo crescente de pessoas que, por sua vez, não produziam alimentos, fato que amplia a tendência da submissão da natureza ao consumo humano.

Nas cidades criaram-se as condições de propagação de doenças infecciosas, fruto tanto do aumento da contagiosidade pela proximidade das pessoas, como da deterioração ambiental dos assentamentos humanos, causada pelas péssimas condições sanitárias.

Malária, cólera, peste, varíola e tuberculose foram produtos da deterioração ambiental urbana, decorrente da contaminação das águas por detritos e do manejo inadequado dos resíduos sólidos, que formavam verdadeiros criadouros dos vetores de transmissão de moléstias. A queima de lenha e carvão se constituiu em fator importante para a deterioração da qualidade

do ar. Milhões de vidas ceifadas pelas doenças acima expostas criaram, na época, um conceito sobre a natureza: o da sua periculosidade.

A proliferação da “mal-ária” (ar ruim) não era vista como um desequilíbrio ecológico causado pelas atividades humanas, mas como produto das emanções pestilentas advindas dos pântanos que circundavam Roma. Assim, a natureza não deveria ser apenas subjugada, mas também, em alguns casos, destruída.

O desequilíbrio da natureza trouxe também problemas indiretos à saúde humana. Por exemplo, as alterações climáticas e a prática da monocultura foram as principais determinantes para a proliferação do fungo causador da praga da batata, na Irlanda, no século 19, provocando milhares de mortes por fome e quase aniquilando a economia. Para combater esta situação, agentes químicos foram produzidos e utilizados, ocasionando a contaminação das águas superficiais, do solo e dos alimentos, manifestando outros efeitos adversos à saúde.

São Paulo não foi exceção a essa forma de pensar. Os rios do planalto de Piratininga não fluíam diretamente para o mar, mas apontavam para o interior do imenso sertão do estado. Os rios locais foram os caminhos da conquista do continente, da escravização dos índios e da extração de ouro e pedras preciosas.

Esta busca de aventura e riqueza trouxe o desapego à cidade, criando a cultura do efêmero. Cada descoberta nova, ouro nas Gerais ou diamantes em algum ponto do sertão, levava ao êxodo de São Paulo. A mobilidade das pessoas sempre é acompanhada pelo desinteresse do que se deixa para trás. Talvez seja esta a base cultural da capacidade que São Paulo tem para crescer e interferir com os serviços ecossistêmicos. A expansão da monocultura do café no passado e da cana de açúcar no presente são exemplos eloquentes desta situação.

No cenário urbano de São Paulo, o binômio criação-destruição foi exercitado em sua plenitude. O coração da cidade já mudou várias vezes de lugar, do centro velho ao redor da Praça da Sé, para o outro lado do vale do Anhangabaú em direção à Praça da República, subiu a rua da Consolação trocando casarões por grandes corporações na avenida Paulista, desceu a avenida 9 de Julho para estacionar por alguns anos na avenida Faria Lima, escorreu pelas margens do maltratado rio



Pinheiros para se estabelecer em mausoléus de concreto e vidro na avenida Berrini.

A mancha urbana se espalhou com incrível velocidade, ocupando várzeas de rios, destruindo a vegetação existente e criando bairros com infraestruturas precárias de abastecimento, de serviços sanitários, de equipamentos públicos como educação, saúde e segurança, comprometendo a qualidade de vida da população.

As ilhas de calor e a baixa umidade causadas pelo deserto de concreto urbano trazem agravos respiratórios e cardiovasculares, principalmente em idosos e crianças. As mudanças climáticas regionais alteram o ritmo e intensidade de chuvas, promovendo inundações que colaboram para o aumento dos casos de leptospirose e diarreia.

Os poluentes emanados pelos milhões de veículos circulantes na cidade promovem a morte precoce de 4.000 paulistanos por ano (ANDRADE *et al.*, 2010; MIRANDA *et al.*, 2012), sendo hoje a maior ameaça ambiental à saúde humana na cidade de São Paulo.

Nos últimos anos, estudos importantes vêm sendo realizados em todo o mundo sobre a capacidade que o verde urbano ou as florestas urbanas têm em interceptar, captar e amenizar os fatores de prejuízo à saúde humana citados anteriormente.

Entre os serviços ecossistêmicos oferecidos pela área abrangida pela RBCV à região metropolitana de São Paulo, a regulação da qualidade do ar é o tema deste capítulo, que trata do impacto da urbanidade sobre a qualidade do ar, sua repercussão à saúde humana e o papel desempenhado pelas florestas urbanas.

2 | O PROBLEMA: POLUIÇÃO DO AR, DOENÇAS URBANAS E PERIURBANAS

Considerando que o meio ambiente urbano é o habitat mais característico de veículos motorizados, a exposição de grande número de indivíduos a poluentes atmosféricos é uma situação inevitável. Este é precisamente o caso da cidade de São Paulo, onde as emissões automotivas são preponderantes em relação às demais fontes.

Mesmo os mais ferrenhos admiradores de veículos concordam que a inalação de gases de emissão automotiva não faz bem à saúde. Apesar deste consenso, o fator saúde é raramente

levado em conta quando a definição de políticas de combustível ou transporte é discutida. Por exemplo, o programa de etanol combustível foi implantado em nosso país devido aos seus aspectos econômicos e não propriamente pelos seus efeitos sobre a saúde.

Nunca se estudou o impacto ambiental e os efeitos adversos à saúde, tanto da produção quanto das emissões veiculares, antes da implantação deste novo combustível (etanol), bem como os efeitos de suas proporções adicionadas à gasolina, que são alteradas deliberadamente por razões estritamente econômicas.

Esta mesma despreocupação também ocorre na definição do uso e ocupação do solo urbano. Drásticas modificações de rotas de tráfego podem, por vezes, afetar regiões residenciais, sem que se leve em conta a exposição da população nas áreas de maior impacto. Esta situação parece indicar que as pessoas não se sentem ameaçadas pelos veículos que são, em última análise, objetos de desejo e não de perigo.

Uma vez reconhecido o íntimo compartilhamento do espaço entre veículos (e suas emissões tóxicas) e a população urbana, é imprescindível a consideração de que os efeitos à saúde humana façam parte das políticas de transporte, de combustível, de engenharia veicular, de ocupação do espaço urbano, enfim, de todos os aspectos que regulam o tráfego e as emissões automotoras no cenário urbano. Há, todavia, que reconhecer que a tarefa não é trivial.

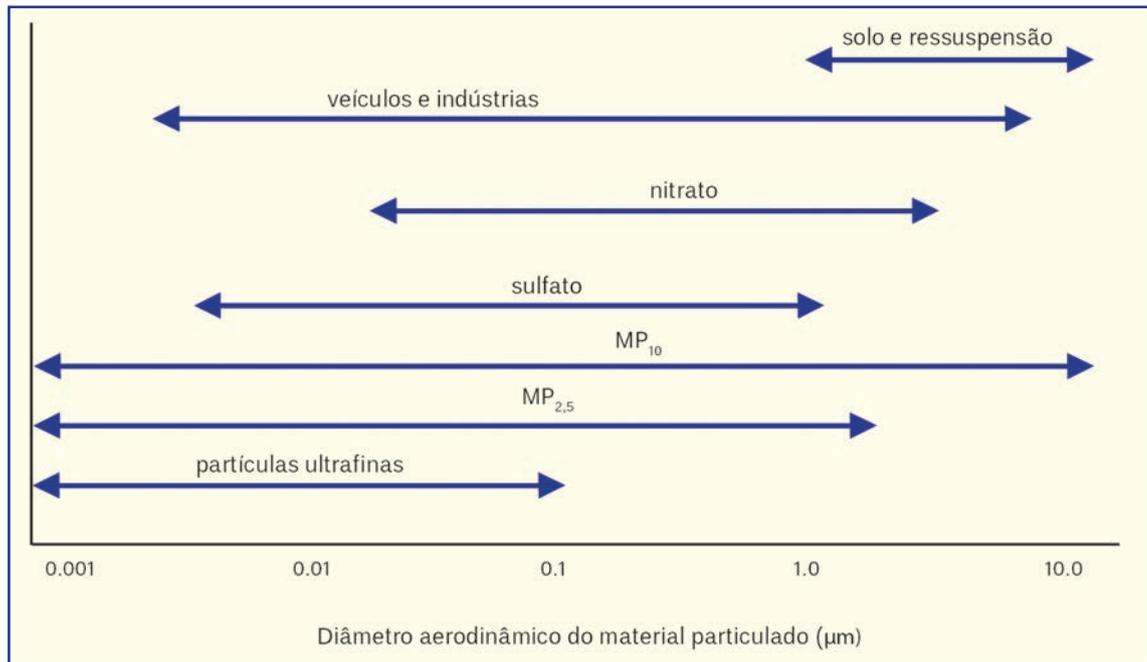
Na cidade de São Paulo, os principais poluentes regulamentados que possuem níveis acima do aceitável, ou seja, níveis comprovadamente capazes de trazer efeitos adversos à saúde da população exposta, são o material particulado (MP) e ozônio.

2.1 | Material particulado (MP)

O material particulado é o poluente atmosférico mais consistentemente associado a efeitos adversos à saúde humana. A toxicidade do material particulado depende de sua composição e diâmetro aerodinâmico. Exemplo da variação na composição de acordo com o diâmetro das partículas poluentes está demonstrado na **Figura 1**.

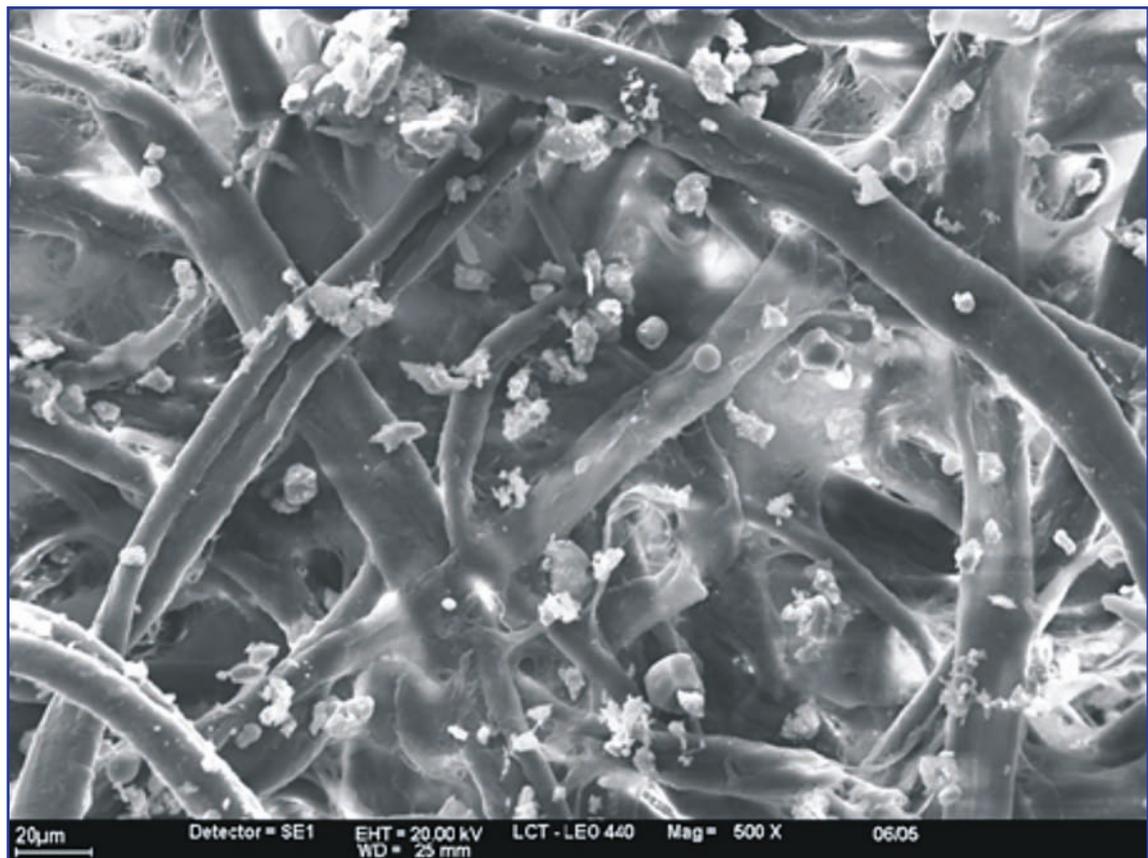
Na **Figura 2** podemos ver a ampla variação na morfologia das partículas ambientais (partículas totais em suspensão coletadas em filtro de nitro-celulose).

Figura 1 |
Esquema representando exemplos dos diâmetros aerodinâmicos do material particulado, sua composição e origem mais provável.
Fonte: Adaptado de *Environmental Agency*(2004).



Nota: $\text{MP}_{2,5}$: Material particulado com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a $2,5 \mu\text{m}$; MP_{10} : Material particulado com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a $10 \mu\text{m}$

Figura 2 |
Imagem capturada pelo método da microscopia de varredura, mostrando os diferentes aspectos morfológicos de partículas ambientais em filtro de nitro-celulose, coletadas no centro de Porto Alegre.



Análises da composição química realizadas em partículas ambientais revelam a presença de espécies químicas com grande potencial para promover agravos à saúde humana, as quais podem ser citadas: os metais pesados (cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel, manganês, zinco, entre outros), compostos orgânicos voláteis (antraceno, β -antraceno, pireno, β -pireno, fluoranteno, entre outros) e micro-organismos alérgicos (fungos e bactérias).

A composição também interfere de forma significativa com sua toxicidade. Este é um ponto que merece reflexão, visto que a legislação ambiental estabelece padrões de qualidade do ar somente em termos de sua concentração em massa. No entanto, deveria ser considerado também seu potencial tóxico. Como exemplos podem ser citadas as emissões de veículos a diesel, que apresentam potencial tóxico significativamente maior que a mesma massa de aerossol marinho (partículas provenientes do mar).

Outra informação que merece consideração é a taxa de deposição pulmonar efetiva de cada uma das frações do material particulado, visto que o diâmetro aerodinâmico das partículas interfere com a sua retenção ao longo dos diferentes segmentos do trato respiratório (**Figura 3**).

A toxicidade das partículas é determinada pelos compostos presentes naquelas que se

depositam na luz dos alvéolos (de uma maneira mais simples, espaços entre os alvéolos), onde se inicia a transferência de espécies tóxicas das partículas para o ambiente alveolar e para o meio interno, como demonstrado na **Figura 4**.

De modo geral, quanto menor a partícula, maior a possibilidade de acesso de seus compostos ao meio interno do organismo. A literatura médica tem revelado que as partículas ultrafinas (de diâmetro aerodinâmico igual ou menor do que $0,1\mu\text{m}$) têm potencial tóxico mais elevado do que o das partículas maiores. No entanto, a literatura sobre os efeitos tóxicos das partículas ultrafinas ainda é bastante escassa do ponto de vista epidemiológico, sendo dominada por estudos em animais ou em modelos *in vitro*.

2.2 | Ozônio

O ozônio e outros oxidantes fotoquímicos são poluentes que não são emitidos diretamente pelas fontes, mas formados a partir de uma série de reações fotoquímicas na atmosfera. Estas reações ocorrem devido à energia transferida às substâncias *precursoras* quando elas absorvem fótons a partir da radiação solar. Os precursores mais caracteristicamente associados à formação de espécies oxidantes na atmosfera são o dióxido de nitrogênio (NO_2) e os compostos orgânicos voláteis, ambos presentes nas emissões veiculares ou na queima de biomassa.

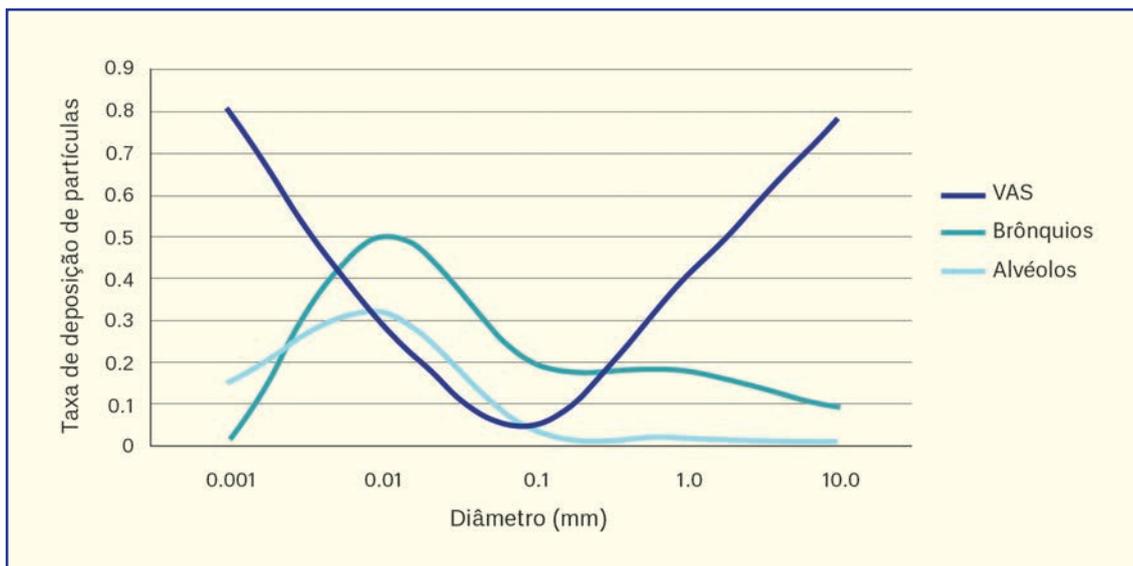


Figura 3 | Taxa estimada de deposição das partículas ambientais, ao longo de diferentes segmentos do trato respiratório, em um adulto respirando pela boca (VAS = vias aéreas superiores). Fonte: Adaptado de Heinsohn & Kabel (1998).

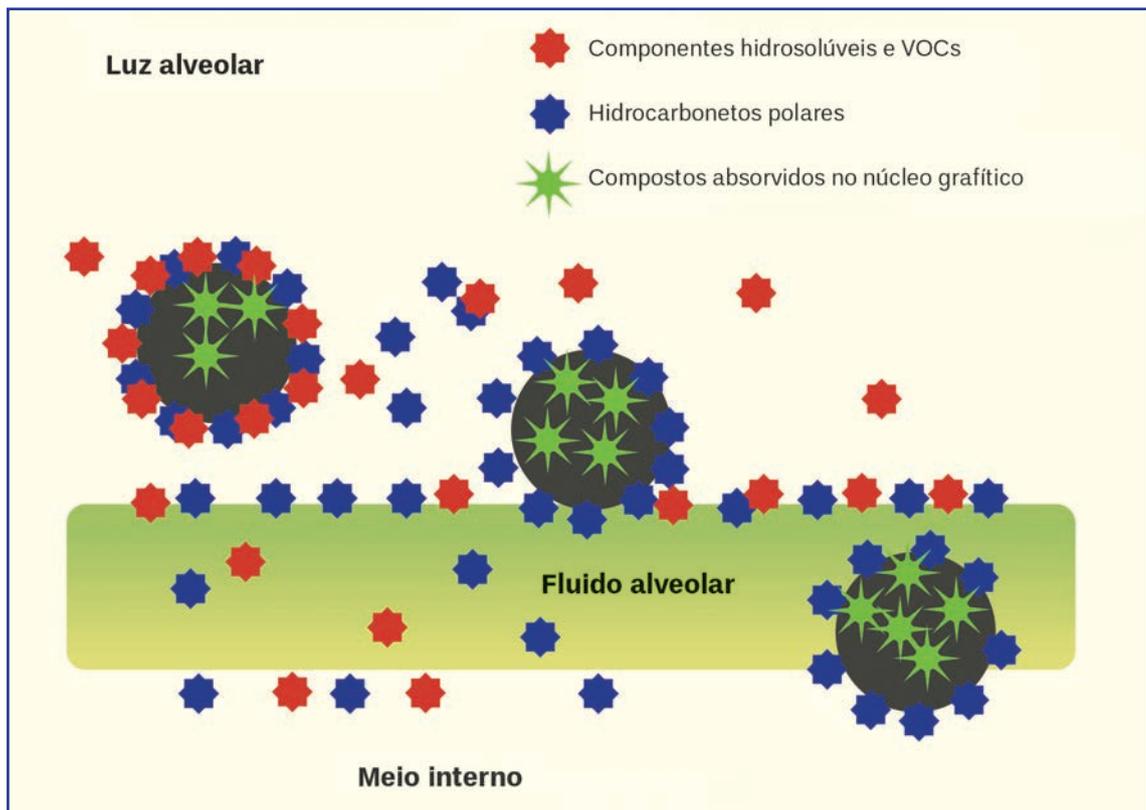


Figura 4 |
Representação
esquemática da
absorção de
compostos tóxicos
contidas nas
partículas
depositadas nos
alvéolos.
Fonte: Paulo Hilário
Nascimento Saldiva.

A reação final do ciclo de formação do ozônio na atmosfera, que produz nitratos orgânicos, pode ser entendida como uma forma de estabilização e transporte do NO_2 a longas distâncias (principalmente na forma de peroxi-acetil nitrato), uma vez que o equilíbrio da reação pode ser revertido em áreas distantes da fonte primária de NO_2 . Desta forma, as concentrações de ozônio tendem a ser substancialmente maiores nas regiões mais distantes dos pontos da emissão primária de seus precursores, dependendo do transporte pelos ventos e a altura da camada de inversão, fazendo com que as áreas de atenção por ozônio possam ocorrer distantes dos grandes centros e em áreas desprovidas de monitoramento ambiental.

2.3 | Efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana

Inicialmente, é necessário estabelecer os limites dos efeitos à saúde que se pretende avaliar. Os efeitos à saúde da população devido à exposição a poluentes ambientais são diversos, exibindo diferentes intensidades e manifestando-se

com diferentes tempos de latência: efeitos comportamentais e cognitivos; inflamações pulmonares e sistêmicas; alterações no calibre das vias aéreas, do tônus vascular e do controle do ritmo cardíaco; alterações reprodutivas; morbidade e mortalidade por doenças cardiorrespiratórias; aumento da incidência de neoplasias, entre outros.

Dada à multiplicidade de ocorrências possíveis, é necessária a definição, de forma objetiva, de efeito adverso à saúde. A partir desta definição, é possível selecionar quais são os eventos úteis para se determinar o impacto que alguma modificação ambiental terá sobre a população exposta.

A definição mais amplamente adotada para caracterizar um efeito adverso à saúde tem sido aquela preconizada pela *American Thoracic Society* (1985), que define agravo à saúde como:

Um evento médico significativo, caracterizado por um ou mais dos seguintes fatores: 1) interferência com a atividade normal dos indivíduos afetados; 2) doença respiratória episódica; 3) doença incapacitante; 4) doença respiratória permanente; 5) disfunção respiratória progressiva (ANDREWS; BUIST; FERRIS, 1985).

No ano de 2000, à luz dos novos conhecimentos científicos, a Sociedade Americana de Doenças Torácicas expandiu o escopo de sua definição anterior, incorporando os seguintes eventos: biomarcadores, qualidade de vida, alterações fisiológicas, sintomas, aumento de demanda por atendimento médico e, finalmente, mortalidade (SAMET, J. *et al.*, 2000).

Mais recentemente, em 2004, a Sociedade Americana de Cardiologia (BROOK *et al.*, 2004) publicou um documento reconhecendo a poluição atmosférica como um fator de risco para o agravamento de doenças cardiovasculares, notadamente infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca congestiva e desenvolvimento de arritmias.

Estudos realizados com dados da *American Cancer Society* (POPE *et al.*, 2002) incluem neoplasias pulmonares (câncer no pulmão) como um indicador de efeitos da poluição atmosférica. Finalmente, alterações reprodutivas, tais como baixo peso ao nascer, abortamentos e alterações das proporções entre sexos ao nascimento também foram incorporados no conjunto de indicadores de efeitos prejudiciais significativos da poluição do ar.

Alguns dos efeitos adversos da poluição do ar sobre a saúde humana podem se manifestar de forma aguda – horas ou dias após a exposição – enquanto outros somente são evidenciados após longos períodos de exposição – os chamados efeitos crônicos. Tantos os efeitos agudos como os crônicos podem exibir diferentes níveis de gravidade, abrangendo uma gama de consequências que oscilam desde um desconforto vago até a morte.

A pirâmide de efeitos mostrada na **Figura 5**, apresenta a relação entre a gravidade dos efeitos gerados pela poluição atmosférica e a proporção da população atingida.

Alguns exemplos podem ser citados para ilustrar essa relação. Quando a poluição do ar aumenta, uma grande parte da população apresentará alterações cognitivas ou irritabilidade não específica. Uma menor proporção dos indivíduos expostos apresentará um aumento de marcadores plasmáticos (sanguíneos) e pulmonares de inflamação, indicando a presença de inflamação subclínica (sem sintomas).

Em uma proporção ainda menor da população, esta inflamação poderá acarretar alterações funcionais, como aumento da pressão arterial, discreto distúrbio do controle autônomo do

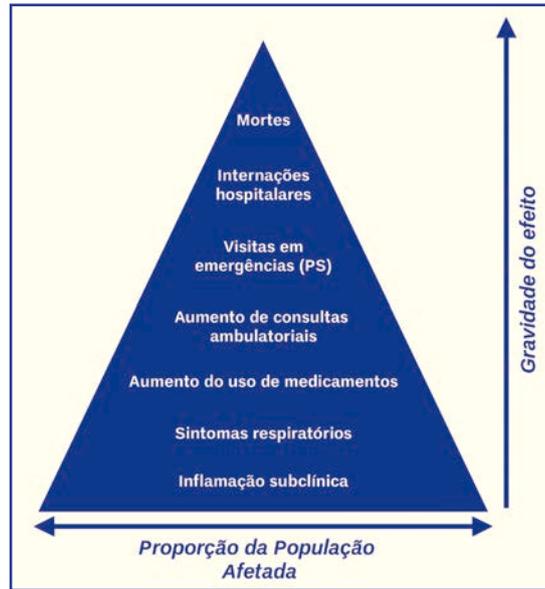


Figura 5 | Esquema representativo da relação entre gravidade dos efeitos da poluição e o número de pessoas afetadas pela poluição em uma dada comunidade. Fonte: Adaptado de *American Thoracic Society*(2000).

coração (pequena arritmia) ou queda dos indicadores de função pulmonar. Em um nível de gravidade maior, indivíduos que utilizam medicação cronicamente para o controle de doenças respiratórias e cardíacas (asma e hipertensão arterial, por exemplo), necessitarão de maior quantidade de medicamento para controlar a sua doença.

Haverá aqueles que, incapazes de controlar, por si próprios, as alterações adversas, procurarão o médico para consultas ou, nos casos mais graves, serão internados em prontos-socorros ou hospitais. Por fim, uma parte dos afetados morrerá no dia ou poucos dias depois, em virtude dos efeitos da poluição a que foram expostos.

Como a maior parte dos estudos que avaliam os efeitos agudos da poluição utiliza somente desfechos graves, como internações respiratórias e mortalidade, é provável que os coeficientes que relacionam o prejuízo à saúde humana decorrente da poluição atmosférica estejam subestimados, já que os eventos que comprometem a qualidade de vida mas não geram internação ou morte não são computados pela inexistência de sua notificação obrigatória.

A **Tabela 1** mostra os coeficientes que relacionam exposição crônica a partículas inaláveis – MP (aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{MP}_{2,5}$) e a mortalidade por doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer do pulmão, obtidos pelo estudo de cerca de 500.000 pessoas de diferentes regiões da América do Norte por 21 anos (POPE *et al.*, 2002).

Tabela 1 |
Coeficientes
relacionando
aumento de
mortalidade por
diferentes causas a
exposição crônica
ao $MP_{2,5}$.
Fonte: Pope *et al.*
(2002).

Mortalidade	% de aumento (IC)
Todas as causas	1,06 (1,02 - 1,4)
Cardiopulmonar	1,09 (1,03 - 1,16)
Câncer do pulmão	1,14 (1,04 - 1,23)
Outras causas	1,01 (0,95 - 1,04)

O estudo de Pope *et al.* (2002) indica claramente que a mortalidade por doenças cardiorrespiratórias e o câncer do pulmão está associada à exposição prolongada ao material particulado, especialmente a sua fração mais fina ($MP_{2,5}$). Como resultado do aumento destas doenças, ocorre uma redução da expectativa de vida, como demonstrado pelo estudo de seis cidades norte americanas conduzido por Dockery *et al.* (1996) (**Figura 6**).

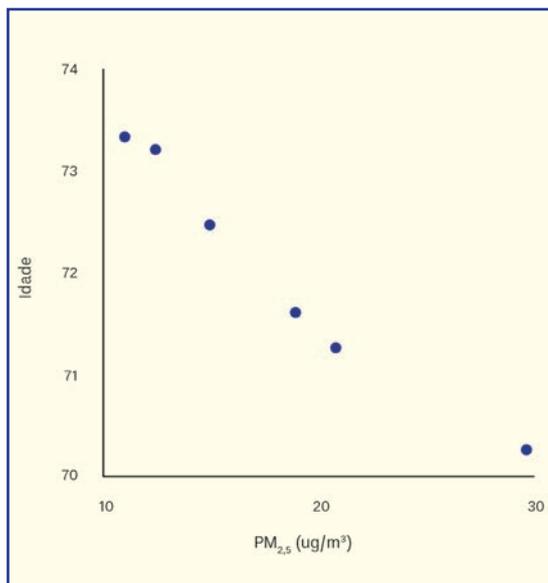


Figura 6 |
Expectativa de vida
em seis cidades
americanas que
exibem diferentes
níveis ambientais
de $MP_{2,5}$.
Fonte: Dockery
et al. (1996).

Os resultados demonstrados na **Figura 6** indicam que a expectativa de vida decresce em aproximadamente um ano e meio para cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $MP_{2,5}$, devido a doenças cardiopulmonares e câncer de pulmão.

Estudos utilizando inalações controladas, tanto em animais como em seres humanos, indicam que o ozônio tem potencial de provocar efeitos adversos à saúde humana, como:

- exposições de curta duração produzem inflamação do trato respiratório, predominantemente nas vias aéreas superiores e na região de transição entre o brônquilo respiratório e os alvéolos;
- estudos de câmaras de intoxicação demonstram que os níveis de ozônio presentes nas grandes cidades do Brasil ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$) são capazes de induzir inflamação pulmonar significativa, tanto em seres humanos como em animais, se estabelecendo poucas horas após o término da exposição;
- a inalação de ozônio é capaz de induzir reação inflamatória sistêmica;
- a inalação de ozônio prejudica as defesas pulmonares;
- níveis ambientais de ozônio causam aumento da reatividade brônquica.

Alguns fatores do indivíduo exposto à poluição modulam a magnitude da resposta ao ozônio, tais como idade, comorbidade respiratória e fatores genéticos que modulam a síntese de substâncias antioxidantes pelo trato respiratório.

Estudos realizados em várias cidades e estudos de meta-análise mais recentes demonstram que há efeitos agudos das variações de ozônio e mortalidade da população exposta. O resumo destes estudos pode ser visto na **Tabela 2**.

2.4 | Exposição e vulnerabilidade da população da RMSP à poluição atmosférica

Nos grandes centros urbanos, geralmente as maiores concentrações de poluentes estão nas regiões centrais. Contraditoriamente, em muitas regiões do planeta, são as regiões mais desprovidas de árvores.

O aumento da suscetibilidade aos poluentes é dependente de fatores individuais, de moradia e de condicionantes socioeconômicas. Entre os fatores de natureza individual os mais importantes são idade, morbidades associadas e características genéticas.

Os extremos da pirâmide etária têm sido consistentemente apontados como alvos preferenciais da ação adversa dos poluentes



Local do Estudo	Achados	Referência
95 cidades norte-americanas	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozônio foi associado a incrementos de 0,52% da mortalidade geral e 0,64% da mortalidade cardiorrespiratória.	Bell <i>et al.</i> (2004)
23 cidades europeias	Um aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ foi associado a um aumento de 0,33% na mortalidade geral, 0,45% da mortalidade cardiovascular e 1,13% na mortalidade respiratória.	Gryparis <i>et al.</i> (2004)
Meta-análise de estudos conduzidos em 7 cidades europeias	Um aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ foi associado a um aumento de 0,3% na mortalidade geral e 0,4% da mortalidade por doenças cardiovasculares.	Anderson <i>et al.</i> (2004)
14 cidades norte-americanas	Um aumento de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na média horária de ozônio foi associado a um incremento da mortalidade respiratória de 0,23%.	Schwartz, 2005
Meta-análise de 39 estudos de séries temporais realizados nos Estados Unidos	Um aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ foi associado a um incremento de 1,1% de mortalidade por doenças cardiovasculares.	Bell; Dominici; Samet (2005)
Meta-análise de 43 estudos realizados em diferentes partes do mundo acrescidos de 7 estudos norte-americanos	Um aumento de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da média horária de ozônio foi associado a um incremento de 0,39% na mortalidade geral.	Ito; De Leon; Lippmann (2005)
Meta-análise de 28 estudos norte-americanos	Aumento de 0,21% na mortalidade geral para um incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração média de ozônio.	Levy; Chemerynski; Sanart (2005)

Tabela 2 | Resumo de estudos representativos relacionando variações agudas de ozônio com mortalidade. Fonte: Elaboração própria.

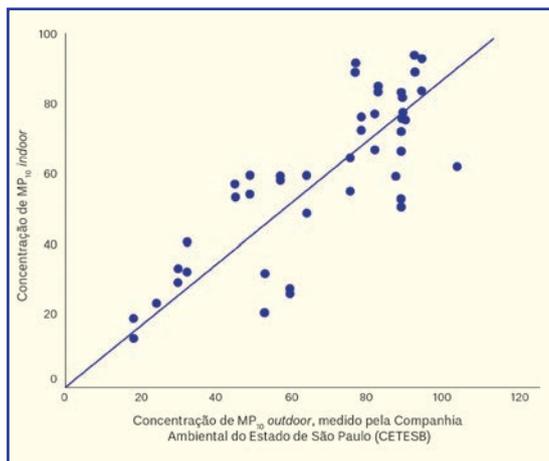
atmosféricos, especialmente nos segmentos abaixo dos cinco e acima dos 65 anos de idade. Morbidades associadas, tais como asma, bronquite crônica, doença aterosclerótica, diabetes mellitus, miocardiopatias e arritmias cardíacas estão entre as condições patológicas sabidamente predisponentes da suscetibilidade aos efeitos dos poluentes atmosféricos.

As condições de moradia afetam a dose recebida e, conseqüentemente, a suscetibilidade aos poluentes. Nos grandes centros urbanos, existem áreas onde a geração dos poluentes é grande e a dispersão é deficitária, favorecendo níveis significativamente maiores de poluição do que a média urbana. Áreas vizinhas aos grandes corredores de tráfego, as baixadas urbanas, regiões sujeitas a constantes congestionamentos, são pontos que condicionam maior risco aos seus habitantes. Por exemplo, medidas de $\text{MP}_{2,5}$ realizadas sob o elevado Presidente João Goulart (o popular Minhocão) em São Paulo, revelaram valores três vezes superiores à média da cidade.

O tipo de construção também afeta o grau de penetração dos poluentes no interior das residências. Construções mais antigas e desprovidas de condicionamento de ar tendem a apresentar maior grau de penetração dos poluentes atmosféricos. A **Figura 7** ilustra este fato ao mostrar a correlação entre medidas de MP_{10} , feitas em diferentes áreas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) e as medidas realizadas simultaneamente na estação de monitoramento do ar da CETESB no bairro de Cerqueira César, distante cerca de 300 metros do Hospital.

A **Figura 7** demonstra que um prédio construído na década de 1940, como o Hospital das Clínicas, é bastante permeável ao material particulado ambiental. Quanto às condições socioeconômicas também interferem na suscetibilidade aos poluentes atmosféricos, foi demonstrado que na cidade de São Paulo, dada uma mesma variação de poluição ambiental (expressa em termos de MP_{10}), a mortalidade

Figura 7 |
Relação entre medidas de MP_{10} realizadas em dias diferentes, em diferentes áreas do Hospital das Clínicas da FMUSP (indoor) com medidas simultâneas de MP_{10} , realizadas pela CETESB em sua estação Cerqueira César, distante 300 metros do Hospital.
Fonte: Elaboração própria.



será maior nos bairros com piores indicadores socioeconômicos.

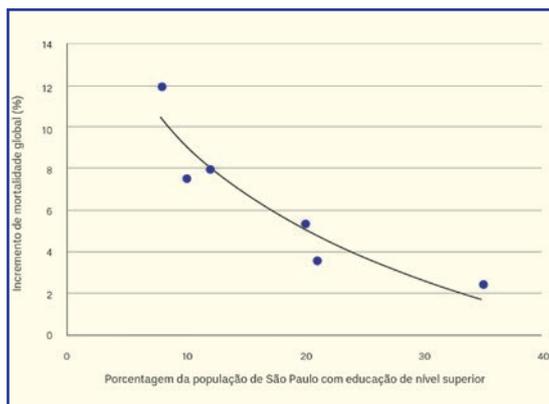
A **Figura 8** mostra o incremento percentual de mortalidade para idosos com idade acima de 65 anos, em diferentes regiões da cidade de São Paulo em função dos indicadores socioeconômicos (no caso, fração da população com educação de nível superior).

Como evidencia na **Figura 8**, a região mais carente de educação apresentou um aumento da mortalidade em aproximadamente seis vezes, se comparado com o observado na área com maior indicador de estudo.

Os fatores que determinam a maior vulnerabilidade da população menos favorecida frente aos poluentes atmosféricos podem ser divididos em dois grandes grupos:

- a) *eventos relacionados às condições de saúde e o acesso a cuidados e medicamentos*: é sabido que a população mais carente apresenta condição de saúde mais precária devido a problemas de saneamento, nutrição, acesso aos serviços médicos e menor poder

Figura 8 |
Variação do incremento de mortalidade para uma variação interquartil de MP_{10} em diferentes regiões da cidade de São Paulo, diferenciadas por nível socioeconômico (fração da população com educação de nível superior).
Fonte: Martins *et al.* (2004).



de compra de medicamentos para tratamento de doenças;

- b) *condições que favorecem uma maior exposição aos poluentes*: a relação entre exclusão social e maior exposição aos poluentes ocorre tanto em níveis continentais, como dentro de cada comunidade. Processos industriais mais “sujos”, veículos com tecnologia menos desenvolvida, combustíveis com maiores teores de contaminantes, são eventos reconhecidamente mais frequentes nos países em desenvolvimento.

Em menor escala, dentro de uma mesma comunidade, é comum o fato de que as profissões que levam a uma maior exposição aos poluentes (trabalhadores de rua, por exemplo) sejam exercidas pelos segmentos mais carentes da população. Da mesma forma, moradias nas bordas de vias com alto tráfego e a utilização de lenha ou resíduos para a preparação de alimentos são eventos mais comuns aos grupos menos favorecidos.

Desta forma, a maior vulnerabilidade dos segmentos de menor poder econômico aos poluentes atmosféricos é determinada tanto pelas piores condições basais de saúde e acesso aos instrumentos de saúde, quanto por uma maior exposição à poluição.

3 | A VEGETAÇÃO COMO ELEMENTO DE REDUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Se por um lado é cada vez maior a proporção da população mundial em áreas urbanas, por outro lado, a supressão da cobertura vegetal nas grandes cidades tem provocado a perda de serviços ecossistêmicos, com reflexos diretos no bem-estar humano. A literatura reporta quatro principais formas de contribuição das áreas verdes (plantas e árvores) na atenuação da poluição atmosférica:

- a) absorção pelos estômatos das folhas a partir da interceptação dos poluentes pela sua superfície. Dentro das folhas, os gases se difundem nos espaços

intercelulares, podendo ser reabsorvidos por filmes d'água (Smith, 1990 *apud* NOWAK; CRANE; STEVENS, 2006; NOWAK *et al.*, 2014);

- b) interceptação da poluição pelas árvores, permanecendo retida na superfície da planta e posteriormente ressuspensa à atmosfera, lavada pelas chuvas e depositada no solo pela queda das folhas e galhos. Nesse caso, as árvores são apenas um agente intermediário de retenção da poluição (NOWAK; CRANE; STEVENS, 2006; NOWAK *et al.*, 2014; ESCOBEDO *et al.*, 2012; KONIJNENDIJK *et al.*, 2013);
- c) formação de barreira pela vegetação, que diminui a velocidade do vento, fazendo com que o material particulado decante (JAMIL *et al.*, 2009);
- d) diminuição de ozônio e outros poluentes a partir da redução da temperatura e umidificação do ar propiciada pelas árvores (NOWAK; CRANE; STEVENS, 2006; ESCOBEDO *et al.*, 2012; KONIJNENDIJK *et al.*, 2013).

Árvores e parques em áreas urbanas podem filtrar até 80% da poluição atmosférica da região. Estudos afirmam o potencial das folhas das árvores na captura e filtragem de poluentes atmosféricos e recomendam o plantio de árvores em locais críticos para reduzir a exposição das pessoas à poluição (BERNATZKY, 1982; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; MITCHELL *et al.*, 2009).

Nowak *et al.* (2006) examinaram o papel das árvores urbanas para a purificação do ar nas cidades dos Estados Unidos. Para os poluentes ozônio (O_3), material particulado (PM_{10}), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), obteve-se um valor de remoção da poluição do ar de 711.000 toneladas/ano (10,8g de poluentes/ m^2 /ano), representando um serviço ecossistêmico equivalente a US\$ 3.8 bilhões. Embora a limpeza do ar pelas árvores seja, em média, menor que 1% em situações de cobertura arbórea de 100%, os benefícios de curto prazo (1 hora) em algumas cidades chegou a 16% para ozônio (O_3) e dióxido de enxofre (SO_2) 9% para dióxido de nitrogênio (NO_2) e 8% para particulados. Entretanto, os autores assinalam que o papel das árvores para a melhoria das condições do ar perto do nível do solo ainda é bastante subestimada.

Em estudo semelhante, Escobedo *et al.* (2012) examinaram o papel das árvores na cidade de Gainesville, Flórida, e constataram que as árvores removeram 390 toneladas de poluição do ar (CO, NO_2 , O_3 , PM_{10} , SO_2 – monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, ozônio, particulados e dióxido de enxofre) no ano do estudo, resultando em benefícios econômicos de US\$ 2 milhões. Escobedo *et al.* (2011), em outro estudo, realizado em Miami-Dade, avaliaram que as árvores urbanas da região retiraram do ar 2.350 toneladas de poluentes no ano das medições, gerando ganhos econômicos em saúde humana na ordem de US\$ 20 milhões.

Ekpe *et al.* (2012) concluíram que em Orlando, Flórida, as árvores urbanas removem do ar cerca de 860 toneladas de poluentes anualmente, incluindo monóxido de carbono (CO) (2% das remoções totais), monóxido de nitrogênio (NO) (8%), ozônio (O_3) (60%), particulado (PM_{10}) (27%) e dióxido de enxofre (SO_2) (3%). Cada metro quadrado de copa de árvore remove cerca de 11,9 gramas de poluição do ar.

Na cidade britânica de Torbay, Rogers *et al.* (2012) calcularam que as árvores urbanas retiram cerca de 50 toneladas de poluentes do ar anualmente, com benefícios estimados de £ 281.000.

Uma avaliação conduzida por Konijnendijk *et al.* (2013) examinou 7 estudos sobre o papel de parques urbanos sobre a poluição do ar (excluindo monóxido de carbono – CO) em diferentes regiões do mundo. Todos os estudos apontaram os benefícios dos parques urbanos para a redução da poluição. Por exemplo, os parques de Xangai demonstraram redução de 9,1% de partículas suspensas, 5,3% de dióxido de enxofre (SO_2) e 2,6% de dióxido de nitrogênio (NO_2).

Shan *et al.* (2007) observaram que a arborização de ruas formando uma espécie de cinturão verde de um mínimo de 5m de largura em Xangai (China) obteve eficiente remoção das partículas totais em suspensão. Em Santiago (Chile), Escobedo *et al.* (2008) observaram que o custo da manutenção da floresta urbana é mais baixo do que o custo de outras técnicas e programas adotados para a melhoria da qualidade do ar.

A vegetação arbórea possui maior eficiência na retenção de material particulado do



que outros tipos de ocupação do solo. Um estudo realizado no Reino Unido concluiu que um aumento de 54% na cobertura vegetal de uma cidade seria capaz de elevar a taxa de remoção de partículas inaláveis (MP_{10}) em 26% (McDONALD *et al.*, 2007).

A redução de 20% da área vegetada de uma cidade pode aumentar em 14% a concentração de ozônio (O_3) e o aumento de 20% para 40% da cobertura arbórea pode significar a diminuição de 1ppb de ozônio (O_3) a cada hora. O decréscimo das concentrações de O_3 tem um efeito positivo local imediato, mas a tendência é que esta diminuição ocorra em escala regional (NOWAK *et al.*, 2000).

No entanto, a poluição também pode causar danos e provocar o declínio da vegetação urbana. Segundo Baumbach (1996), os gases e particulados têm efeitos diretos nas plantas, principalmente nas folhas e acículas e posteriormente nas raízes, por meio da contaminação do solo. Cada poluente gera uma interação diferente com a vegetação, assim como a reação das plantas ao poluente também varia entre espécies e estágio de crescimento (BAYCU *et al.*, 2006).

Além da redução da poluição do ar, a vegetação nas cidades pode diminuir o aquecimento da superfície asfáltica, reduzindo os reparos e gerando uma economia de 58% (McPHERSON *et al.*, 2005).

Em avaliação sobre o impacto de árvores e florestas, urbanas e rurais, sobre redução de poluição atmosférica nos Estados Unidos, Nowak *et al.* (2014) estimam que em 2010 foram permanentemente removidos um total de 17,4 milhões de toneladas de poluentes atmosféricos (variação entre 9 e 23,2 milhões de toneladas), com benefícios para a saúde estimados em 6,8 bilhões de dólares (variação entre 1,5 a 13 bilhões), embora a melhoria

média da qualidade do ar promovida por essa remoção represente menos de um por cento do total. As maiores remoções de poluentes ocorreram nas zonas rurais, enquanto que os benefícios na saúde humana predominaram nas zonas urbanas.

Elmqvist *et al.* (2015), em análise de serviços ecossistêmicos urbanos em 25 cidades americanas, canadenses e chinesas, refletem sobre a necessidade e os grandes benefícios monetários e não monetários associados à restauração da infraestrutura verde nas cidades, tornando-as mais biodiversas e resilientes. Nesse estudo, os autores apresentam a quantificação de cinco serviços ecossistêmicos dessas cidades, incluindo a remoção da poluição atmosférica. Os benefícios econômicos da purificação do ar, para essas urbes equivalem, em média, a US\$ 647/ha/ano (variação de 60 a 2.106), enquanto as quantidades de poluentes removidos são apresentados na **Tabela 3**.

Em abrangente estudo realizado em Barcelona, envolvendo 792.649 pessoas entre 2010 e 2014, Nieuwenhuijsen *et al.* (2018) avaliaram os efeitos da poluição do ar, ruído, áreas verdes e corpos hídricos sobre mortes prematuras de quaisquer causas. A pesquisa concluiu que a exposição às áreas verdes diminuiu esse tipo de mortalidade, ao passo que a exposição ao dióxido de nitrogênio (NO_2) e aos corpos hídricos elevou o risco das mortes prematuras de quaisquer causas.

Estimativas realizadas para o território da RBCV indicam que a taxa de remoção atmosférica pelas florestas em processo de regeneração ultrapassa 28 milhões de toneladas de carbono equivalente por ano - o que representa 36% das emissões estaduais anuais (LUCA *et al.*, 2014). Em escala local, será discutido o papel da vegetação na atenuação da poluição atmosférica para a cidade de São Paulo.



Cidade ou Estado	Poluição removida (kg/ha/ano)
Beijing	132
Casper, WY	6.2 (69.9)
Chicago, IL	13.5 (74.9)
Guangzhou	42.4
Indiana (áreas urbanas)	13.6 (67.6)
Kansas (áreas urbanas)	14.6 (104.6)
Lanzhou	4.1
Los Angeles, CA	14.7 (71.4)
Minneapolis, MN	18.3 (53.8)
Modesto, CA	210
Morgantown, WV	23.4 (59.0)
Nebraska (áreas urbanas)	32.0 (213.6)
New York (NY)	19.0 (91.0)
North Dakota (áreas urbanas)	1.3 (48.3)
Philadelphia, PA	15.3 (73.5)
Sacramento, CA	9.3
San Francisco, CA	10.7 (66.7)
Scranton, PA	15.6 (70.9)
South Dakota (áreas urbanas)	10.3 (60.8)
Syracuse, NY	15.2 (56.6)
Tennessee (áreas urbanas)	39.1 (103.6)
Toronto, Canadá	29.9 (112.4)
Washington, DC	23.8 (68.0)
Wisconsin (áreas urbanas)	17.6 (65.8)

Tabela 3 | Quantificação da remoção anual da poluição atmosférica por árvores em 25 cidades. As quantidades são médias por hectare em áreas com cobertura arbórea (as quantidades em parênteses são médias por hectare em áreas com alta cobertura arbórea). Fonte: Adaptado de Elmqvist *et al.* (2015).

4 | O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE REGULAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O processo de ocupação acelerado da cidade de São Paulo e dos municípios do entorno fez com que a cidade avançasse sobre as áreas verdes, que hoje se restringem a áreas protegidas estaduais, municipais e propriedades particulares. Essas áreas representam atualmente os meios de lazer e recreação dos

habitantes da cidade e, principalmente, são elas que prestam importantes serviços ecossistêmicos à população desse centro urbano.

De acordo com o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica no Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2017), os fragmentos do bioma em território paulistano somam 45.906,64 ha, ou 30,4% da superfície municipal. Entretanto, essa vegetação está bastante irregularmente distribuída, como pode ser observado na **Figura 9**.

A distribuição das categorias de vegetação no município de São Paulo é apresentada na **Tabela 4**.

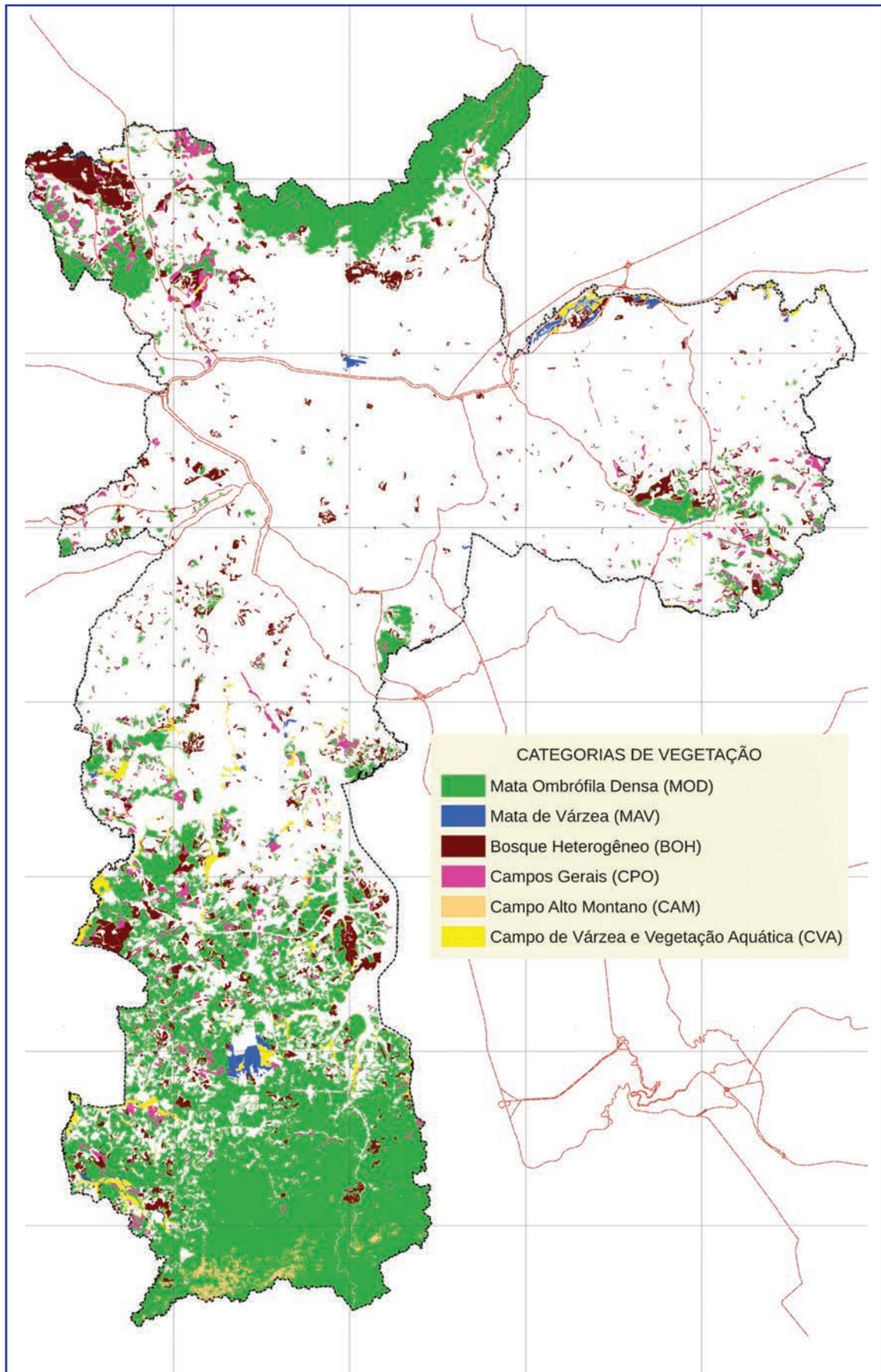


Figura 9 |
Mapeamento dos Remanescentes de Mata Atlântica – Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de São Paulo.
Fonte: São Paulo (2017).



Tabela 4 | Distribuição das categorias de vegetação em hectares, percentual e número de fragmentos, no município de São Paulo. Fonte: São Paulo (2017).

Categoria de vegetação	Área (hectares)	Porcentagem (por categoria)	Fragmentos (unidade)
Bosque Heterogêneo (BOH)	6.039,62	13,16	1.498
Campo Alto Montano (CAM)	576,13	1,26	353
Campos Gerais (CPO)	2.548,66	5,55	783
Campo de Várzea e Vegetação Aquática (CVA)	1.783,10	3,88	404
Mata de Várzea (MAV)	671,54	1,46	107
Mata Ombrófila Densa (MOD)	34.287,58	74,69	1.351
Total	45.906,64	100,00	4.496

Esse padrão de distribuição da vegetação, que reflete o histórico de ocupação da cidade, faz com que os serviços ecossistêmicos estejam mais vigorosamente disponíveis a um setor de sua população, enquanto milhões de pessoas vivem com pouco ou praticamente nenhum contato com os benefícios dos ecossistemas.

Os serviços dos ecossistemas são fundamentais para tornar viável a vida nas metrópoles que deles se utilizam e determinar o nível de qualidade de vida de suas populações. Alguns desses principais serviços associados aos ecossistemas urbanos e periurbanos, característicos das pequenas e grandes áreas verdes que compõem o cinturão verde da cidade de São Paulo são: produção de alimentos; recursos madeireiros e não madeireiros; produtos bioquímicos e farmacêuticos; provisão e regulação da água; controle de processos geohidrológicos de erosão, escorregamento, assoreamento e inundações; regulação climática local e regional; serviços culturais folclóricos, de lazer e turismo; além da regulação da qualidade do ar, objeto deste capítulo (RODRIGUES, 2014). Para este último, os estudos realizados por Martins (2009) e Martins *et al.* (2011), a seguir detalhados, demonstram o papel dos ecossistemas na regulação da qualidade do ar da RBCV.

Os trabalhos supramencionados foram conduzidos em determinadas "células" da RBCV – parques urbanos localizados no município de São Paulo, que se configuram como zonas de amortecimento e conectividade desta reserva da biosfera. Esses estudos consistiram em analisar o padrão de dispersão de determinados elementos químicos (elementos-traço) dentro desses parques gerados pelo tráfego urbano em suas redondezas e a contribuição da vegetação para a redução desses poluentes.

A avaliação dos poluentes foi feita a partir da análise química de cascas de árvores, técnica utilizada desde a década de 1970 (BARNES; HAMADAH; OTTAWAY, 1976; BOHM *et al.*, 1998; SCHELLE *et al.*, 2008; FAGGI *et al.*, 2011), conhecida como biomonitoramento.

Arndt e Schweizer (1991) definem bioindicadores como organismos ou conjunto de organismos que reagem a perturbações ambientais por meio de alterações nas suas funções vitais ou composição química e podem ser usados para avaliação da extensão das mudanças em seu ambiente.

São várias as vantagens da utilização de vegetais como bioindicadores, podendo ser citados o baixo custo, aplicação da técnica em áreas em que não há a presença do monitoramento instrumental convencional, facilidade do treinamento de pessoal para manuseio das técnicas correspondentes, potencial educativo do processo, entre outros.

A utilização de cascas de árvores é classificada como biomonitoramento passivo, em que os indivíduos já se encontram no local da amostragem. Essa técnica evita despesas com transportes ou produção/manutenção de mudas, não ocasiona danos às plantas, uma vez que apenas as camadas mais externas são retiradas, além de permitir o georreferenciamento dos indivíduos para posteriores análises geoestatísticas. Trata-se de alternativa bastante eficiente, segura, disponível e barata para complementar o monitoramento tradicional.

Schelle (2008) aponta a conveniência da utilização das cascas de árvores como método para o monitoramento urbano e industrial, em complemento aos métodos convencionais, indicando adequadamente "hot spots" de poluição;

o autor também destaca o potencial das árvores como filtros naturais de poluentes. Schelle *et al.* (2008), em análise de 642 amostras de cascas de árvores da região metropolitana de Sheffield, Inglaterra, associaram concentrações de arsênio (As), cádmio (Cd), e níquel (Ni) nos indivíduos arbóreos com emissões antropogênicas, com destaque para a inexistência de diferenças significativas de concentração dos elementos avaliados entre as diferentes espécies amostradas, o que indica que a medição de poluentes em espécies variadas, numa mesma região, não ocasiona erros significativos no biomonitoramento da poluição atmosférica.

O biomonitoramento a partir das cascas de árvores nos parques paulistanos, trabalho pioneiro na cidade, permitiu a coleta de um grande número de amostras em regiões sob significativa influência da emissão de poluentes por tráfego urbano, tornando esse levantamento financeira e operacionalmente viável na escala e com a intensidade amostral realizados.

Em cada parque, foram coletadas amostras de diferentes espécies de árvores, com diferentes diâmetros, em alturas de 1,20m a 1,50m acima do nível do solo, com preferência às cascas rugosas. As amostras, devidamente georreferenciadas, foram classificadas em externas (localizadas a menos de 50m dos limites do parque), internas (localizadas a mais de 200m das margens, no interior dos parques) e intermediárias (situadas entre as duas categorias anteriores).

As amostras foram analisadas utilizando-se a técnica de fluorescência de raios-x por dispersão de energia (EDXRF) visando à determinação quantitativa dos elementos arsênio (As), bário (Ba), bromo (Br), cálcio (Ca), cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), mercúrio (Hg), manganês (Mn), níquel (Ni), fósforo (P), chumbo (Pb), enxofre (S), antimônio (Sb), selênio (Se), estrôncio (Sr), vanádio (V) e zinco (Zn).

Os resultados obtidos para os elementos arsênio (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), selênio (Se) e vanádio (V) ficaram abaixo do limite de detecção do equipamento e, por isso, não foram utilizados.

Martins (2009, 2011) teve por objetivos: i) caracterizar a área de influência de corredores de tráfego veicular em cinco parques da cidade de São Paulo por meio do biomonitoramento de elementos-traço acumulados em cascas de árvores; ii) verificar a possibilidade de identificar

fontes específicas de poluentes atmosféricos; iii) associar a dispersão dos poluentes dentro dos parques com a densidade de cobertura vegetal dessas áreas verdes.

Dos elementos químicos analisados, alguns são bem característicos das diferentes fontes de poluição atmosférica incidentes numa grande cidade, aqui classificados em *fatores*:

- *Fator 1*: bário (Ba), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu) e ferro (Fe) são resultantes de emissões dos freios veiculares, fricção dos pneus e desgaste de partes metálicas.
- *Fator 2*: zinco (Zn) e enxofre (S) são resultantes dos escapamentos veiculares, especialmente importantes em países como o Brasil, com combustíveis ainda contendo altos níveis de enxofre. As partículas geradas por essa via são menores do que aquelas geradas por fricção.
- *Fator 3*: chumbo (Pb) e cádmio (Ca) são resultantes da erosão do asfalto e ressuspensão do chumbo depositado na malha viária.

Os estudos sobre o papel dos ecossistemas de São Paulo na regulação da qualidade do ar foram realizados em cinco parques, cujas características de entorno apresentam a seguinte configuração:

- a) regiões com tráfego intenso e predominância de veículos leves: *Parque da Aclimação* (rua Muniz de Souza, 1119, Aclimação; e *Parque do Ibirapuera* (avenida Pedro Álvares Cabral, s/n, Vila Mariana);
- b) regiões centrais com tráfego intenso, presença de veículos leves e pesados de transporte coletivo: *Parque Jardim da Luz* (praça da Luz, s/n, Bom Retiro); e *Parque Tenente Siqueira Campos – Parque Trianon* (rua Peixoto Domide, 949, Cerqueira César);
- c) região mais periférica próximo de rodovia sob forte influência de veículos pesados movidos a diesel, como ônibus e caminhões: *Parque Previdência* (rua Pedro Peccinini, 88, Jardim Ademar).

Foi ainda estabelecida uma região controle para coleta de amostras, em um parque no município vizinho de Embu-Guaçu, distante de tráfego ou indústrias.

A localização dos parques analisados e da região controle podem ser vistas na **Figura 10**.

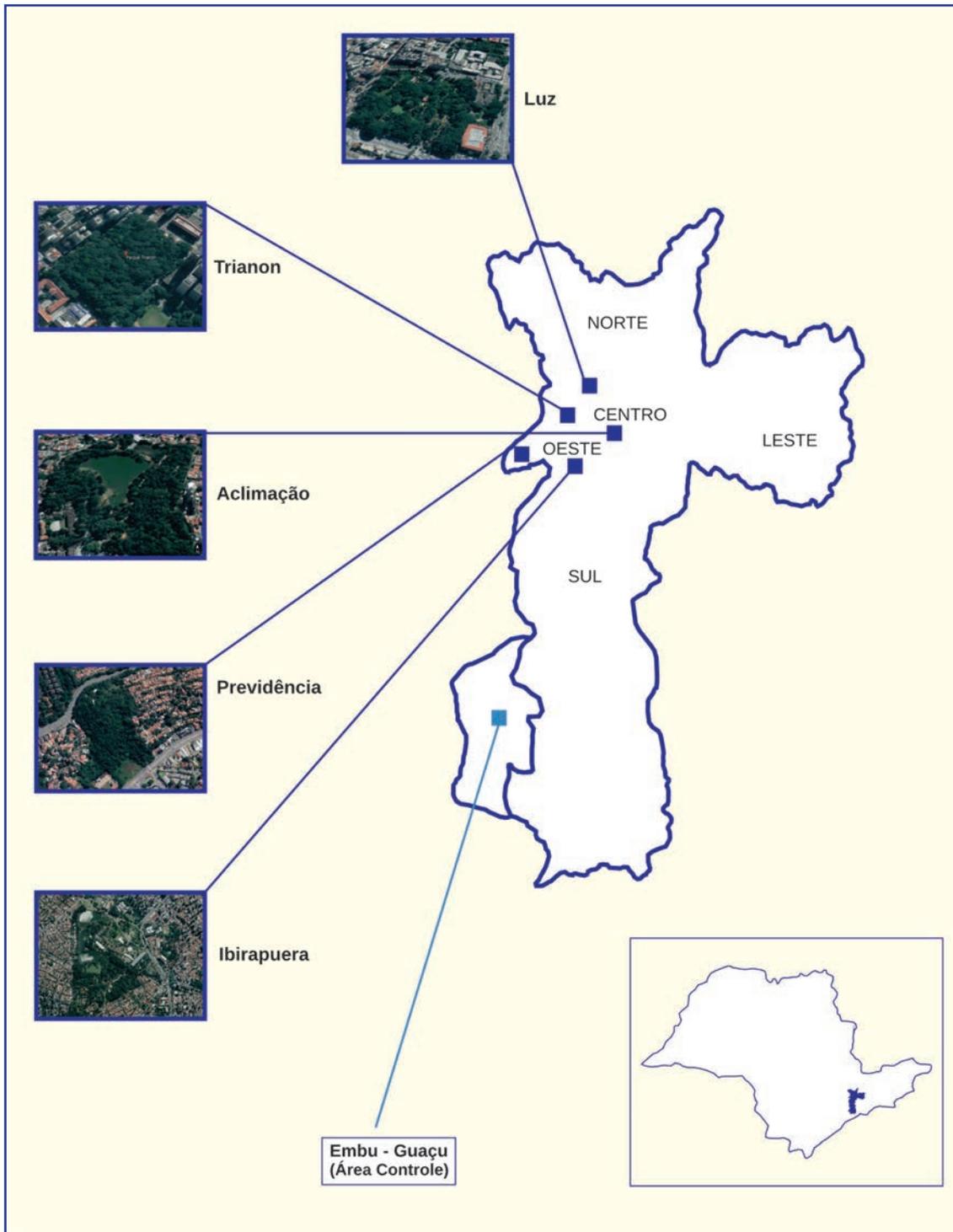


Figura 10 | Localização dos parques Jardim da Luz, Trianon, Aclimação, Previdência, Ibirapuera (em São Paulo) e Embu-Guaçu (região controle). Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Martins (2009).

Os mapas dos cinco parques de São Paulo com as análises espaciais de distribuição apresentados dos elementos da **Figura 11** à **Figura 25**.

Figura 11 | Imagem aérea do Parque da Previdência, no Jardim Ademar, em São Paulo. Fonte: *Google Earth* (2019).

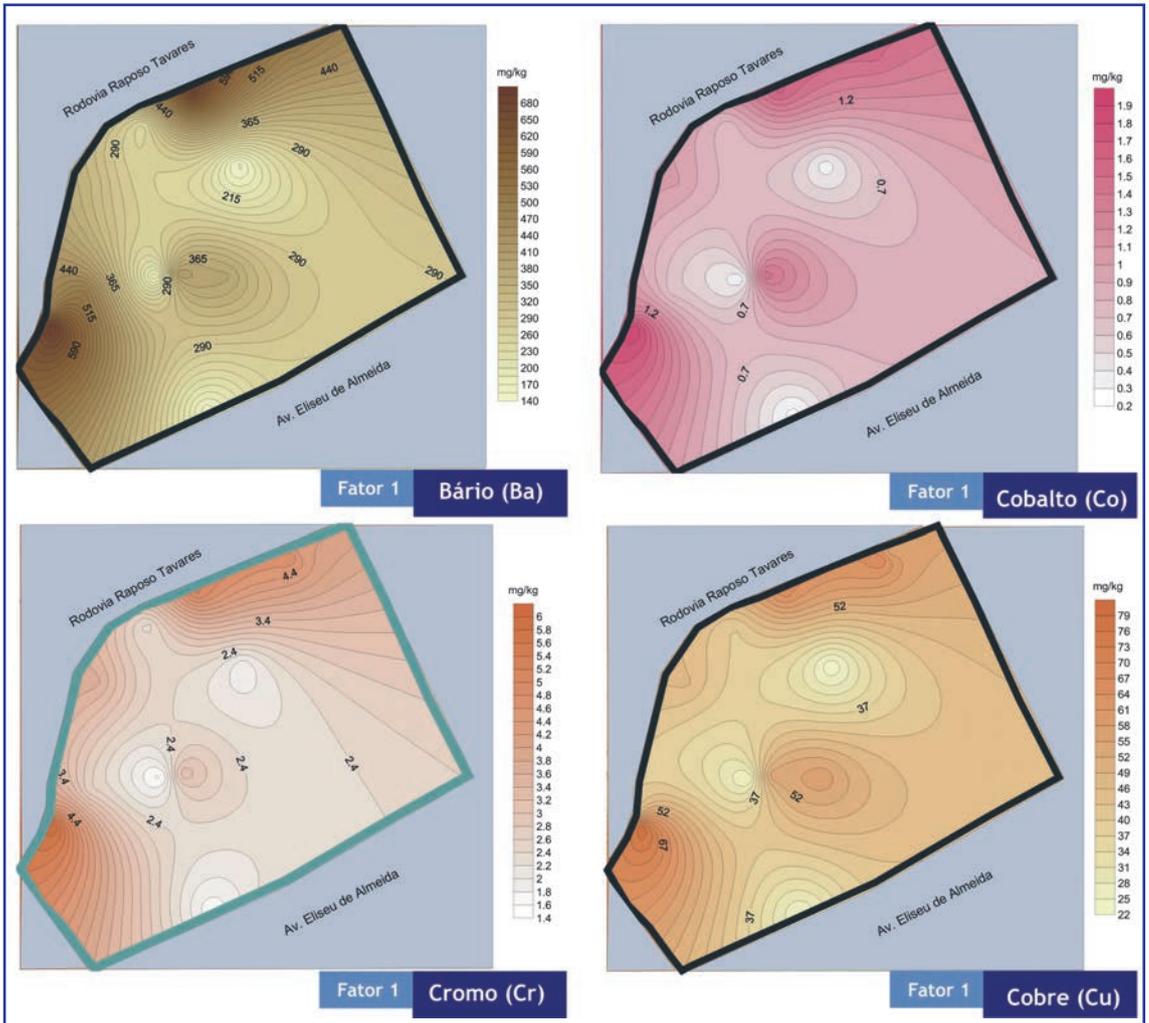


Figura 12 | Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); e cobre (Cu) nas cascas das árvores amostradas no Parque Previdência, em São Paulo. Elaboração própria. Com base em Martins (2009).

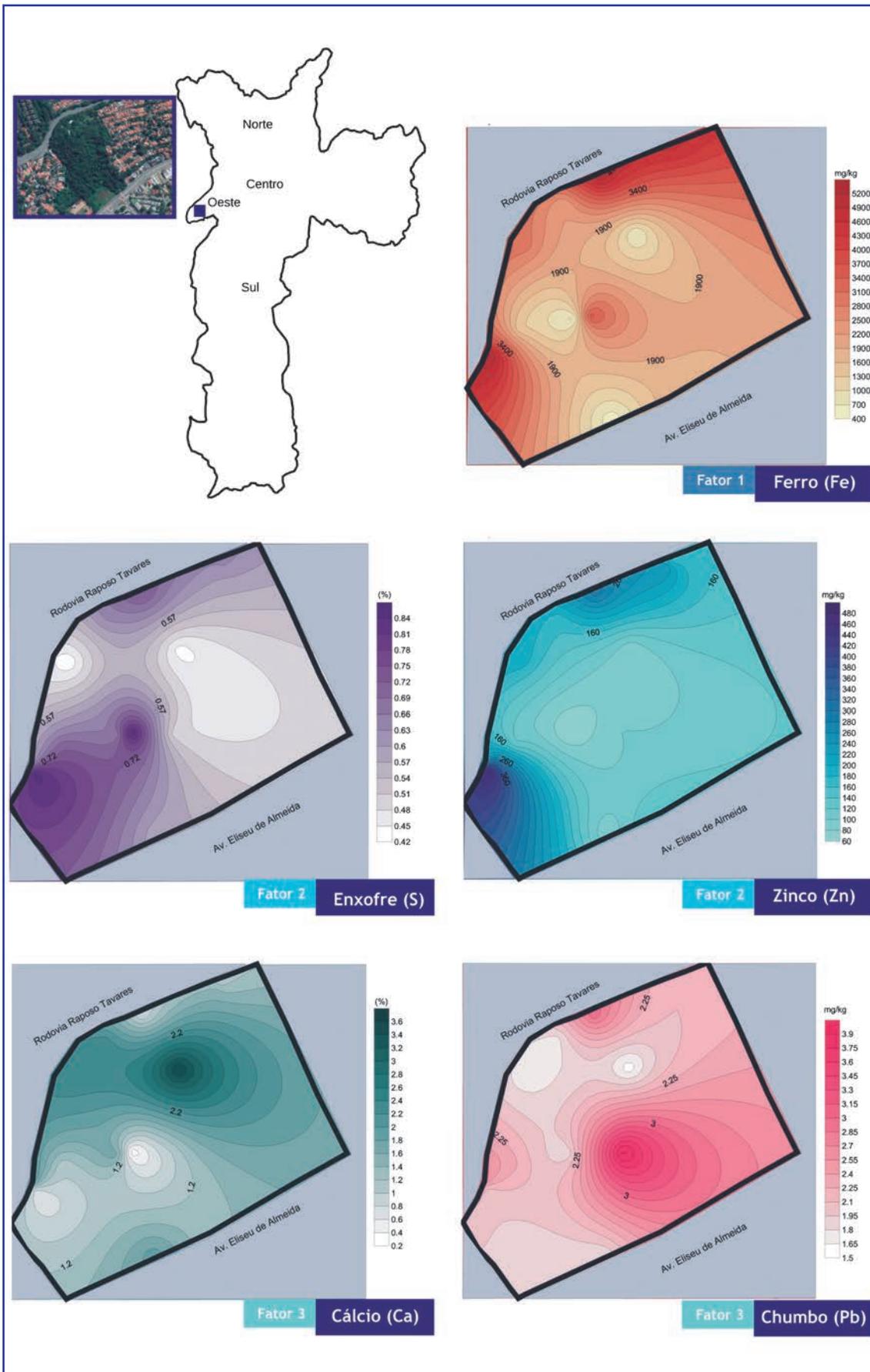


Figura 13 | Localização do Parque Previdência e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas de árvores estudadas. Fonte: Elaboração própria. Com base em Martins (2009); Google Earth (2019).



Figura 14 |
Imagem aérea do
Parque Jardim
da Luz, no
Bom Retiro,
em São Paulo.
Fonte: *Google
Earth* (2019).

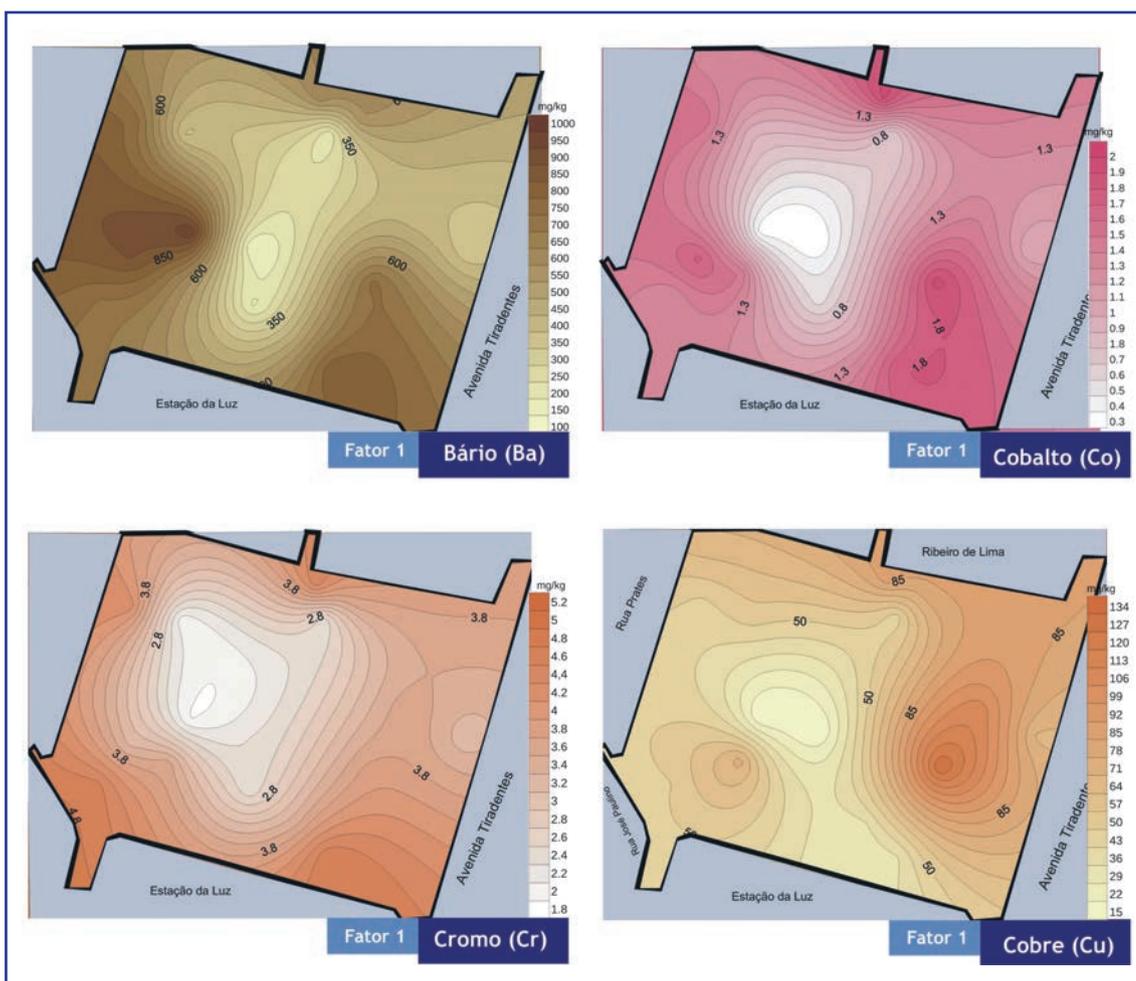


Figura 15 |
Distribuição dos
poluentes bário
(Ba); cobalto (Co);
cromo (Cr); cobre
(Cu) nas cascas
das árvores
estudadas no
Parque Jardim
da Luz. Elaboração
própria. Com base
em Martins (2009).

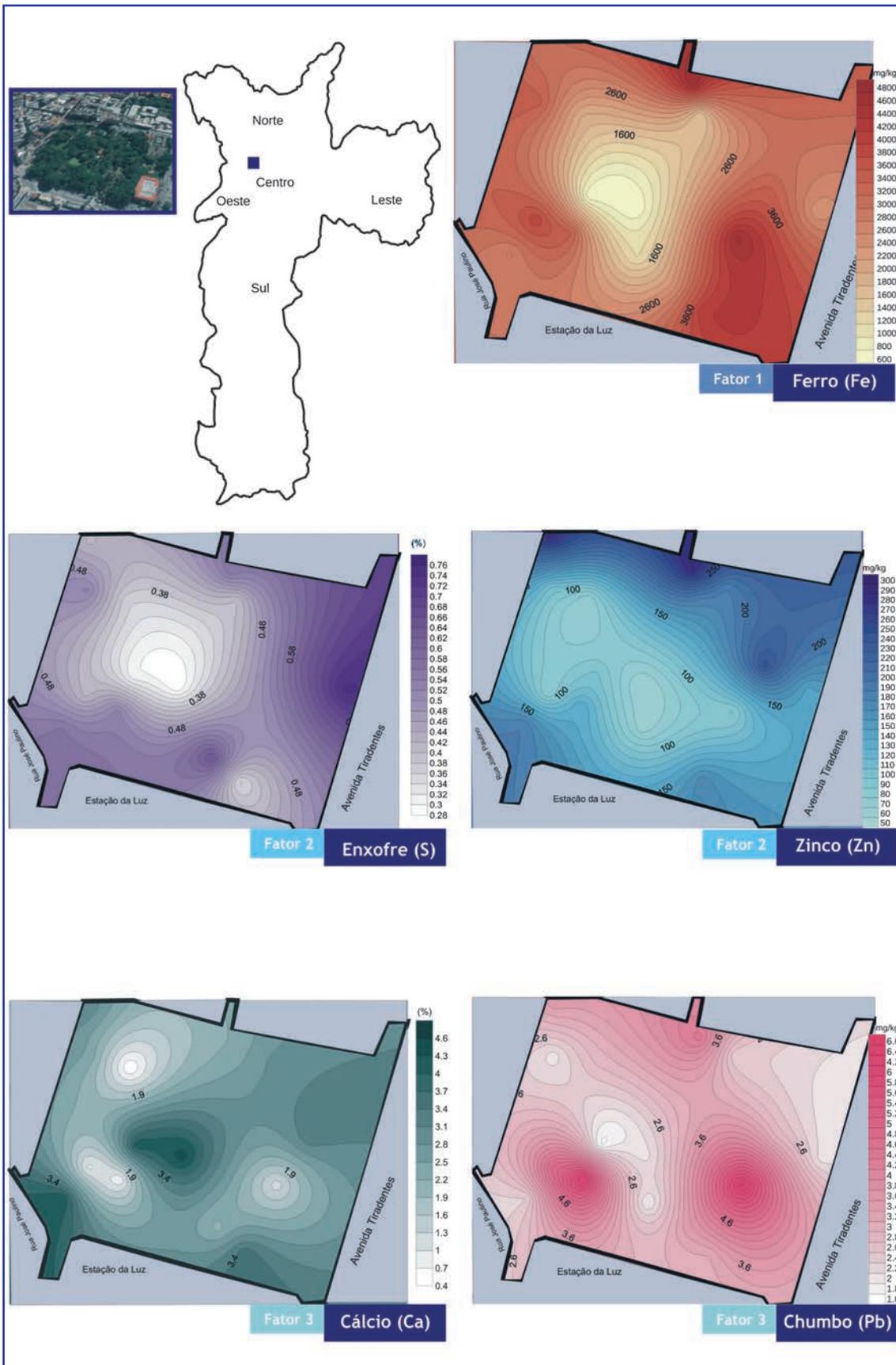
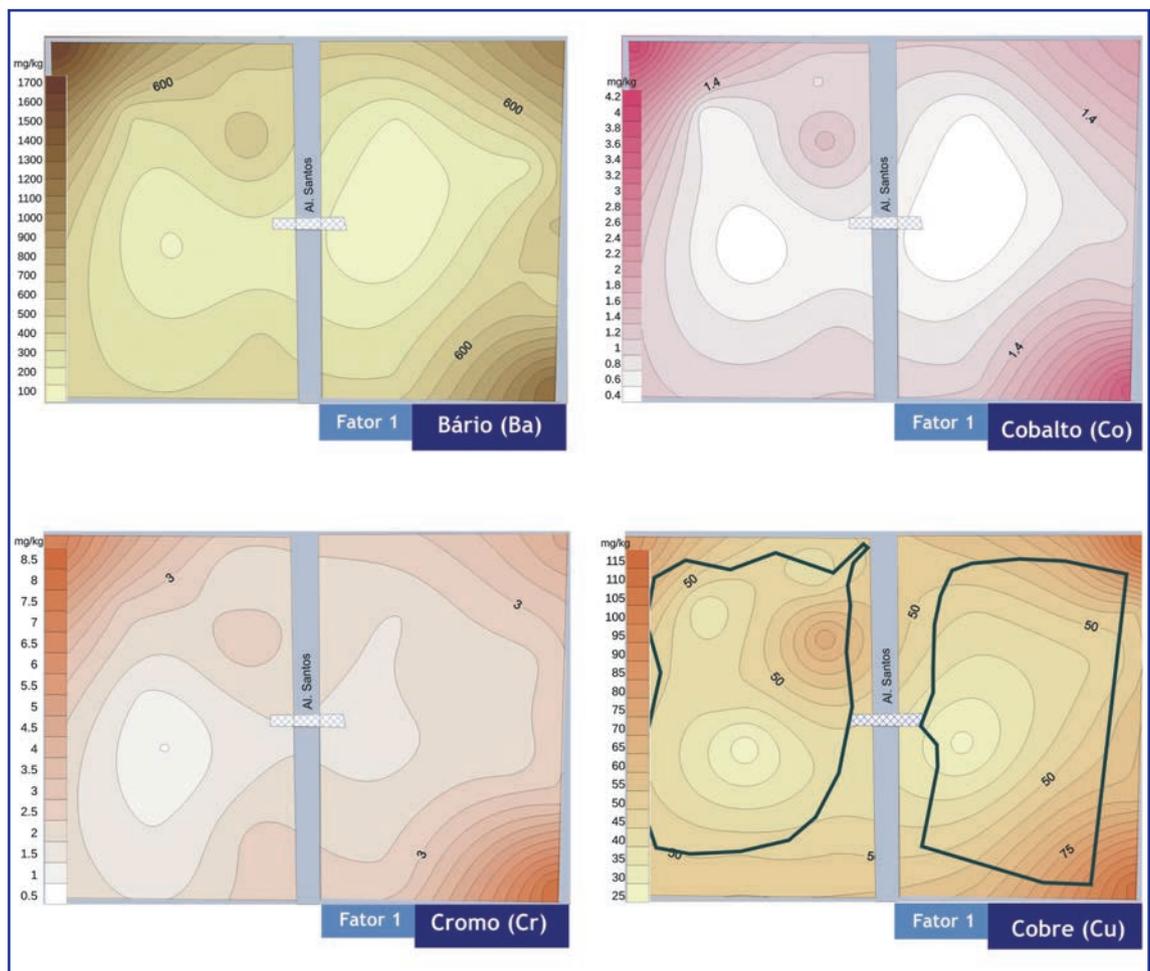


Figura 16 | Localização do Parque Jardim da Luz e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas. Fonte: Elaboração própria. Com base em Martins (2009); Google Earth (2019).



Figura 17 |
Imagem aérea do
Parque Trianon, no
bairro Cerqueira
César, em
São Paulo.
Fonte: *Google
Earth* (2019).



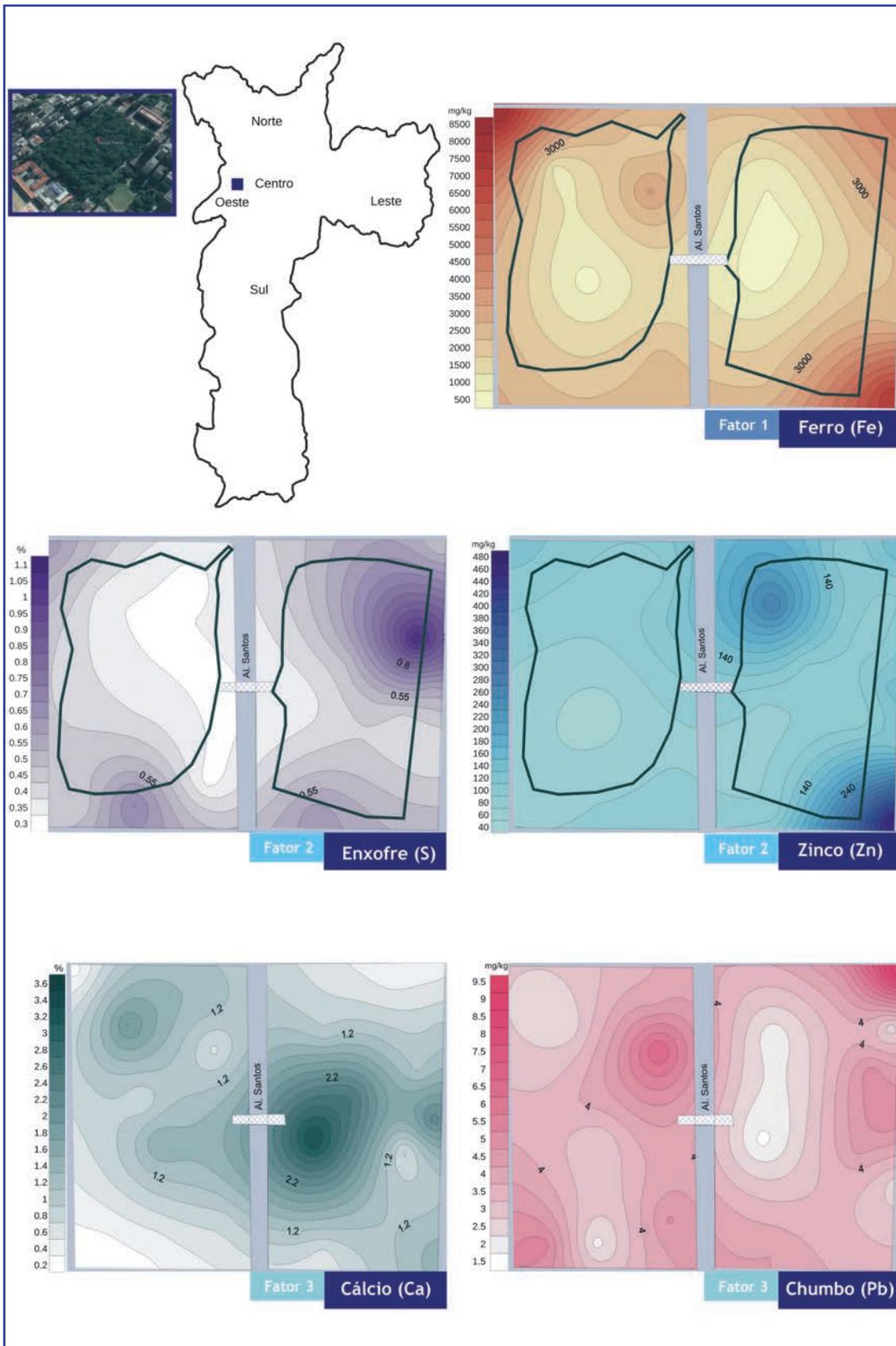


Figura 19 | Localização do Parque Trianon e distribuição dos poluentes: ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas. Fonte: Elaboração própria. Com base em Martins (2009); Google Earth (2019).



Figura 20 | Imagem aérea do Parque Aclimação, no bairro Aclimação, região central de São Paulo. Fonte: *Google Earth* (2019).

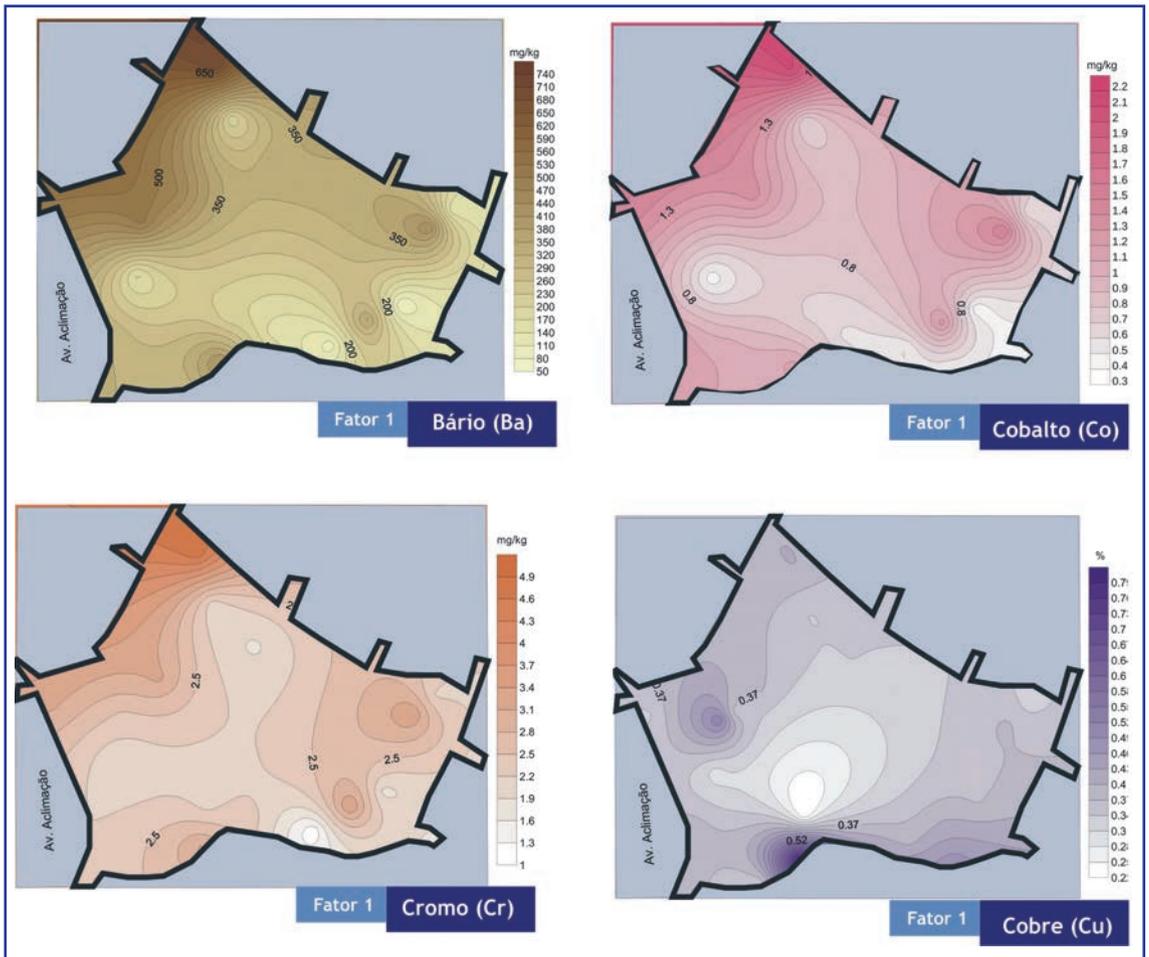


Figura 21 | Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque da Aclimação. Elaboração própria. Com base em Martins (2009).

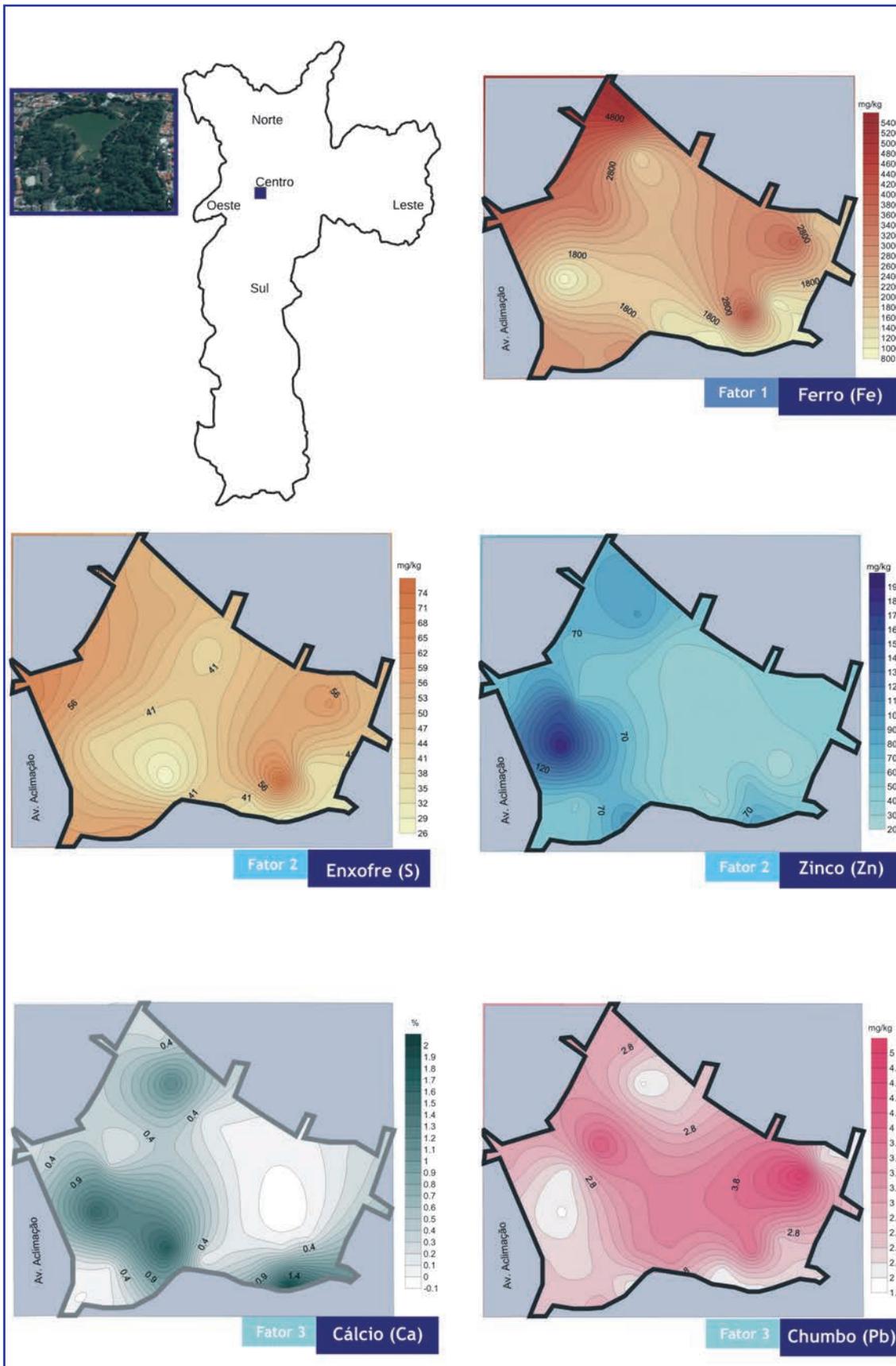


Figura 22 | Localização do Parque Aclimação e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas. Fonte: Elaboração própria. Com base em Martins (2009); Google Earth (2019).



Figura 23 | Imagem aérea do Parque do Ibirapuera, na Vila Mariana, em São Paulo. Fonte: Google Earth (2019).

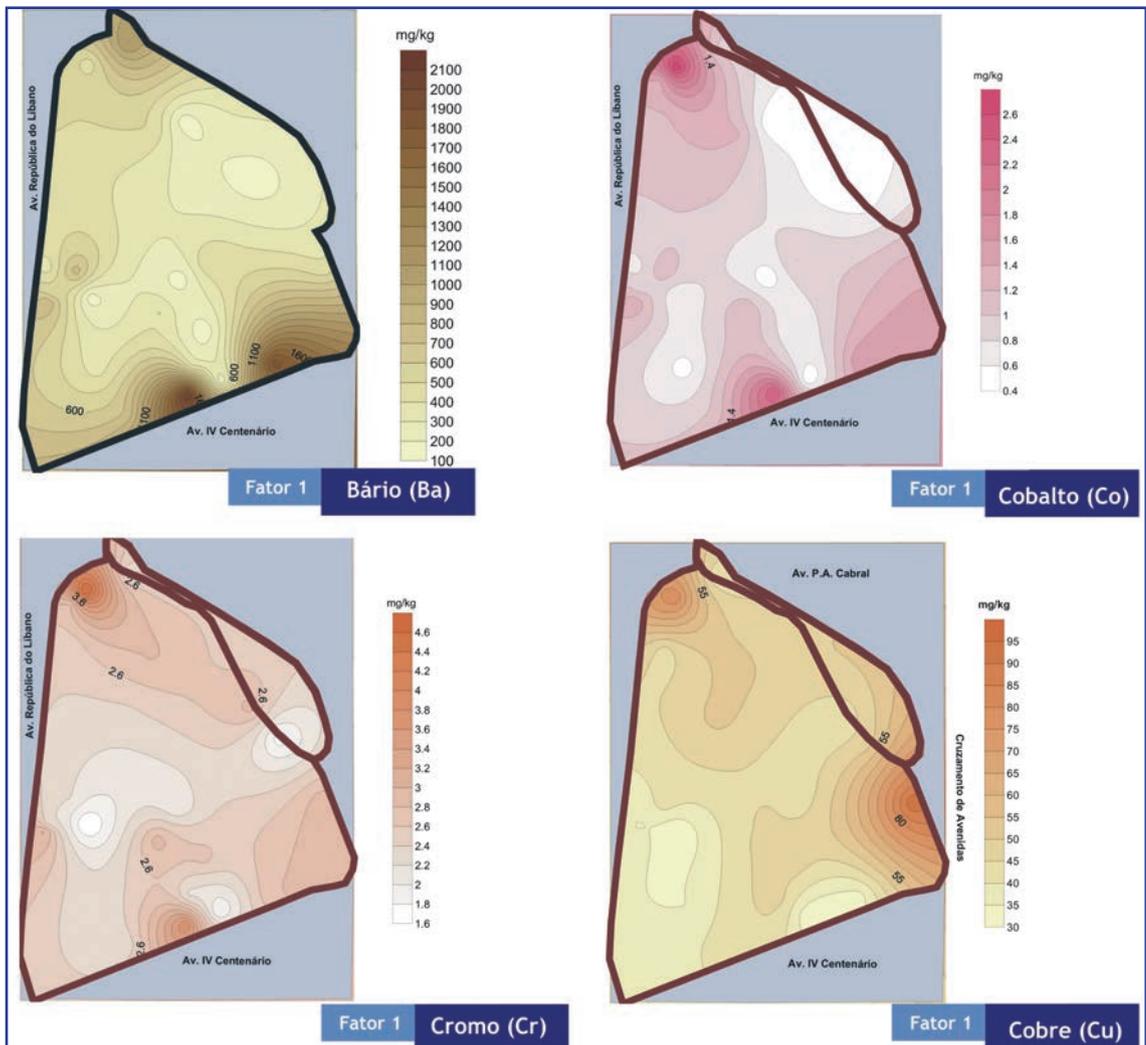


Figura 24 | Distribuição dos poluentes bário (Ba); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu) nas cascas das árvores estudadas no Parque Ibirapuera. Elaboração própria. Com base em Martins (2009).

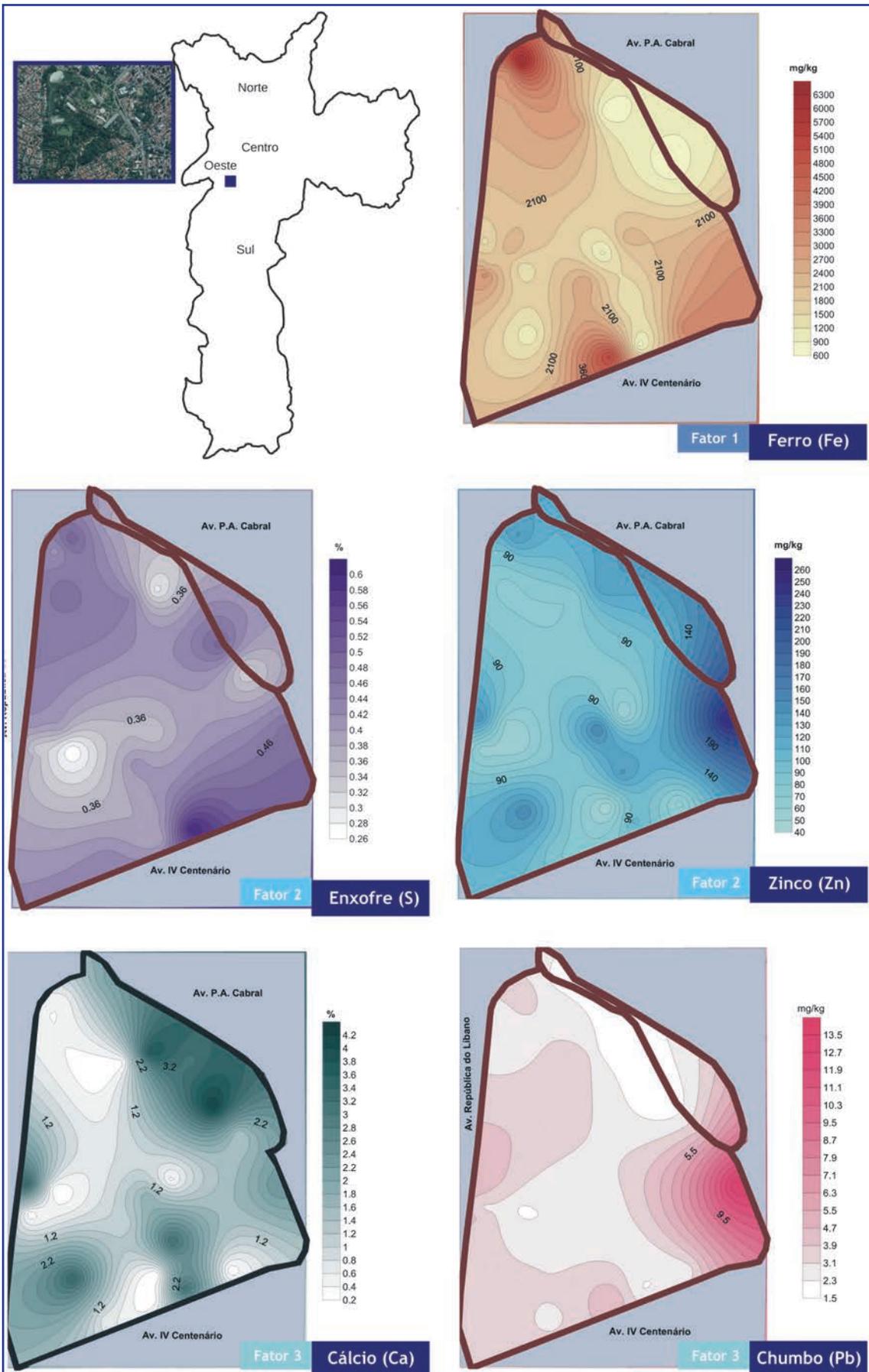


Figura 25 | Localização do Parque Ibirapuera e distribuição dos poluentes ferro (Fe); enxofre (S); zinco (Zn); cálcio (Ca) e chumbo (Pb) nas cascas das árvores estudadas. Fonte: Elaboração própria. Com base em Martins (2009); Google Earth (2019).

As distribuições espaciais exibidas nas **Figuras 11 a 25** permitem avaliar que, para todos os parques e todos os elementos-traço analisados, existe decaimento dos poluentes amostrados nas cascas das árvores, ainda que em níveis distintos, das bordas para o centro dos parques.

O comportamento observado para o decaimento dos poluentes é diferente para os elementos-traço pertencentes aos fatores 1, 2 e 3, como se pode notar na **Figura 26**.

A regulação da qualidade do ar desempenhada pelos parques é mais evidente para os elementos do *fator 1*, presentes em partículas mais grossas e pesadas, com taxa de espalhamento mais restrita e menor tempo de dispersão atmosférica. A quantidade desses elementos decai mais fortemente no sentido borda-centro dos parques, se comparada à dos elementos do *fator 2* – enxofre (S) e zinco (Zn), provavelmente um indicativo da composição do material particulado mais fino a que estes pertencem, o que explica sua distribuição mais homogênea. Os dados obtidos mostram que o tráfego veicular impacta o entorno dos parques, porém com distâncias variáveis, posto que alguns elementos mostram decaimento a apenas dezenas de metros de distância dos principais corredores de tráfego enquanto outros se espalham por centenas de metros (MARTINS, 2009).

A região controle em Embu-Guaçu mostrou concentrações menores de todos os elementos-traço quando comparada aos parques paulistanos, exceção feita à comparação com os elementos do *fator 1* no centro dos cinco parques municipais de São Paulo que, na média, estavam presentes em quantidades tão baixas quanto aquelas da área controle (MARTINS, 2009).

Em vista dos resultados obtidos, as áreas estudadas foram classificadas em três categorias: rural (Embu-Guaçu, região considerada “controle”), urbana (parques localizados dentro da cidade) e categoria *rodovia* (parque situado em vizinhança de rodovia). Por essa classificação, na área da categoria *urbana* estão os parques que sofrem influência predominante de veículos leves e na categoria *rodovia*, o parque que sofre maior influência de veículos pesados (caminhões e ônibus, movidos a diesel) (MARTINS, 2009).

A segunda etapa do trabalho, que consistiu na avaliação da influência da densidade de vegetação sobre a redução de poluição (MARTINS *et al.*, 2011), utilizou como elementos marcadores o cobalto (Co) e o enxofre (S) nas cascas das árvores, justamente por serem indicadores de fontes de poluição distintas e possuírem tamanho e peso molecular diferentes, sendo o cobalto (Co) mais pesado que as com o enxofre (S).

A análise de cobertura arbórea *versus* redução de poluição do ar foi aplicada em quatro parques: Trianon, Previdência, Jardim da Luz e Ibirapuera, com porcentagens de cobertura vegetal, respectivamente, de 99,8%, 75,9%, 63,5% e 30,8% (MARTINS *et al.*, 2011). As **Figuras 27 a 29** apresentam os gráficos das análises.

As análises (MARTINS, 2009; MARTINS *et al.*, 2011) demonstram respostas positivas da porcentagem de cobertura arbórea dos parques sobre a redução dos poluentes, confirmando que vegetação é um elemento redutor da poluição atmosférica, com a ressalva já feita anteriormente de que a eficiência do serviço ecossistêmico varia em função do elemento analisado. As figuras, gráficos e resultados apresentados convidam a algumas reflexões:

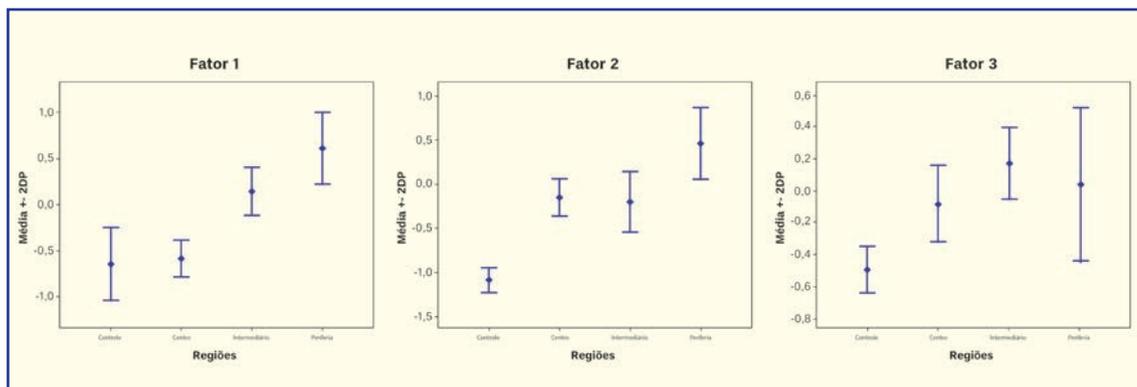


Figura 26 |

Médias e desvios padrão das concentrações dos elementos obtidas nas amostras de cascas de árvores, agrupadas nos fatores 1, 2 e 3, em cada região interna dos parques estudados e na região controle. Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Martins (2009).

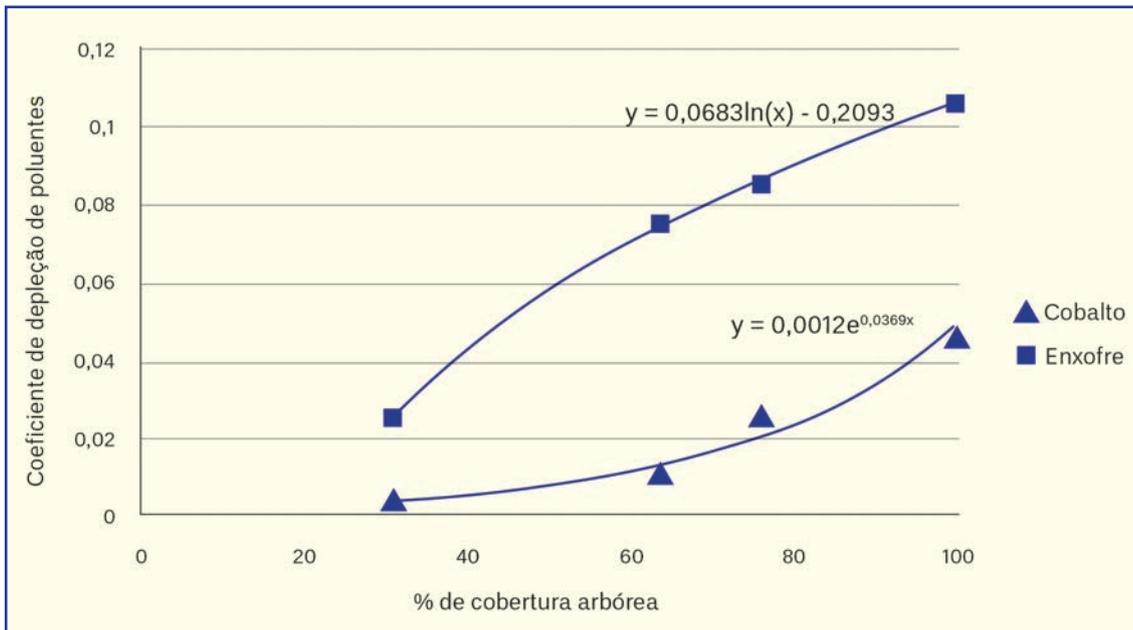


Figura 27 | Cobertura arbórea x coeficiente de redução de poluentes nas cascas das árvores nos parques. Fonte: Martins (2011).

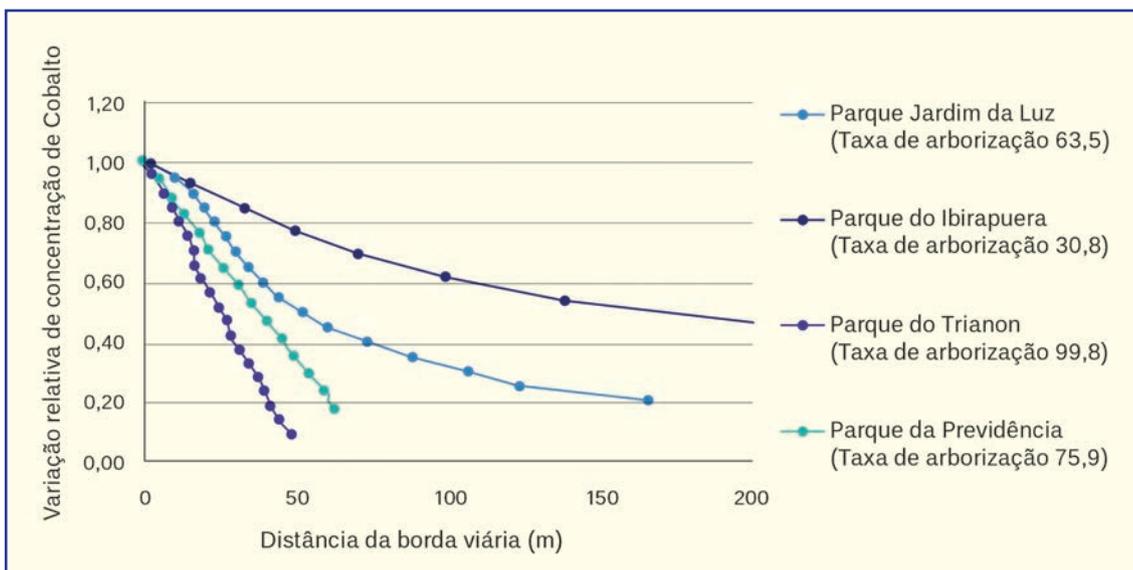


Figura 28 | Atenuação de cobalto (Co) nas cascas das árvores de 4 parques municipais de São Paulo, em relação à distância da sua borda viária (concentração x distância). Adaptado de Martins *et al.* (2011).

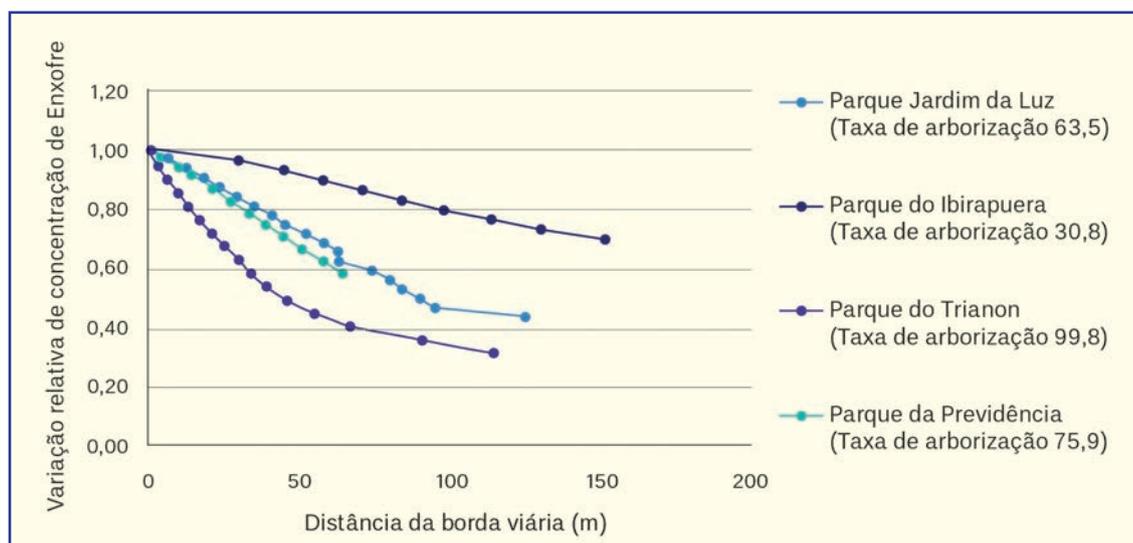


Figura 29 | Atenuação de enxofre (S) nas cascas das árvores de 4 parques municipais de São Paulo, em relação à distância da sua borda viária (concentração x distância). Fonte: Adaptado de Martins *et al.* (2011).

- verifica-se, de forma significativa, a presença do serviço ecossistêmico de regulação da qualidade do ar nos parques estudados, observando-se a tendência da redução da concentração de poluentes no sentido borda-centro dessas áreas;
- esse papel de filtragem é bastante influenciado pela porcentagem de cobertura arbórea de cada parque;
- para as regiões avaliadas, observou-se que a vegetação é mais eficiente para filtragem dos elementos predominantemente originários de atritos e desgaste dos veículos – bário (Ba), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu) e ferro (Fe) do que para aqueles mais comumente advindos de combustão de alta temperatura, lançados pelos escapamentos veiculares – enxofre (S) e zinco (Zn);
- vários outros fatores interferem na distribuição microespacial dos elementos-traço dentro de cada parque; além da cobertura arbórea e tamanho das partículas, existem interferências associadas à localização urbana e o tipo e quantidade de tráfego na região de influência do parque, distância das vias de tráfego, pontos de redução de velocidade como semáforos, lombadas eletrônicas, pontos de ônibus, cruzamentos, subidas e o próprio “*anda-e-para*” do tráfego, tráfego aéreo (o que pode explicar maiores concentrações de chumbo (Pb) nos parques Ibirapuera e Trianon), direção e velocidade dos ventos, entre outros;
- algumas limitações metodológicas podem ter interferido nos resultados das análises: i) os resultados das análises de bário (Ba) por fluorescência de raios x por dispersão de energia (EDXRF) demonstraram não ser muito precisos o que, associado à interferência do elemento titânio (Ti), pode explicar altos teores em algumas amostras; ii) em relação ao biomonitoramento com o emprego de cascas de árvores, não foi estudado o tipo de deiscência das cascas de árvores amostradas, o que impossibilita dizer, com precisão, o

tempo de permanência da casca no tronco das árvores. Por isso, não se sabe ao certo o período correspondente às concentrações de poluentes encontrados.

Esses resultados sobre o papel regulador da vegetação sobre a poluição atmosférica deveriam ser intensificados, não apenas nos parques de menor dimensão e mais centrais, mas também nas extensas áreas verdes periurbanas características da RBCV, para que se conheça mais profundamente a importância desse território para a saúde humana, incluindo os impactos decorrentes para a economia com a redução dos gastos nos sistemas público e privados de saúde.

Os dados apresentados sinalizam na direção de que políticas públicas robustas de ampliação das áreas verdes, especialmente nas regiões mais urbanizadas da RBCV, devem ser implementadas como forma complementar de regulação da poluição atmosférica, associadas a medidas de maior eficiência na gestão do tráfego metropolitano e adoção de medidas tecnológicas que visem a diminuição da emissão de poluentes.

Muitos estudos já demonstraram efeitos benéficos da presença de áreas verdes em regiões urbanas sobre diversos aspectos da saúde humana. Parte destes efeitos são derivados dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas áreas verdes como a captação de material particulado derivado da poluição, regulação térmica, aumento da umidade e diminuição do ruído. Acredita-se que a presença das áreas verdes nas cidades leve à diminuição do stress, propicie a realização de atividade física e aumente a coesividade social.

Dentre os benefícios relacionados à saúde destaca-se menor índice de ansiedade e depressão em residentes com maior densidade de áreas verdes. Outros estudos relatam efeitos benéficos em relação à saúde cardiovascular e a distância de parques, o que parece ser mediado por maior atividade física. Residir em áreas com maior densidade de verde propicia melhor saúde perinatal. Finalmente, estudos consistentemente relatam menor índice de mortalidade geral relacionadas à áreas com maior densidade arbórea (**Figura 30**).

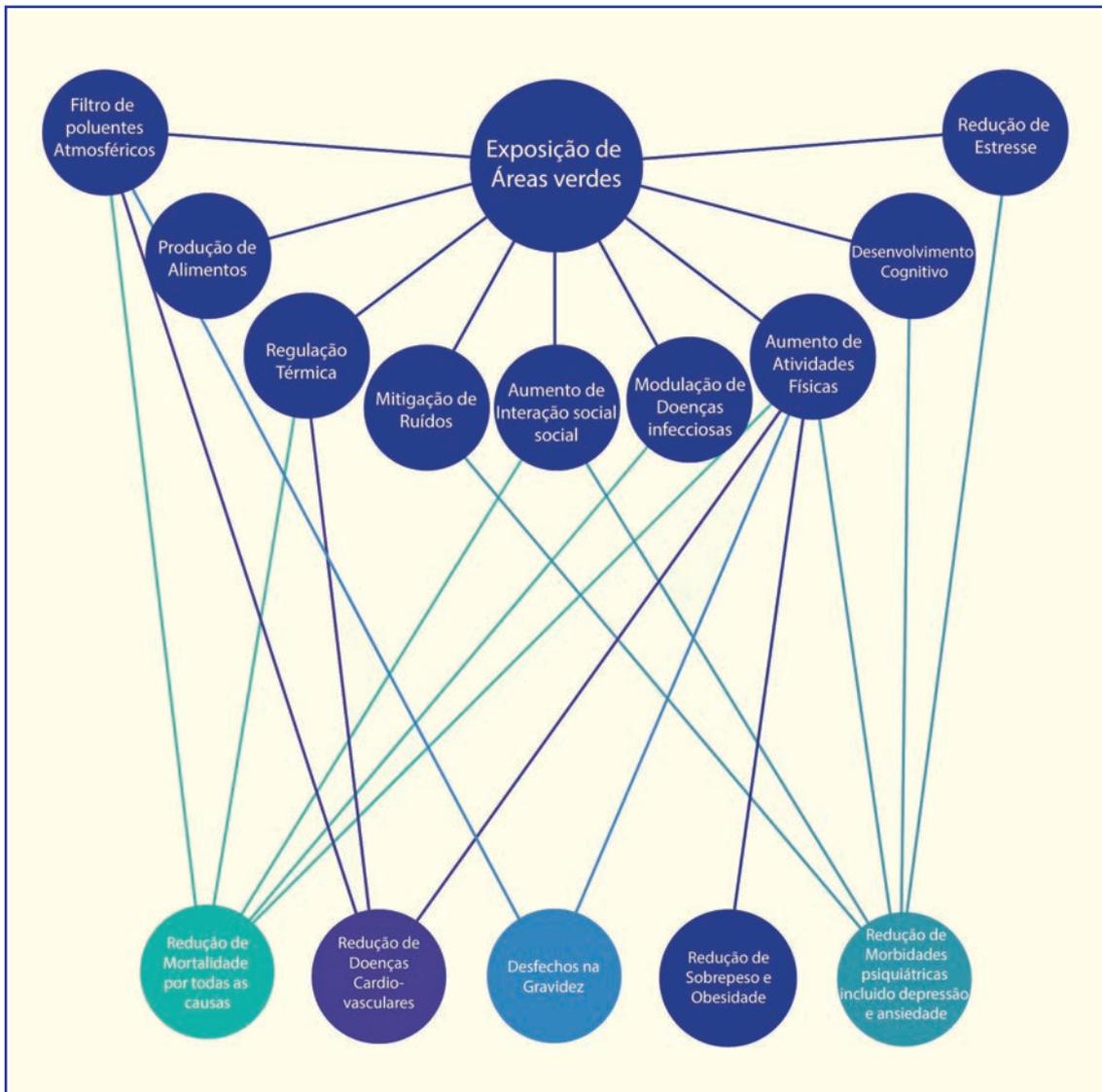


Figura 30 | Vias em que exposições a áreas verdes podem resultar em desfechos na saúde. Fonte: Adaptado de James *et al.* (2015).

CONCLUSÕES

Com as informações apresentadas no decorrer do capítulo, é chegado o momento de algumas reflexões. Primeiramente, há que se combater a dissociação entre o meio ambiente urbano e os ecossistemas/sistemas silvestres. Esses dois compartimentos foram artificialmente separados por modelos de gestão política, que, em nome da praticidade, decompõem o ambiente em que vivemos em compartimentos estanques, a despeito da unicidade ambiental que foi apresentada anteriormente neste estudo. Na verdade, a frase de Drummond, apresentada logo no início deste texto *“Tentamos proteger*

a árvore, esquecidos de que é ela que nos protege” sintetiza tudo o que foi escrito por nós. Em nossa presunção humana, achamos que temos o dever de proteger os ecossistemas que nos cercam, motivados por altruísmo e generosidade que são admiráveis. No entanto, após uma reflexão mais profunda, talvez pudéssemos acrescentar outras motivações para a preservação das reservas florestais, incluindo aquelas que, como a RBCV, estão encravadas no coração das metrópoles. Sentimentos menos nobres, como egoísmo e autopreservação poderiam perfeitamente ser admitidos por nós. Devemos preservar as florestas não somente pela saúde dos seus componentes naturais, mas também pela nossa

própria saúde e sobrevivência. No momento em que, há centenas de milhares de anos, começamos a nos distanciar da natureza em que vivemos, invocando-nos o papel de controladores do mundo, criamos as condições de deterioração ambiental do nosso ambiente, que nos ameaça sob a forma de mudanças climáticas e escassez de recursos naturais.

Nossas cidades estão doentes. São Paulo tem febre nas suas ilhas de calor, obstrução arterial nas suas vias congestionadas, vias aéreas inflamadas pela poluição do ar, edema durante as chuvas, diarreia nos seus rios e diabetes pelo uso inadequado da energia. Nós, células vivas deste tecido urbano, também nos tornamos enfermiços pelas nossas ações. Este é, paradoxalmente, um bom momento. Cremos que a doença nos tira da zona de conforto em que nos acomodamos, fazendo-nos refletir sobre o que somos e sobre as mudanças

que devemos fazer para nos tornarmos mais saudáveis. É até mesmo provável que a maior parte das mudanças positivas que tomamos sejam feitas em hospitais, superando aquelas que ocorrem nas igrejas. Na verdade, muitos de nós somente procuramos auxílio divino quando nos defrontamos com problemas de grande monta. Seja pela medicação ou pela oração, a nossa doença urbana merece uma séria modificação de atitude em relação ao nosso ambiente. O momento da reversão da tendência de degradação ambiental em São Paulo é agora. Não importa em que proporção, os vários sentimentos associados ao tema – altruísmo, generosidade, consciência, egoísmo ou interesse pessoal – criarão as condições de uma melhor sustentabilidade. O importante é que não acrescentemos mais uma mazela ao elenco dos diagnósticos de nossa cidade, qual seja, a impotência.

REFERÊNCIAS

- ARNDT, U.; SCHWEIZER, B. (1991). The use of bioindicators for environmental monitoring in tropical and subtropical countries. *In Biological monitoring. Signals from the environment* (H. Ellenberg, ed.). Vieweg, Eschborn, p.199-298.
- ANDREWS, C.; BUIST, A.S.; e FERRIS, B.G. (1985). American Thoracic Society Guidelines as to what constitutes an adverse respiratory health effect, with special reference to epidemiologic studies of air pollution. **Am. Rev. Respir. Dis.** **131(4)**, 666-668.
- ANDERSON, H. R. *et al.* (2004). Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). **Report of a WHO task group**. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/document/e82792.pdf>>. Acesso 20 out. 2019.
- ANDRADE, M. F. *et al.* (2010). Vehicle emissions and PM_{2.5} mass concentrations in six Brazilian cities. **Air quality atmosphere and health**, 2010; v. 5, p. 79.
- BAUMBACK, G. (1996). **Air quality control, formation and sources, dispersion, characteristics and impact of air pollutants: measuring methods, techniques for reduction of emission and regulation for air quality control**. Berlin: Springer, 490 p.
- BARNES, D.; HAMADAH, M. A.; OTTAWAY, J. M. (1976). The lead, copper and zinc content of tree rings and bark. **Science of Total Environment**; 5: 63-67.
- BAYCU, G.; TOLUNAY, D.; ÖZDEN, H.; GÜNEBAKAN, S. (2006). Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentration in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. **Environmental Pollution**, London, v. 143, p. 545-554.
- BELL, M. L. *et al.* (2004). Ozone and short-term mortality in 95 urban communities, 1987-2000. **JAMA**; 292(19): 2372.
- BERNATZKY, A. (1982). The contribution of trees and green spaces to a town climate. **Energy and Buildings**; 5: 1-10.
- BOHM, P. *et al.* (1998). The use of tree bark for environmental pollution monitoring in the Czech Republic. **Environmental Pollution**; 102: 243-250.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**; 29: 293-301.
- BROOK, R. D. *et al.* (2004). Air pollution and cardiovascular disease – A statement for healthcare professionals from the expert panel



- on population and prevention science of the American Heart Association. **Circulation**; 109:2655-2671
- DOCKERY, D. W.; BRUNEKREEF, B. (1996). Longitudinal studies of air pollution effects on lung function. **Am J Respir Crit Care Med**. Dec;154(6 Pt 2):S250-6.
- EKPE, E. K. *et al.* (2012). **Orlando, Florida's Urban and Community Forests and Their Ecosystem Services**. University of Florida-IFAS, EDIS FOR 290.
- ELMQVIST, T. *et al.* (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. **Current opinion in environmental sustainability**; v. 14, p. 101-108.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2004). **Air Quality Criteria for Particulate Matter**, USA, October, EPA/600/P-99/002aF
- ESCOBEDO, F. J. *et al.* (2008). Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. **Journal of Environmental Management**; 86: 148-157.
- ESCOBEDO, F. J. *et al.* (2011). **Miami-Dade County's Urban Forests and Their Ecosystem Services**. University of Florida-IFAS, EDIS FOR 285.
- ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J.E. (2011). Urban forests and pollution mitigation: analyzing ecosystem services and disservices. **Environ Pollut**. 2011 Aug-Sep; 159(8-9):2078-87.
- GRYPARIS, A. *et al.* (2004). Acute effects of ozone on mortality from "the air pollution and health: a European approach" project. **Am J Respir Crit Care Med**; 170 (10):1080-7.
- FAGGI, A. M. *et al.* (2011). Use of tree bark for comparing environmental pollution in different sites from Buenos Aires and Montevideo. **Environmental monitoring and assessment**; 178: 1-4, 237-245.
- HEINSOHN, R. J.; KABEL, R. L. (1998). **Sources and control of air pollution: Engineering principles**.
- ITO, K.; DE LEON, S. F.; LIPPMANN, M. (2005). Associations between ozone and daily mortality: analysis and meta-analysis. **Epidemiology**; 16(4):446-57.ands.
- JAMES, P; BANAY, R. F.; HART, J. E.; LADEN, F. A. (2015). Review of the Health Benefits of Greenness. **Curr Epidemiol Rep**. Jun; 2(2): 131-142.
- JAMIL *et al.* (2009). Fly ash trapping and metal accumulating capacity of plants: Implication for green belt around thermal power plants. **Landscape and Urban Planning** Volume 92, Issue 2, 15 September 2009, Pages 136-147.
- KONIJNENDIJK, C. C. *et al.* (2013). Benefits of Urban Parks - A systematic review. **A Report for IFPPA**, Copenhagen & Alnarp.
- LEVY, J. I.; CHEREMERNSKI, S. M.; SARNAT, J. A. (2005). Ozone exposure and mortality: an empiric bayes metaregression analysis. **Epidemiology**; 16(4):458-68.
- MARTINS, A. P. G. *et al.* (2011). **The effects of vegetation in the local dispersion on traffic derived air pollution a biomonitoring approach**. São Paulo, 11p. Documento não publicado.
- MARTINS, A. P. G. (2009). **Cascas de árvores como biomonitores da poluição atmosférica de origem veicular em parques urbanos da cidade de São Paulo** [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, 2009.
- MARTINS, M. C. *et al.* (2004). Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in Sao Paulo, Brazil. **J Epidemiol Community Health**; 58(1):41-6.
- MCDONALD *et al.* (2007). Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. **Atmospheric Environment**, v. 41, Issue 38, December, Pages 8455-8467 .
- McPHERSON *et al.* (2005). Effects of street tree shade on asphalt concrete pavement performance. **Journal of Arboriculture** 31(6): 303-310.
- MITCHELL R.; MAHER, B. A. (2009). Evaluation and application of biomagnetic monitoring of traffic-derived particulate pollution. **Atmospheric Environment** Volume 43, Issue 13, April 2009, Pages 2095-2103.
- MIRANDA, R. M. *et al.* (2012). Urban air pollution: a representative survey of PM 2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Quality, Atmosphere & Health**, 5(1), 63-77.
- M. L.; DOMINICI, F.; SAMET, J. M. (2005). A meta-analysis of time-series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study. **Epidemiology**; 16(4):436-45.
- NOWAK, *et al.* (2000). A modeling study of the impact of urban trees on ozone. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. **Atmospheric Environment** Volume 34, Issue 10, Pages 1601-1613.
- NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. **Urban Forestry & Urban Greening**; v 4; p 115-123.
- NOWAK, D. J. *et al.* (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United

States. **Environmental Pollution**; v 193, p 119-129.

NIEUWENHUIJSEN, M. *et al.* (2018). Air pollution, noise, blue space, and green space and premature mortality in Barcelona: a mega cohort. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 11, p. 2405.

POPE III, C. A. *et al.* (2002). Lung cancer, cardiovascular mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. **Journal of the American Medical Association**. 2002; 9: 1132-1141.

RODRIGUES, E. A. (coord). (2014). **Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo: Sumário Executivo**. 1. ed. - São Paulo: Instituto Florestal.

ROGERS, K. *et al.* (2011). Measuring the ecosystem services of Torbay's trees: The Torbay i-Tree Eco pilot project. *In: Proceedings of the ICF-Urban Tree Research Conference*. Birmingham.

SAMET, J. *et al.* (2000). What constitutes an adverse health effect of air pollution? **Am J Respir Crit Care Med**. 161: 665-673

SÃO PAULO (cidade). (2017). Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica no Município de São Paulo; São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PMMA_final_8_jan%20ok.pdf>. Acesso 20 out. 2019.

SHAN *et al.* (2007) Effects of vegetation status in urban green spaces on particle removal in a street canyon atmosphere. **Acta Ecologica Sinica**, 27(11), 4590-4595.

SHELLE, E. *et al.* (2008). Mapping aerial metal deposition in metropolitan areas from tree bark: A case study in Sheffield, England. **Environmental Pollution**; 155: 164-173.

SÃO PAULO (Cidade). (2019). **Secretaria do Verde e do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/pmma/index.php?p=219941>.. Acesso 14 out. 2019.

SCHWARTZ, J. (2005). How Sensitive Is the Association between Ozone and Daily Deaths to Control for Temperature? **Am J Respir Crit Care Med** Vol 171. pp 627-631.

GLOSSÁRIO

A

Arritmia cardíaca | Alterações elétricas que provocam modificações no ritmo das batidas do coração.

Asma | Doença inflamatória crônica das vias aéreas, de caráter heterogêneo. A doença é associada a episódios recorrentes de sibilância, falta de ar, aperto no peito, e tosse, de intensidade e frequência variáveis. Os episódios são associados com obstrução variável das vias aéreas no pulmão.

B

Bronquite crônica | Caracteriza-se por tosse produtiva com duração superior a três ou mais meses por ano e durante pelo menos dois anos.

C

Cólera | Infecção do intestino delgado por algumas estirpes das bactérias *Vibrio cholerae*. Os sintomas podem variar entre nenhum, moderados ou graves. O sintoma clássico é a grande quantidade de diarreia aquosa com duração de alguns dias. Podem também ocorrer vômitos e câibras musculares.

Compostos orgânicos voláteis | Compostos orgânicos que possuem alta pressão de vapor sob condições normais a tal ponto de vaporizar significativamente e entrar na atmosfera. Uma grande variedade de moléculas à base de carbono, tais como aldeídos, cetonas, e outros hidrocarbonetos leves são compostos orgânicos voláteis.

D

Deiscência | Fenômeno em que um órgão vegetal (fruto, esporângio, antera etc.) abre-se naturalmente ao alcançar a maturação. Aplica-se também ao desprendimento da casca da árvore

Diabetes mellitus | Doença caracterizada pela elevação da glicose no sangue (hiperglicemia). Pode ocorrer devido a defeitos na secreção ou na ação do hormônio insulina, que é produzido no pâncreas, pelas chamadas células beta.

Doença aterosclerótica | Doença vascular crônica e progressiva que normalmente manifesta-se na idade adulta ou idade avançada. A aterosclerose é uma forma de arteriosclerose caracterizada pela inflamação crônica das artérias de grande e médio calibre, com a acumulação e oxidação de lipoproteínas na parede arterial.

E

Efeitos Cognitivos | Efeitos relacionados ao processo de aquisição de conhecimento (cognição).

Efeitos Comportamentais | Conjunto de reações de um sistema dinâmico face às interações e renovação propiciadas pelo meio onde está envolvido.

Elementos-traço | Elementos químicos que ocorrem naturalmente em níveis de parte por milhão ou abaixo disso.

Epidemiológico | Ao que se propõe estudar quantitativamente a distribuição dos fenômenos de saúde/doença, e seus fatores condicionantes e determinantes, nas populações humanas.

L

Latência | Diferença de tempo entre o início de um evento e o momento em que os seus efeitos se tornam perceptíveis.

M

Miocardopatias | Grupo de doenças que afetam o músculo cardíaco.

Morbidade | Morbidade ou morbilidade é a taxa de portadores de determinada doença em relação à população total estudada, em determinado local e em determinado momento.

Material Particulado | Particulados, ou material particulado (sigla em inglês, PM, de *particulate matter*), são partículas muito finas de sólidos ou líquidos suspensos no ar. Para ser considerado MP, suas dimensões (diâmetro) variam desde 20 micra até menos de 0,05 micron.

MP_{2,5} | Partículas inaláveis (material particulado) cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 2,5 µm.

MP₁₀ | Partículas inaláveis (material particulado) cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 10 µm.

Malária | Doença infecciosa transmitida por mosquitos e causada por protozoários parasitários do gênero *Plasmodium*.

N

Neoplasia | Tipo de crescimento anormal e excessivo de tecido. O crescimento de uma neoplasia é descoordenado com o tecido circundante normal e persiste a crescer de maneira anormal, mesmo que o gatilho original seja removido.

P

Peste | Infecção bacteriana causada pelo *Yersinia pestis*, transmitida pela pulga que parasita roedores. Famosa por causar diversas pandemias na Europa e Ásia.

S

Substância precursora | Substância que se necessita para obter outra diferente a partir de uma reação química.

T

Tônus vascular | Determina quanto de oxigênio e nutrientes são distribuídos às diferentes partes do corpo, incluindo o coração. Este tônus é regulado pela interação entre as células endoteliais e as células da musculatura lisa vascular, pelo Sistema Nervoso Autônomo e por mediadores neuro-hormonais.

Tuberculose | É uma doença infecto-contagiosa causada por uma bactéria *Mycobacterium tuberculosis* ou *Bacilo de Koch* (BK), que afeta principalmente os pulmões, mas, também podem ocorrer em outros órgãos do corpo, como ossos, rins e meninges (membranas que envolvem o cérebro).

V

Variola | Doença infecciosa causada por uma de duas estirpes do vírus da variola – *Variola major* e *Variola minor*. O último caso natural da doença foi diagnosticado em outubro de 1977, o que levou a Organização Mundial de Saúde a certificar a erradicação da doença em 1980.



PARTE 2

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO



2.3 FIXAÇÃO DE CARBONO EM SUPERFÍCIE E REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA ATMOSFERA

Coordenadores

Edgar Fernando de Luca | IF/SIMA

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Giuliana Del Nero Velasco | IPT

Autores

Edgar Fernando de Luca | IF/SIMA

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Giuliana Del Nero Velasco | IPT

Amanda Rodrigues de Carvalho | UnB – PIBIC/CNPq-IF

Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor | FF/SIMA

Hilton Thadeu Zarate do Couto | ESALQ/USP

Foto da abertura do capítulo:

Vegetação de interior de
Floresta de Mata Atlântica:
serviços ecossistêmicos
de sequestro de carbono
e redução de gases
de efeito estufa.

Fonte: Rodrigo Antonio Braga
Moraes Victor (2010).

quando o sol
se derramar em toda a sua essência,
desafiando o poder da ciência
pra combater o mal,
e o mar
com suas águas bravias
levar consigo o pó dos nossos dias,
vai ser um bom sinal...

os palácios vão desabar
sob a força de um temporal,
e os ventos vão sufocar
o barulho infernal.
os homens vão se rebelar
dessa farça descomunal,
vai voltar tudo ao seu lugar,
afinal...

vai resplandecer,
uma chuva de prata do céu vai descer,
o esplendor da mata vai renascer,
e o ar de novo vai ser natural.
vai florir,
cada grande cidade o mato vai cobrir,
das ruínas um novo povo vai surgir,
e vai cantar afinal...

as pragas e as ervas daninhas,
as armas e os homens de mal
vão desaparecer
nas cinzas de um carnaval...

João Nogueira / Paulo César Pinheiro
(Clara Nunes)



SUMÁRIO



Resumo	323
1 Introdução	324
2 Poluição atmosférica global, regional e local: consequências ambientais	325
3 A Convenção do Clima e os serviços ecossistêmicos de fixação de carbono e redução de emissões de GEE	328
4 Setores antrópicos de produção e emissão de GEE: foco nacional	334
5 O papel da vegetação na regulação do clima em contextos urbanos e periurbanos	338
6 Quantificação de carbono estocado na vegetação da RBCV: comparação com as emissões de CO ₂ oriundo da queima de combustíveis fósseis pelo estado de São Paulo	339
7 Forças atuantes e tendências do serviço ecossistêmico de fixação de carbono e redução de emissões de GEE na RBCV: contribuição para o bem-estar humano	342
8 Tendências recentes da evolução de produção e consumo de energia pelo estado de São Paulo frente a legislações regulatórias e acordos regionais, nacionais e mundiais	347
Conclusões	352
Referências	353
Glossário	356

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Impactos generalizados atribuídos às Mudanças Climáticas Globais (MCG).
- Figura 2** Contribuições do IPCC para a ciência climática e a formulação de políticas.
- Figura 3** Checagem de realidade sobre MCG.
- Figura 4** Estimativa de emissões (brutas) brasileiras de GEE (bilhões de toneladas – Pg CO₂ eq, 1P = 10¹⁵) pelos setores de produção antrópica (período 1990-2017).
- Figura 5** Participações relativas (%) dos principais GEE nas estimativas das emissões (CO₂ eq) pelo Brasil (anos 2005, 2010 e 2016).
- Figura 6** Taxas de desmatamentos anuais (km² ano⁻¹) na Amazônia Legal (período 2008-2018).
- Figura 7** Tipos florestais naturais em seus estágios de crescimento e reflorestamento com gêneros exóticos (*Eucalyptus* e *Pinus*) compreendidos pela RBCV.
- Figura 8** Síntese das projeções climáticas para a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP.
- Figura 9** Avaliação qualitativa de possíveis impactos das mudanças de extremos de chuva na RMSP.
- Figura 10** Proporção (%) de consumo de energia no estado de São Paulo por categorias de fontes energéticas (período 1990-2008).
- Figura 11** Proporção (%) de consumo de energia no estado de São Paulo por fontes energéticas (período 1990-2008).
- Figura 12** Imagem de satélite e delimitação da RBCV em 1994 e em 2020.

QUADRO

- Quadro 1** Ecossistemas de carbono azul e a área marinha da RBCV.

TABELAS

- Tabela 1** Cenários de concentrações atmosféricas de Gases de Efeito Estufa – GEE e resultados simulados para variáveis ambientais (até 2100).
- Tabela 2** Linha do tempo detalhando a resposta internacional às Mudanças Climáticas Globais.
- Tabela 3** GEE mais comuns e respectivas atividades emissoras.
- Tabela 4** Principais GEE: suas concentrações atmosféricas em diferentes períodos, aumento desde a era pré-industrial e potencial de aquecimento.
- Tabela 5** Setores de produção antrópica e suas respectivas atividades.
- Tabela 6** Áreas (ha) dos tipos florestais de ocorrência na RBCV nos estágios de desenvolvimento maduro e em crescimento.
- Tabela 7** Classificação dos compartimentos florestais contedores de carbono.
- Tabela 8** Estoques de carbono nos compartimentos de sistemas florestais compreendidos na RBCV, em estágios maduro e em desenvolvimento.
- Tabela 9** Projeções para os principais efeitos esperados de temperaturas e fenômenos climáticos extremos em zonas urbanas.
- Tabela 10** Cenários de riscos, vulnerabilidades e impactos sobre o bem-estar humano para a RMSP.
- Tabela 11** Categorias e fontes de energia produzidas e consumidas no estado de São Paulo.

SIGLAS



ADP *Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action* (Grupo de Trabalho *ad hoc* para a Plataforma de Durban para a Ação Aprimorada)

APP Área de preservação permanente

Ar Argônio

AR Assessment Report

C Carbono

CFC Clorofluorcarbono

CIE Comércio Internacional de Emissões

CH₄ Metano

cm Centímetro

CMP *Meeting of the Parties* (Reunião das Partes do Protocolo de Quioto)

CO Monóxido de carbono

CO₂ Dióxido de carbono

CO₂ eq Equivalente em dióxido de carbono

COP *Conference of the Parties* (Conferência das Partes)

EUR *Emission Reduction Unit* (Unidade de Redução de Emissões)

FES Floresta Estacional Semidecidual

FO Floresta Ombrófila

FOD Floresta Ombrófila Densa

FOM Floresta Ombrófila Mista

GEE Gás de Efeito Estufa

G Giga (1 G = 10⁹)

ha Hectare

HFC Hidrofluorcarbonos

HCFC Hidroclorofluorcarbonos

IJ *Joint Implementation* (Implementação Conjunta)

INC *Intergovernmental Negotiating Committee* (Comitê Intergovernamental de Negociação)

INDC *Intended Nationally Determined Contributions* (Contribuições Pretendidas Nacionalmente Determinadas)

IPCC *International Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

km² Quilômetro quadrado

LULUCF *Land Use, Land Use Change, and Forestry* (Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Floresta)

M Mega (1 M = 10⁶)

MCG Mudanças Climáticas Globais

MDL Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

mm Milímetro

NDC *Nationally Determined Contributions* (Contribuições Nacionalmente Determinadas)

- NWP** *Nairobi Work Programme* (Programa de Trabalho de Nairobi)
- N** Nitrogênio
- N₂O** Óxido nitroso
- PAWP** *Paris Agreement Work Programme* (Programa de Trabalho do Acordo de Paris)
- PIB** Produto Interno Bruto
- PEMC** Política Estadual de Mudanças Climáticas
- PNMC** Política Nacional de Mudanças Climáticas
- PFC** Perfluorcarbonetos
- PNUMA** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- ppb** Partes por bilhão
- ppm** Partes por milhão
- O** Oxigênio
- O₃** Ozônio
- ODS** Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
- RBCV** Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo
- RCP** *Representative Concentration Pathway* (Trajetórias de Concentração Representativas)
- RMBS** Região Metropolitana da Baixada Santista
- RMSP** Região Metropolitana de São Paulo
- MR** *Methodology Report* (Relatório de Metodologia 2019 do IPCC)
- SBSTA** *Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice* (Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico)
- SF₆** Hexafluoreto de enxofre
- SO₂** Dióxido de enxofre
- spp** Várias espécies de determinado gênero, referente à classificação internacional de espécies
- SR15** *Special Report - Global Warming of 1.5°C* (Relatório Especial do IPCC: Aquecimento Global 1,5°C)
- SRCL** *Special Report Climate Change and Land* (Relatório Especial do IPCC: Mudanças Climáticas e Terra)
- SROCC** *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (Relatório Especial do IPCC sobre oceano e a criosfera em um clima em mudança)
- T** Tera (1 T = 10¹²)
- UE** União Européia
- UNEP** *United Nations Environmental Programme* (Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente)
- UNFCCC** *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima)
- WMO** *World Meteorological Organization* (Organização Meteorológica Mundial)



RESUMO

O efeito estufa é um fenômeno atmosférico natural caracterizado por retenções da energia solar incidente na biosfera, que condiciona temperaturas adequadas à sobrevivência das espécies animais e vegetais na Terra. Essas retenções ocorrem ao nível molecular de alguns gases presentes na atmosfera terrestre, os chamados gases de efeito estufa (GEE), cujo principal representante é o dióxido de carbono (CO_2). A problemática da temperatura começa a existir com a industrialização maciça do sistema produtivo (Revolução Industrial) no planeta, quando as emissões desses gases cresceram demasiadamente, tornando suas concentrações atmosféricas exponencialmente mais elevadas em relação aos níveis históricos até então. Como resultado houve o aumento de temperatura causando aquecimento da atmosfera e da superfície terrestre em escala global. Este capítulo objetivou estimar a estocagem de carbono (C) pela vegetação ocorrente na área compreendida pela RBCV, além do estudo de medidas e ações que contribuam para mitigar emissões e incrementar a fixação e estocagem em superfície dos GEE atmosféricos. A estocagem atual de carbono pelos tipos florestais em estágio maduro ocorrentes na área equivale a mais de meia década das emissões totais oriundas de combustíveis fósseis por todo o estado de São Paulo. Enquanto que as absorções atmosféricas pela vegetação em estágio de crescimento contribuem com a neutralização de 36% dessas emissões. Embora esses valores sejam expressivos, para se almejar nível de emissões compatíveis com regulações estabelecidas por legislações locais e nacionais e por tratados internacionais se faz necessário um conjunto de medidas e ações que representem reformulações do sistema produtivo. Principalmente a busca por geração de energias oriundas de fontes renováveis e mudanças de comportamento de vivência, sobretudo relativos a sistemas de transporte que priorizem a coletividade. Em região com característica metropolitana como a RBCV, práticas dessa natureza podem contribuir significativamente para que o Estado possa atingir metas de adequação ambiental no que se refere às mudanças climáticas.

1 | INTRODUÇÃO

A região que compreende a RBCV é composta por diferentes ecossistemas, incluindo florestas, mangues, restingas, cerrados e reflorestamentos; além de ambientes urbanos e área marinha. Cada um desses sistemas participa nos processos de fluxos de gases entre o ambiente terrestre e a atmosfera, seja pela emissão e/ou pela absorção destes.

A composição da atmosfera terrestre se dá majoritariamente pelos gases nitrogênio (N_2) (78%) e oxigênio (O_2) (21%) e todos os demais componentes são considerados gases traços, cujo mais abundante é o argônio (Ar) (0,93%). Outros numerosos gases traços desempenham importante papel sobre a regulação climática da atmosfera terrestre. Dentre esses estão inclusos os Gases de Efeito Estufa (GEE), ozônio (O_3) e seus precursores e os aerossóis. Os GEE são um grupo de gases com a capacidade de impactar o balanço energético na atmosfera terrestre. Uma minoria deles tem origem exclusivamente antropogênica: clorofluorcarbonos (CFC); hidroclorofluorcarbonos (HCFC); perfluorcarbonetos (PFC); hidrofluorcarbonos (HFC) e hexafluorido de enxofre (SF_6). Mas, a maioria: dióxido de carbono (CO_2); metano (CH_4) e óxido de nitrogênio (N_2O) tem origem antropogênica e natural (WMO, 2013).

O efeito estufa é um fenômeno natural ocasionado pela característica dos GEE em reter frações da radiação solar na atmosfera terrestre. Ao atingir a superfície terrestre, parte da radiação ultravioleta é refletida de volta à atmosfera na forma de radiação infravermelha. Os GEE presentes na atmosfera absorvem e refletem parte dessa radiação novamente em direção à superfície, formando ondas que repetem esse processo permitindo o aquecimento da Terra. Em decorrência desse fenômeno a temperatura média da superfície do planeta é mantida em cerca de 15°C, criando condições que possibilitam a existência da vida na Terra. Sem a ocorrência do efeito estufa, estima-se que a temperatura média global seria em torno de 33°C a menos que a temperatura atual (IPCC, 2013), de maneira que seria impossível

a existência de vida na forma de organismos superiores.

O balanço dos fluxos gasosos determina o caráter de uma região, que pode se configurar como emissora ou absorvedora de carbono, num sentido mais amplo ou global. Considerando as contabilizações líquidas, os aglomerados urbanos se apresentam como sistemas emissores, uma vez que os componentes com fluxo positivo (emissões) superam em muito aqueles com fluxo negativo (absorção). Neste caso, o principal processo de emissão ocorre mediante a queima de combustíveis fósseis, especialmente no uso de veículos e processos industriais. Enquanto as absorções ocorrem em escala diminuta, representada por manchas de arborização urbana, natural ou plantada. Por outro lado, ambientes florestais são sistemas absorvedores, já que embora desempenhem ambos os processos de emissão (decomposição) e absorção (fotossíntese), as florestas em processo de crescimento resultam em saldo positivo para a absorção.

Abrangendo integralmente a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Baixada Santista (RMBS) e, parcialmente, as Regiões Administrativas de Campinas, Registro, São José dos Campos e Sorocaba, a RBCV abriga importantes serviços ecossistêmicos proporcionados por diferentes formações vegetais e aquáticas. Esses serviços estão vinculados ao cotidiano da metrópole e são influenciados por vetores diretos e indiretos de alteração ambiental, gerados pelo mesmo aglomerado urbano.

O presente capítulo analisa componentes da dinâmica de fluxo de carbono (C) entre superfície e atmosfera para a área abrangida pela RBVC, e tem como objetivos apresentar uma estimativa de fixação e estocagem de carbono pelos seus ecossistemas florestais e alternativas para o melhor manejo desses ecossistemas, além de estudar alguns aspectos da geração e uso de energia pelo estado de São Paulo. Espera-se com isso contribuir para formulação de políticas públicas visando o melhor desenvolvimento do sistema produtivo no sentido de adequação ambiental e aumento da capacidade de absorção e fixação de carbono atmosférico nesse território.



2 | POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA GLOBAL, REGIONAL E LOCAL: CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS

A poluição atmosférica global pode ser compreendida como as atividades humanas que interferem nas mudanças climáticas e danificam a camada de ozônio. A mudança climática consiste em alteração de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que modifique a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural, observada ao longo de períodos comparáveis (UNFCCC, 1992).

Com o objetivo de fornecer aos formuladores de decisões avaliações científicas regulares sobre o estado atual do conhecimento sobre a mudança climática, em 1988 foi estabelecido o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*), como órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) para avaliar a ciência relacionada à mudança climática. Desde 1988, o IPCC realizou cinco ciclos de avaliação e entregou relatórios especiais e cinco Relatórios de Avaliação, os relatórios científicos mais abrangentes sobre mudanças climáticas produzidos mundialmente. O IPCC não realiza sua própria pesquisa, mas identifica onde há acordo na comunidade científica, onde existem diferenças de opinião e onde mais pesquisas são necessárias (IPCC, 2019).

O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC (AR1 - *First Assessment Report*, 1990), destacou a importância da mudança climática como um desafio com consequências globais e que requer cooperação internacional. Este relatório desempenhou papel decisivo na criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*), principal tratado internacional para reduzir o aquecimento global e lidar com as consequências da mudança climática. O Segundo Relatório de Avaliação (AR2 - *Second Assessment Report*, 1995), forneceu material importante para o período que antecedeu ao Protocolo de Quioto, primeiro tratado com metas de redução de GEE do mundo. O Terceiro Relatório de Avaliação (AR3 - *Third Assessment Report*, 2001) concentrou a

atenção nos impactos das mudanças climáticas e a necessidade de adaptação. O Quarto Relatório de Avaliação (AR4 - *Fourth Assessment Report*, 2007), estabeleceu o trabalho de base para um acordo pós-Quioto, concentrando-se em limitar o aquecimento a 2°C. O último relatório concluído, o Quinto Relatório de Avaliação (AR5 - *Fifth Assessment Report*), foi finalizado entre 2013 e 2014, sendo suas principais conclusões: a influência humana no sistema climático é clara; as recentes emissões antrópicas de GEE são as mais altas da história, com impactos generalizados sobre os sistemas humanos e naturais; a sociedade humana tem os meios para limitar a mudança climática e construir um futuro mais próspero e sustentável (IPCC, 2019).

O IPCC produziu recentemente um Relatório Metodológico sobre inventários nacionais de GEE, e três Relatórios Especiais: i) o Aquecimento Global de 1,5°C (IPCC, 2018); ii) um relatório sobre Mudança Climática e o Uso da Terra (IPCC, 2019c) e iii) um relatório sobre o Oceano e a Criosfera em contexto de Mudança Climática (IPCC, 2019d), concluídos em agosto e setembro de 2019, respectivamente. Adicionalmente, o IPCC está desenvolvendo o Sexto Relatório de Avaliação (AR6 - *Sixth Assessment Report*), composto por contribuições dos seus três Grupos de Trabalho (Grupo de Trabalho I - Base da Ciência Física; Grupo de Trabalho II - Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; Grupo de Trabalho III - Mitigação das Mudanças Climáticas) e um Relatório Síntese, que integrará essas contribuições em um documento conciso e adequado aos formuladores de políticas e outras partes interessadas. Os relatórios deste ciclo deverão ser finalizados até 2022, antecedendo a primeira avaliação global, procedimento previsto no Acordo de Paris que visa analisar a sua implementação e o progresso coletivo para alcançar o objetivo de 2°C. Com periodicidade de cinco anos, a primeira avaliação ocorrerá em 2023 (IPCC, 2019b; UNFCCC, 2015).

Em seu último relatório disponibilizado, o Quinto Relatório de Avaliação (AR5 - *Fifth Assessment Report*), o IPCC divulgou resultados de uma modelagem de quatro cenários simulados em relação às concentrações atmosféricas de GEE que poderiam ocorrer até 2100. Foram estimadas variáveis dos compartimentos atmosféricos e oceânicos, tais como balanço de radiação, temperatura do ar e nível do mar (IPCC, 2014).

Os modelos climáticos descritos na **Tabela 1** são representações matemáticas de processos importantes no sistema climático da Terra. Os cenários incluem um cenário de mitigação estrito (RCP2,6), dois cenários intermediários (RCP4,5 e RCP6,0) e um cenário com nível muito alto de emissões de GEE (RCP8,5). Os cenários são esforços adicionais para limitar as emissões (cenários de referência) e não levam em conta possíveis mudanças nos forçamentos naturais (como erupções vulcânicas). O conjunto padrão de cenários utilizados no AR5 recebe o nome de Trajetórias de Concentração Representativas (RCP – *Representative Concentration Pathway*).

Em todos os cenários de emissões avaliadas (**Tabela 1**) as projeções assinalam que a temperatura média global na superfície continuará aumentando ao longo do século XXI. É muito provável que as ondas de calor ocorram com maior frequência e tenham mais longa duração, e que os episódios de precipitações extremas sejam mais intensos e frequentes em muitas regiões. O oceano continuará em processo de aquecimento e acidificação, e o nível médio global do mar continuará em elevação. Em comparação com 1850-1900, as projeções sugerem que, provavelmente até o final do século XXI (2081-2100), a temperatura média global em superfície será superior a 1,5°C para os cenários RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5 (alto nível de confiança). É provável que a referida temperatura seja superior a 2°C para os cenários RCP6.0 e RCP8.5 (alto nível de confiança), mais provável do que improvável que seja superior a 2°C para

o cenário RCP4.5 (nível de confiança médio), mas é improvável que seja maior que 2°C para o cenário RCP2.6 (nível de confiança médio) (IPCC, 2014).

O aquecimento da atmosfera em nível global é resultado direto do aumento das concentrações atmosféricas dos GEE, apresentadas nos cenários prognosticados (IPCC, 2014). Dentre as consequências ambientais resultantes do aquecimento global destacam-se: derretimento de geleiras e expansão volumétrica das águas devido ao seu aquecimento, resultando em elevação dos níveis dos oceanos e subseqüentes erosões de áreas costeiras (com possibilidade de refluxo de águas marinhas). O Relatório do IPCC de 2007 já havia apontado aumento médio de 20 cm nos níveis dos oceanos até 2012 (IPCC, 2007a). O aquecimento de águas marinhas resulta em menor capacidade destas em absorver dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, além da possibilidade de elevação da acidez das águas.

Em relação às mudanças climáticas globais (MCG), existe 90% de certeza de que ocorrerá diminuição dos números de dias e noites frios e aumento dos dias e noites quentes, assim como é “extremamente provável” (95% de certeza) que mais da metade do aumento da temperatura global entre 1951 e 2010 tenha sido causada por influência das atividades antrópicas. É reconhecido que nos últimos quinze anos tenham ocorrido quedas na taxa de aquecimento global, pois a taxa média por década no período 1951-2012 foi 0,12°C, enquanto no período 1998-2012 essa taxa decadencial foi 0,05°C. Entretanto, ainda que as emissões de GEE fossem cessadas

Tabela 1 |
Cenários de concentrações atmosféricas de GEE e resultados simulados para variáveis ambientais (até 2100).
Fonte: IPCC (2014, p. 64).

Componentes analisados	Cenário	Período 2046-2065		Período 2081-2100	
		Média	Faixa provável	Média	Faixa provável
Alteração na temperatura média global na superfície (°C)	RCP2,6	1,0	0,4, a 1,6	1,0	0,3 a 1,7
	RCP4,5	1,4	0,9, a 2,6	1,8	1,1 a 2,6
	RCP6,0	1,3	0,8, a 1,8	2,2	1,4 a 3,1
	RCP8,5	2,0	1,4, a 2,6	3,7	2,6 a 4,8
Elevação do nível médio global do mar (m)	RCP2,6	0,24	0,17 a 0,32	0,40	0,26 a 0,55
	RCP4,5	0,26	0,19 a 0,33	0,47	0,32 a 0,63
	RCP6,0	0,25	0,18 a 0,32	0,48	0,33 a 0,63
	RCP8,5	0,30	0,22 a 0,38	0,63	0,45 a 0,82



imediatamente, muitos aspectos das MCG permanecerão por muitos séculos. Também é “muito provável” (90% de certeza) que mais de 20% do carbono emitido persistirá na atmosfera por mais de mil anos, até ser de alguma forma reabsorvido e fixado novamente em superfície (IPCC, 2014).

Alguns danos causados pelas MCG são qualificados como “severos” e “irreversíveis” (IPCC, 2014). Dentre diversas consequências da alteração do clima, pode-se destacar: América do Sul – ameaças de extinção de espécies e perda de biodiversidade, sobretudo na Amazônia; a quantidade de chuva no nordeste brasileiro pode diminuir

em mais de 80% nos próximos oitenta anos; Ásia – prejuízos à produção de grãos devido a estiagens, com relevante perda de produção para o seu maior produtor, a China; Continente australiano – maior incidência de incêndios, devido às secas; África – graves problemas de falta de água; Europa – enchentes em regiões do norte, devido ao derretimento de gelo na Groenlândia; seca e enchentes em outras regiões. Citam-se também problemas como necessidade de migração da agricultura para regiões mais frias, diminuição de água potável e de alimentos, com consequente aumento de preços (Figura 1).

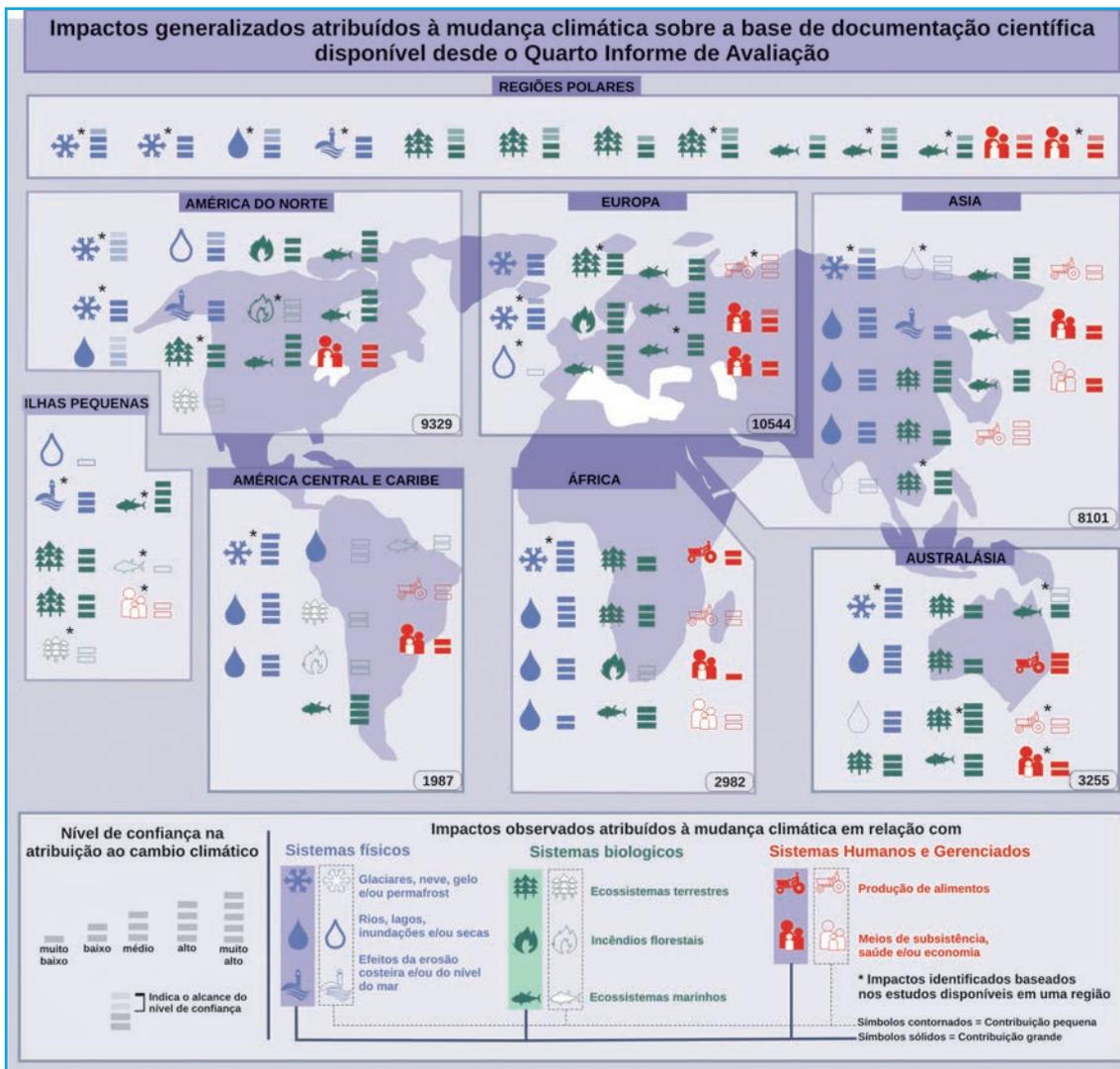


Figura 1 | Impactos generalizados atribuídos às MCG. Fonte: Adaptado de IPCC (2014, p. 7).

Nota: A partir de evidência científica, foram atribuídos impactos às mudanças climáticas, que refletem uma base de conhecimentos cada vez maior, ainda que as publicações sejam limitadas para muitas regiões, sistemas ou processos. Os símbolos indicam categorias de impactos atribuídos; relativa contribuição da mudança climática (grande ou pequena) ao impacto observado; e nível de confiança na atribuição. Cada símbolo representa uma ou mais entradas, de modo que se agrupam impactos conexos em escala regional. Os valores nos círculos se referem aos totais regionais de publicações sobre mudança climática de 2001 a 2010, segundo a base de dados bibliográfica Scopus para publicações em inglês em que o nome de um país se menciona no título, no resumo ou nas palavras-chaves (em julho de 2011). Estes dados proporcionam uma ideia geral da documentação científica disponível sobre mudança climática nas regiões. Os estudos relativos às regiões polares e às ilhas pequenas foram agrupados com as regiões continentais vizinhas. A inclusão de publicações para a avaliação da atribuição se ajustou aos critérios do IPCC sobre evidência científica; as publicações incluídas na análise de atribuições procedem de uma gama mais ampla de documentos avaliados.

Nos últimos decênios, as MCG têm causado impactos diretos nos sistemas naturais e humanos em todos os continentes e oceanos. Em muitas regiões, as alterações nas precipitações e derretimento de neve e gelo estão alterando os sistemas hidrológicos, o que afeta a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis. Muitas espécies terrestres, de água doce e marinha, têm modificado suas áreas de distribuição geográfica, bem como suas atividades estacionais, rotas migratórias, abundância e interação com outras espécies. Nos sistemas humanos também são observados impactos atribuídos à mudança climática, com destaque para o impacto negativo sobre o rendimento dos cultivos. Alguns impactos da acidificação dos oceanos nos organismos marinhos são imputados à influência humana.

Em seu Relatório sobre o aquecimento global de 1,5°C o IPCC (2018) concluiu que a temperatura média global na década anterior a 2015 era de 0,86°C acima dos níveis pré-industriais. No entanto, no período de 2014-2018, essa média se elevou para 1,04°C acima da linha de base pré-industrial. Os 20 anos mais quentes já registrados ocorreram nos últimos 22 anos, sendo que os quatro últimos foram os mais quentes de todos.

Mesmo que a dramaticidade projetada das consequências ambientais das MCG seja variável entre os especialistas que estudam e tratam o assunto e entre os cenários do IPCC, é praticamente consensual os apontamentos acerca das atitudes imediatas que se fazem necessárias, ao menos no sentido de prevenção de seu agravamento, quais sejam: *i*) redução das emissões de GEE, *ii*) cessação dos desmatamentos e *iii*) aumento proporcional da produção e consumo de fontes bioenergéticas em relação às fontes fósseis.

Muitas substâncias presentes na atmosfera podem ser consideradas impactantes do ponto de vista socioambiental, uma vez que seus efeitos trazem consequências diretas e indiretas ao equilíbrio dos fenômenos atmosféricos e superficiais, à saúde humana e animal e à conservação do patrimônio público.

Em decorrência do cenário futuro relacionado a esses impactos, o século XX foi marcado por discussões científicas, notadamente entre a década de 1980 e 1990, denotando que o aumento

da temperatura na Terra era resultado de uma conjugação da presença de GEE e do comprometimento de sistemas atuantes como sumidouros de dióxido de carbono (CO₂) (florestas e oceanos). A inserção das MCG como pauta política, tendo como ponto de partida o AR1, possibilitou a promoção de encontros governamentais para implementar uma regulamentação em nível global sobre a matéria, que deveriam abranger: *i*) políticas generalizadas de reflorestamento em toda a parte do mundo; *ii*) redução de gases CFC e halogênios, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O); *iii*) preservação do ozônio troposférico; e *iv*) adoção de política de combate ao desflorestamento, em particular nas florestas tropicais.

Esse quadro possibilitou a adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC, firmada em 1992.

3 | A CONVENÇÃO DO CLIMA E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE FIXAÇÃO DE CARBONO E REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

O combate à mudança do clima e seus impactos, por meio de ação multilateral, tem como base UNFCCC, sob a qual foram negociados os principais tratados internacionais sobre mudança do clima, a exemplo do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 1997; UNITED NATIONS TREATY COLLECTION, 2019a) e do Acordo de Paris (UNFCCC, 2015; UNITED NATIONS TREATY COLLECTION, 2019b). A Convenção foi acordada e adotada pelo Comitê Intergovernamental de Negociação para uma Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change*) e aberta para assinatura durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (UNITED NATIONS TREATY COLLECTION, 2019c).

Em vigor em 21 de março de 1994, a UNFCCC foi o ponto de partida para o desenvolvimento de um regime internacional de mudanças climáticas, que visa o clima como uma unidade



conceitual a ser protegido por normas internacionais *ad hoc* (SOARES, 2001). A UNFCCC foi assinada pelo Brasil em 4 de junho de 1992 e ratificada em 29 de fevereiro de 1994 (UNITED NATIONS TREATY COLLECTION, 2019c), sendo promulgada em 1998 (BRASIL, 1998). Atualmente, a Convenção do Clima conta com

197 partes (UNITED NATIONS TREATY COLLECTION, 2019c).

A UNFCCC (1992) estabelece a estreita cooperação com o IPCC, para assegurar que o Painel possa responder à necessidade de conselhos científicos e técnicos objetivos. Esta atuação conjunta é ilustrada na **Figura 2**.

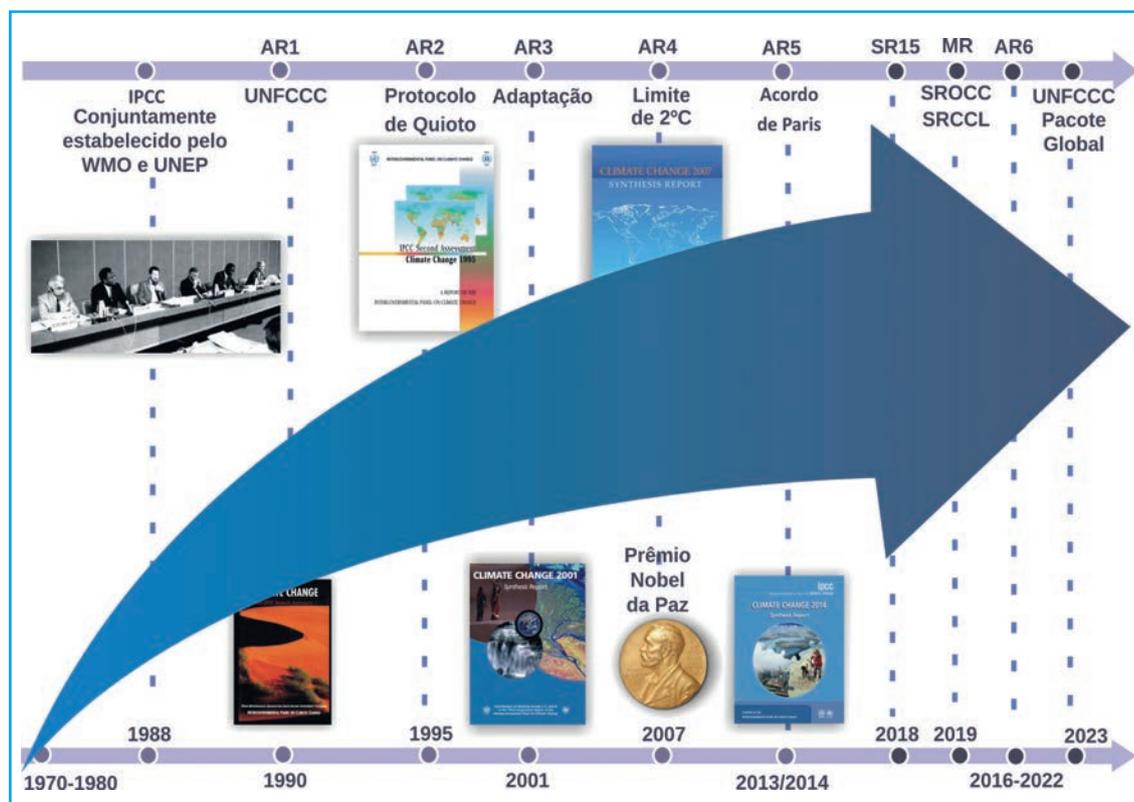


Figura 2 | Contribuições do IPCC para a ciência climática e a formulação de políticas. Fonte: IPCC (2019b).

Nota: **AR1**: Primeiro Relatório de Avaliação; **AR2**: Segundo Relatório de Avaliação; **AR3**: Terceiro Relatório de Avaliação; **AR4**: Quarto Relatório de Avaliação; **AR5**: Quinto Relatório de Avaliação; **AR6**: Sexto Relatório de Avaliação; **UNEP**: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente; **UNFCCC**: Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas; **WMO**: Organização Meteorológica Mundial; **MR**: Relatório de Metodologia 2019 - Refinamento das Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa; **SR15**: Aquecimento Global de 1,5°C, relatório especial do IPCC sobre o aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e fontes de emissão de GEE relacionadas, no contexto de fortalecimento das respostas globais à ameaça da mudança climática, e desenvolvimento de esforços para erradicar a pobreza; **SRCL**: Mudanças Climáticas e Terra, relatório especial do IPCC sobre mudança climática, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de GEE em ecossistemas terrestres; **SROCC**: Relatório especial sobre o oceano e a criosfera em um clima em mudança.

Em um instantâneo dos desafios relacionados às mudanças climáticas e aos riscos de desastres enfrentados pela UNFCCC, destacam-se: *i*) a década de 2010 tem sido a mais quente já registrada em 160 anos de monitoramento; *ii*) o Ártico atualmente tem menos de um terço do gelo que tinha em 1980; *iii*) a humanidade assiste a um aumento significativo no clima extremo e nos eventos climáticos, esses eventos danificam infraestruturas e afetam também o bem-estar humano – duas

ondas de calor na Europa, em 2003 e 2010, provocaram cerca de 66 mil e 50 mil mortes, respectivamente; *iv*) se as emissões globais continuarem sem interrupção, a Terra está a caminho de cerca de 5°C de aquecimento, perto de 10°C no Ártico (WRI, 2011). A **Figura 3** ilustra uma verificação da realidade sobre as mudanças climáticas.

A principal meta da UNFCCC é a estabilização da concentração de GEE na atmosfera de forma a prevenir níveis nocivos de interferência

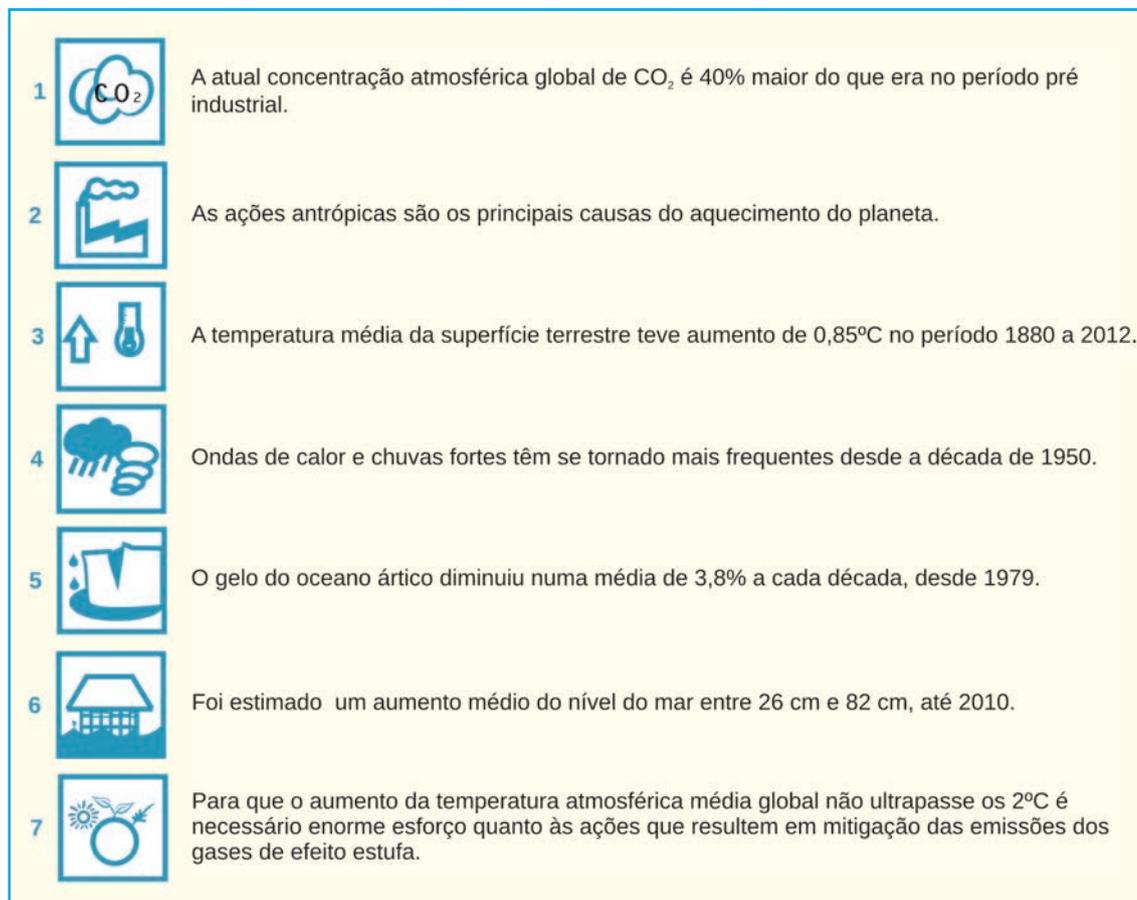


Figura 3 |
Checagem
de realidade
sobre mudança
climática.
Fonte: Adaptado
de IPCC (2013).

antropogênica no sistema climático. Para isso, a Convenção estabelece um quadro com princípios amplos, obrigações gerais, arranjos institucionais básicos, e um processo intergovernamental para acordar ações específicas ao longo do tempo (UNFCCC, 2020).

Esse processo consiste na reunião que ocorre anualmente entre os governos signatários da Convenção, nas chamadas Conferências das Partes (*COP- Conference of the Parties*), cujos objetivos incluem monitorar o cumprimento das obrigações dos países e dar prosseguimento às discussões sobre o combate à mudança do clima (UNFCCC, 2020). A primeira COP ocorreu em Berlim, no ano de 1995 (SOUZA e CORAZZA, 2017; UNFCCC, 2020). Dois anos depois, no Japão, foi adotado o Protocolo de Quioto (*Kyoto Protocol*) (UNFCCC, 1997), que estabeleceu metas compulsórias de redução de emissões de GEE para os países maiores emissores, com isso categorizando as Partes em países do

Anexo I (países industrializados de renda alta com maiores emissões) e Não-Anexo I (o restante dos países).

O primeiro período de compromisso do Protocolo iniciou em 2008 e finalizou em 2012. O segundo período de compromisso começou em 1º de janeiro de 2013, com término previsto para 2020.

Após anos de negociação entre as Partes, a COP-21, realizada em 2015 (Paris, França), adotou o Acordo de Paris (*Paris Agreement*), principal tratado em vigência para a mitigação da mudança do clima e seus efeitos (UNFCCC, 2015). Em 2018 foi realizada em Katowice (Polônia) a COP-24 que representou o fim das negociações para o Programa de Trabalho do Acordo de Paris (*PAWP - Paris Agreement Work Programme*) (UNFCCC, 2020).

Os principais marcos na evolução da política climática internacional são apresentados na **Tabela 2**.



Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
1988	A Organização Mundial de Meteorologia (<i>World Meteorological Organization – WMO</i>) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (<i>United Nations Environment Programme – UNEP</i>) estabeleceram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC</i>). As avaliações do IPCC se mantêm como base científica para as negociações internacionais, ao mesmo tempo em que fornecem informações fundamentais para o gerenciamento do risco de eventos extremos.
1990	É divulgado o primeiro relatório de avaliação do IPCC (<i>First Assessment Report – AR1</i>), relatando que as emissões resultantes das atividades humanas estavam aumentando substancialmente as concentrações atmosféricas de GEE.
1990	A Assembléia Geral da ONU estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação (<i>Intergovernmental Negotiating Committee – INC</i>) para uma Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima. O INC realizou cinco sessões em que mais de 150 Estados discutiram compromissos vinculantes, metas e cronogramas para redução de emissões, mecanismos financeiros, transferência de tecnologia e responsabilidades comuns porém diferenciadas de países desenvolvidos e em desenvolvimento.
1992	O texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (<i>United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC</i>) é adotado em maio na sede das Nações Unidas, em Nova York.
1992	A UNFCCC é aberta para assinatura na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro (<i>Earth Summit</i>), reunindo o mundo para reduzir as emissões de GEE e se adaptar às mudanças climáticas. A UNFCCC tem duas convenções irmãs também adotadas no Rio, a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação.
1994	Em 21 de março de 1994 a UNFCCC entra em vigor. Os países que assinam o Tratado são conhecidos como “Partes”. Com 196 signatários, a UNFCCC tem adesão quase universal. As partes se reúnem anualmente na Conferência das Partes (<i>Conference of the Parties – COP</i>) para negociar respostas multilaterais às mudanças climáticas.
1995	COP 1 – Berlim, Alemanha. Na primeira COP as Partes concordaram que os compromissos assumidos eram “inadequados” para atender aos objetivos da Convenção. O Mandato de Berlim estabelece um processo para negociar compromissos reforçados para os países desenvolvidos, constituindo as bases para o Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>).
1996	O Secretariado da UNFCCC muda de Genebra para sua atual sede em Bonn, que se torna um centro internacional de sustentabilidade ao abrigar 18 organizações da ONU e empregar cerca de mil funcionários, dos quais a UNFCCC é a maior organização.
1997	COP 3 – Quioto, Japão. A Terceira Conferência das Partes alcança um marco histórico com a adoção do Protocolo de Quioto, o primeiro tratado de redução de GEE do mundo.
2001	É divulgado o Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (<i>Third Assessment Report – AR3</i>).
2001	COP 6 – Bonn, Alemanha. É alcançado um grande avanço na segunda parte da COP 6 em Bonn, com as Partes chegando a um amplo acordo político sobre o conjunto de regras operacionais para o Protocolo de Quioto de 1997.
2001	COP 7 – Marrakesh, Marrocos. Negociação dos Acordos de Marrakesh em preparação para a ratificação do Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>). Tem-se a formalização de acordo sobre regras operacionais para o Comércio Internacional de Emissões (<i>International Emissions Trading</i>), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (<i>Clean Development Mechanism</i>) e a Implementação Conjunta (<i>Joint Implementation</i>), juntamente com um regime de conformidade e procedimentos contábeis.
2005	O Esquema de Comércio de Emissões da União Européia (<i>European Union Emissions Trading Scheme</i>), primeiro e maior esquema de comércio de emissões do mundo, é lançado como um importante pilar da política climática da União Europeia (UE). As instalações regulamentadas pelo regime são coletivamente responsáveis por quase metade das emissões de dióxido de carbono (CO ₂) da UE.
2005	O Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>) entra em vigor com a ratificação da Rússia.
2005	COP 11 – Montreal, Canadá. Após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>), a COP 11 é realizada, pela primeira vez, em conjunto com a primeira COP na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo de Quioto (<i>Meeting of the Parties – CMP 1</i>).
2006	O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (<i>Clean Development Mechanism</i>), um mecanismo fundamental sob o Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>), é aberto para negociações.

Tabela 2 |
Linha do tempo detalhando ações da ONU quanto ao estabelecimento de medidas em relação às Mudanças Climáticas Globais. Fonte: Elaboração própria. Com base em UNFCCC (2019). (continua...)

Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
2006	COP 12 – Nairobi, Quênia. O Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (<i>Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice – SBSTA</i>) está encarregado de realizar um programa para abordar impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática. É desenvolvido o Programa de Trabalho de Nairobi (<i>Nairobi Work Programme – NWP</i>).
2007	Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (<i>Fourth Assessment Report – AR4</i>) é divulgado. A ciência do clima entrou na consciência popular.
2007	COP 13 – Bali, Indonésia. Foi adotado o Roteiro de Bali (<i>Bali Road Map</i>), incluindo o Plano de Ação de Bali (<i>Bali Action Plan</i>), que traça o caminho para um novo processo de negociação para lidar com as mudanças climáticas. O Plano tem cinco categorias principais: visão compartilhada, mitigação, adaptação, tecnologia e financiamento.
2008	Tem início o mecanismo do Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>) “Implementação Conjunta” (<i>Joint Implementation</i>). Isso permite que um país com um compromisso de redução ou limitação de emissões sob o Protocolo ganhe unidades de redução de emissões (<i>Emission Reduction Units – ERUs</i>) de um projeto de redução de emissões ou remoção de emissões em outro país com compromissos semelhantes.
2008	COP 14 – Poznan, Polônia. Progresso nas negociações para ajudar os países em desenvolvimento, incluindo o lançamento do Fundo de Adaptação (<i>Adaptation Fund</i>) no âmbito do Protocolo de Quioto (<i>Kyoto Protocol</i>) e o Programa Estratégico de Transferência de Tecnologia de Poznan (<i>Poznan Strategic Programme on Technology Transfer</i>).
2009	COP 15 – Copenhague, Dinamarca. Estabelecimento do Acordo de Copenhague (<i>Copenhagen Accord</i>). Os países desenvolvidos prometem até U\$ 30 bilhões em financiamento de início rápido para o período 2010-2012. Posteriormente, as Partes enviaram compromissos de redução de emissões ou promessas de medidas de mitigação, todos não vinculantes.
2010	COP 16 – Cancun, Caribe. Foram ajustados os Acordos de Cancun (<i>Cancun Agreements</i>), um pacote abrangente para ajudar as nações em desenvolvimento a lidar com as mudanças climáticas. Destaca-se o Fundo Verde para o Clima (<i>Green Climate Fund</i>), o Mecanismo Tecnológico (<i>Technology Mechanism</i>) e o Marco de Adaptação de Cancun (<i>Cancun Adaptation Framework</i>).
2011	COP 17 – Durban, África do Sul. Lançamento do Momento para a Mudança (<i>Momentum for Change</i>), iniciativa da UNFCCC que lança luz sobre a ação climática inovadora e transformadora realizada em todo o mundo. Durante a COP 17 as Partes se comprometem com um novo acordo universal sobre mudanças climáticas até 2015 para o período após 2020, levando ao lançamento do Grupo de Trabalho <i>Ad Hoc</i> para a Plataforma de Durban para Ação Aprimorada (<i>Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action or ADP</i>).
2012	COP 18 – Doha, Catar. As Partes concordam em trabalhar rapidamente em direção a um acordo universal sobre mudanças climáticas até 2015 e encontrar maneiras de aumentar os esforços antes de 2020, além das promessas existentes de reduzir as emissões. Também foi adotada a Emenda de Doha (<i>Doha Amendment</i>) ao Protocolo de Quioto pelo CMP 8, que lançou um segundo período de compromisso.
2013	O IPCC divulga a contribuição do Grupo de Trabalho 1 para seu Quinto Relatório de Avaliação (<i>Fifth Assessment Report – AR5</i>), sobre a ciência das mudanças climáticas.
2013	COP 19 – Varsóvia, Polônia. As principais decisões adotadas na COP 19 / CMP 9 incluem decisões sobre o avanço da Plataforma de Durban (<i>Durban Platform</i>), do Fundo Verde para o Clima e do Financiamento de Longo Prazo (<i>Green Climate Fund and Long-Term Finance</i>), do Marco de Varsóvia para REDD Plus (<i>Warsaw Framework for REDD Plus</i>) e do Mecanismo Internacional para Perdas e Danos de Varsóvia (<i>Warsaw International Mechanism for Loss and Damage</i>). Sob a Plataforma de Durban, as Partes concordaram em enviar “Contribuições Pretendidas Determinadas Nacionalmente” (<i>Intended Nationally Determined Contributions – INDCs</i>), bem antes da Conferência de Paris.
2014	A UNFCCC celebra o seu 20º aniversário em março de 2014.
2014	O IPCC divulga a contribuição do Grupo de Trabalho 2 para seu Quinto Relatório de Avaliação (<i>Fifth Assessment Report – AR5</i>) sobre impactos, adaptação e vulnerabilidade.
2014	<i>Climate Summit 2014 – Catalyzing Action</i> – Nova York, EUA. A ONU sediou uma cúpula do clima, convocando chefes de Estado e governos, empresas, finanças, sociedade civil e líderes locais para mobilização sobre mudança climática antes da COP 21, em Paris (2015).
2014	COP 20 – Lima, Peru. As partes adotaram o <i>Lima Call for Action</i> , que elaborou os principais elementos do Acordo de Paris (<i>Paris Agreement</i>).

Tabela 2 |

Linha do tempo detalhando ações da ONU quanto ao estabelecimento de medidas em relação às Mudanças Climáticas Globais. Fonte: Elaboração própria. Com base em UNFCCC (2019). (continua...)



Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
2015	COP 21 – Paris, França. Adoção do histórico Acordo de Paris (<i>Paris Agreement</i>). Em 12 de dezembro de 2015, 195 países concordaram em combater as mudanças climáticas e implementar ações e investimentos para um futuro de baixo carbono, resiliente e sustentável. O Acordo de Paris, pela primeira vez, traz todas as nações em uma causa comum baseada em seus históricos, atuais e futuras responsabilidades. O Acordo entrou em vigor em novembro de 2016.
2016	COP 22 – Marrakech, Marrocos. Lançamento da parceria de Marrakech para a Ação Climática Global (<i>Marrakech Partnership for Climate Action</i>). Um resultado crucial da Conferência do Clima em Marrakech foi avançar na redação do livro de regras do Acordo de Paris (<i>Paris Agreement</i>).
2017	COP 23 – Bonn, Alemanha. A UNFCCC foi realizada na cidade sede do Secretariado da Convenção e foi a primeira COP presidida por um pequeno Estado insular em desenvolvimento (Fiji).
2018	COP 24 – Katowice, Polônia. Conclusão das negociações para o Programa de Trabalho do Acordo de Paris (<i>PAWP - Paris Agreement Work Programme</i>). Também chamado de “Pacote Climático de Katowice”, apresenta um conjunto de diretrizes para guiar a concretização do acordo e operacionalização do seu regime climático. A sua adoção pelas Partes marca o início da fase de implementação, o que possibilita ações efetivas de combate à mudança climática no âmbito do acordo.
2019	COP - 25 - Realizada sob a Presidência do Governo do Chile com apoio logístico do Governo da Espanha. Um objetivo principal da COP 15 era concluir vários assuntos relacionados à operacionalização total do Acordo de Mudança Climática de Paris. Embora com importantes progressos, em especial no setor privado, a comunidade internacional perdeu a oportunidade para mostrar maior ambição em mitigação, adaptação e financiamento para enfrentar a crise climática.

Tabela 2 | Linha do tempo detalhando ações da ONU quanto ao estabelecimento de medidas em relação às Mudanças Climáticas Globais. Fonte: Elaboração própria. Com base em UNFCCC (2020).

É importante observar que os esforços de combate à mudança do clima podem ter maior impacto se forem entendidos em conjunto com o desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030, e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem planos de ação estabelecidos pela ONU para guiar os governos e a sociedade na busca de soluções para os problemas atuais de forma sustentável, incluindo os desafios relacionados à pobreza, desigualdade, degradação ambiental, prosperidade, paz e justiça e clima (UNITED NATIONS, 2015; 2019).

A ação climática, indicada como ODS-13, se relaciona direta e indiretamente com outros ODS em decorrência da mudança climática afetar todos os países em todos os continentes, com sérias perturbações nas economias nacionais, na vida das pessoas e nos sistemas naturais. As pessoas mais pobres e vulneráveis são as mais afetadas pelas alterações dos padrões climáticos (UNITED NATIONS, 2019).

Como as atividades de uso da terra podem resultar tanto em emissões de GEE para a atmosfera como em sua remoção, a ocupação do território desempenha um importante papel nos ciclos climáticos. A UNFCCC reconhece que o uso da terra pode contribuir significativamente para a mitigação das mudanças climáticas, inclusive através

da promoção do manejo sustentável de florestas e oceanos, bem como de outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos (UNFCCC, 2019).

A taxa de acumulação de dióxido de carbono na atmosfera pode ser reduzida com a fixação deste gás na vegetação e nos solos dos ecossistemas terrestres. Para a UNFCCC, qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um GEE da atmosfera é chamado de sumidouro. As atividades humanas impactam os sumidouros terrestres, através das atividades de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Floresta (*LULUCF – Land Use, Land Use Change, and Forestry*), consequentemente, a troca de dióxido de carbono (ciclo de carbono) entre o sistema terrestre da biosfera e a atmosfera é alterada (UNFCCC, 2019).

O papel das atividades LULUCF na mitigação da mudança climática é reconhecido a muito tempo. As florestas apresentam um estoque global significativo de carbono acumulado através do crescimento de árvores e aumento no carbono do solo (UNFCCC, 2019). A Avaliação Global dos Recursos Florestais de 2015 estima que as florestas do mundo e outras áreas arborizadas armazenam mais de 458 gigatoneladas (1 Gt = 1 bilhão de toneladas) de carbono, sendo 260 Gt na biomassa (53%), 37 Gt em madeira morta (8%) e 189 Gt no solo (39%) (FAO, 2016).

4 | SETORES ANTRÓPICOS DE PRODUÇÃO E EMISSÃO DE GEE: FOCO NACIONAL

Os GEE são os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e/ou antrópicos, que absorvem e emitem radiação infravermelha, aquecendo, dessa forma, a atmosfera e a superfície do planeta. Os GEE mais comuns são o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e os halogenados, cujas principais atividades antrópicas emissoras são a produção e o consumo de bens industriais e agrícolas (**Tabela 3**). A intensificação do efeito estufa é resultado da elevação nas concentrações atmosféricas desses gases. Suas concentrações e forçamentos radioativos têm aumentado desde a revolução industrial, mais marcadamente nas últimas décadas. Dentre os GEE aquele de maior importância é o dióxido de carbono (CO_2) responsável por aproximadamente 77% das emissões globais totais (IPCC, 2007a; 2007b).

Ainda que outros gases sejam produzidos pelo processo de combustão, incluindo o monóxido de carbono (CO); como o dióxido de carbono é o principal gás produzido durante a oxidação completa (queima) de combustíveis, os estudos de emissões de carbono ou de GEE, de maneira geral, expressam valores em unidades equivalentes em CO_2 .

O dióxido de carbono (CO_2) também é responsável por 64% do aumento do forçamento radioativo global medido em 2010 e comparado à era pré-industrial (1750). Tomando como base aquele ano de medição, ele é responsável por 85% do aumento do forçamento radioativo das duas últimas décadas, e por 81% do aumento dos últimos cinco anos. Até a revolução industrial, em meados do século XVIII, a concentração atmosférica de CO_2 permaneceu quase constante. Desde então, essa concentração aumentou 39% até 2010, primariamente, devido à queima de combustíveis fósseis, desmatamento e mudanças de uso da terra. O metano (CH_4) contribuiu com 18% do aumento do forçamento radioativo global e é o segundo GEE mais importante. Desde a era pré-industrial sua concentração atmosférica se elevou em 158%. O óxido nitroso (N_2O) contribuiu com 6% do aumento do forçamento radioativo global, e é o terceiro GEE mais importante. Sua concentração atmosférica se elevou em 20% (**Tabela 4**).

Embora apresente menor potencial de aquecimento, o dióxido de carbono (CO_2) ocorre em concentrações atmosféricas muito mais elevadas do que todos os outros GEE. Enquanto sua concentração ocorre em “ppm” (partes por milhão), os demais GEE são expressos em “ppb” (partes por bilhão). Por este motivo é considerado como gás de maior relevância para o efeito estufa e, portanto, é estrategicamente fundamental conhecer

Tabela 3 |

Gases de Efeito Estufa (GEE) mais comuns e respectivas atividades emissoras.

Fonte: Adaptado de Protocolo do Quioto - Anexo A (UNFCCC, 1997).

GEE	Atividades emissoras
Dióxido de Carbono (CO_2)	Uso de combustíveis fósseis, desflorestação e mudanças de uso da terra.
Metano (CH_4)	Produção e consumo de energia (incluindo biomassa), atividades agrícolas, resíduos sanitários e águas residuais.
Óxido nitroso (N_2O)	Uso de fertilizantes, produção de ácidos, queima de biomassa e de combustíveis fósseis.
Halogenados hidrofluorcarboneto (HFC) perfluorcarboneto (PFC) hexafluoreto de enxofre (SF_6)	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.

Tabela 4 | Principais GEE: suas concentrações atmosféricas em diferentes períodos, aumento desde a era pré-industrial e potencial de aquecimento.

Fonte: adaptado de WMO (2010).

GEE	2010	Aumento desde a era pré-industrial	1991 a 2000	2001 a 2010	Potencial de aquecimento global
Dióxido de Carbono – CO_2	389 ppm	39%	361 ppm	380 ppm	1
Metano – CH_4	1808 ppb	158%	1.758 ppb	1.790 ppb	21
Óxido nitroso – N_2O	323 ppb	20%	313 ppb	320 ppb	310

Nota: ppm = partes do gás, em volume, por milhão de partes do ar seco.



e desenvolver atividades que contribuam para a diminuição de sua concentração na atmosfera.

Estimativas das emissões de GEE pelo Brasil mostraram uma mudança de cenário em relação à participação dos setores produtivos emissores desses gases. O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) classificou cinco setores produtivos como emissores para o período entre 1990 e 2014 (*Energia; Agropecuária; Processos industriais; Tratamento de resíduos; e Uso da terra e florestas;*) (Tabela 5). Até 2008 o setor “uso da terra e florestas” liderou o ranqueamento das emissões de GEE (dióxido de carbono equivalente – CO₂ eq) seguido pelos setores “agropecuária”, “energia”, “processos industriais” e “tratamento de resíduos”.

A partir de 2009 os setores “agropecuária” e “energia”, juntos, passaram a emitir quantidades de GEE equivalentes a “uso da terra e florestas” (Figura 4). Do início das estimativas até 2004, todos os setores apresentaram aceleração nas quantidades totais emitidas. A partir de 2005, o setor “uso da terra e florestas” passou a diminuir suas emissões, enquanto os demais mantiveram a tendência em ritmo crescente. “Energia”, “tratamento de resíduos” e “agropecuária”, nesta ordem, foram os setores que mantiveram maiores ritmos de crescimento das emissões até 2017.

Entre os anos 1990 e 1995 houve aumento de 69% das emissões brasileiras de GEE. Este resultado está diretamente relacionado ao

aumento do desmatamento no período, sobretudo no ano 1995 (Figura 4). Em 1990 a estimativa das emissões totais (CO₂ eq) pelo país foi 2,1 bilhões de toneladas (Pg), atingindo em 1995 o pico de 3.035 Tg para o quinquênio. Em 2004 as emissões atingiram a maior estimativa registrada no período (3,8 Pg) voltando a decrescer no ano seguinte (3,0 Pg) até atingir níveis estáveis entre 2009 e 2017, com 2,1 Pg para este último ano de avaliação.

Essa alteração das participações relativas dos setores nas emissões do país refletiu de maneira semelhante nas participações relativas de cada tipo de GEE (Figura 5). Em 2005, a maior proporção de emissão ocorreu para o dióxido de carbono (CO₂) (72,9%), seguido do metano (CH₄) (18,5%) e do óxido nitroso (N₂O) (8,3%), restando cerca de 0,3% para a participação de outros GEE. Diferentemente, em 2010 houve diminuição da participação de dióxido de carbono (CO₂) e aumento das participações de metano (CH₄) óxido nitroso (N₂O), com as seguintes proporções: CO₂ (57,3%); CH₄ (28,3%) e N₂O (13,9%) e 0,5% para outros GEE. Em uma avaliação mais abrangente para o período 1970-2016 sobre os GEE no Brasil e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris, as emissões desses gases foram estimadas considerando os fatores de conversão para CO₂ eq no formato GWP. A Figura 5 retrata essas participações relativas em diferentes períodos,

Setor produtivo	Atividade
Energia	Emissões pela queima de combustíveis e emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral. As emissões de dióxido de carbono (CO ₂) devido ao processo de redução nas usinas siderúrgicas foram consideradas no setor de Processos Industriais.
Agropecuária	Emissões devido à fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas.
Processos industriais	Emissões resultantes dos processos produtivos das indústrias e que não são resultados da queima de combustíveis. Subsetores: produtos minerais, metalurgia e química, além da produção e consumo de hidrofluorcarboneto (HFC) e hexafluoreto de enxofre (SF ₆).
Tratamento de resíduos	Emissões pela disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgotos, tanto doméstico/comercial quanto industrial, além das emissões pela incineração de resíduos e pelo consumo humano de proteínas.
Uso da terra e florestas	Emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono (C), seja da biomassa aérea, seja do solo, considerando-se todas as transições possíveis entre diversos usos; emissões de dióxido de carbono (CO ₂) por aplicação de calcário em solos agrícolas e emissões de metano (CH ₄) e óxido nitroso (N ₂ O) pela queima de biomassa nos solos. O crescimento da vegetação em áreas consideradas manejadas gera remoções de dióxido de carbono (CO ₂).

Tabela 5 | Setores de produção antrópica e suas respectivas atividades emissoras de GEE. Fonte: Elaboração própria, com base em MCTI (2017).

ainda que as estimativas entre as fontes não sejam comparáveis entre si pelo fato de usarem

padrões distintos (MCTI, 2013; OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2018).

Figura 4 | Estimativa de emissões (brutas) brasileiras de GEE (bilhões de toneladas – Pg CO₂ eq 1P = 10¹⁵) pelos setores de produção antrópica (1990-2017).
 Legenda: ENG = energia; AGP = agropecuária; PIN = processos industriais; TRS = tratamento de resíduos; e UTF = uso da terra e florestas. Fonte: Elaboração própria. Com base em MCTI (2017).

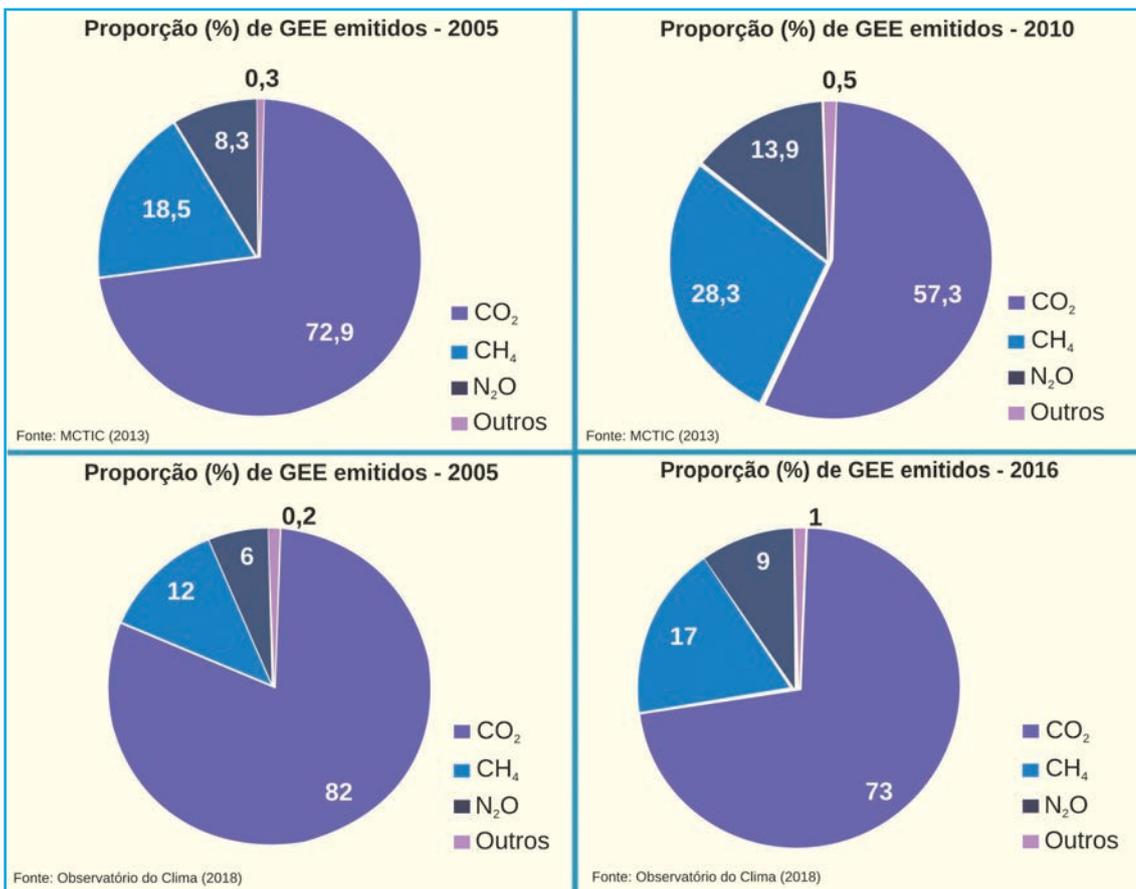
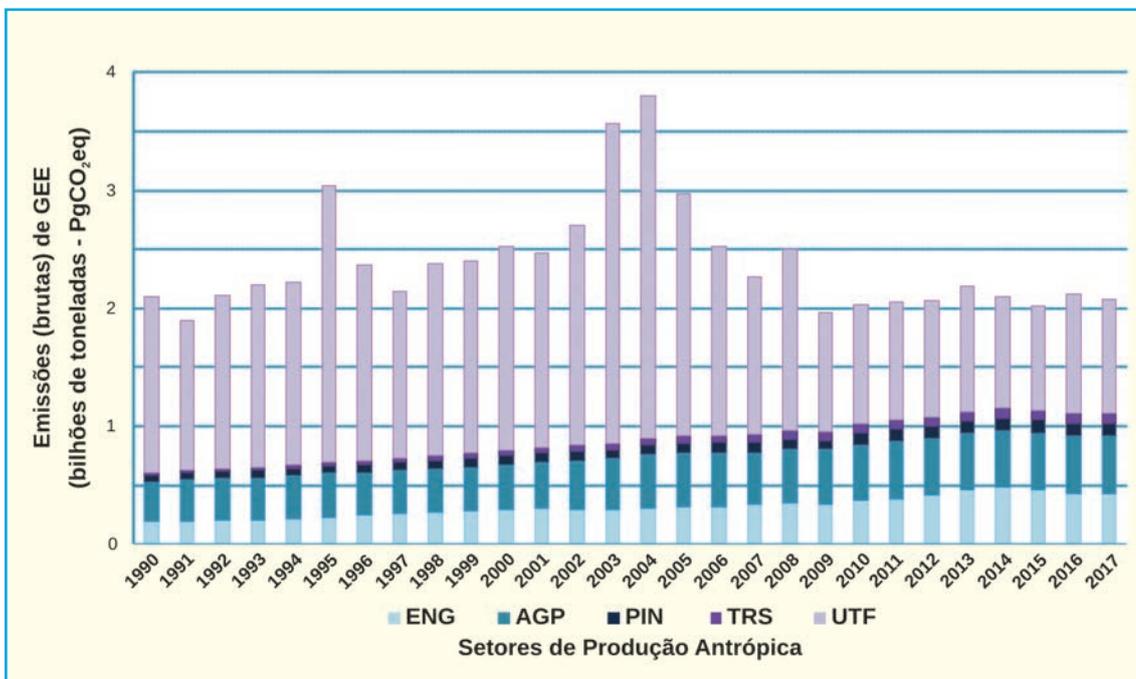


Figura 5 | Participações relativas (%) dos principais GEE nas estimativas das emissões (CO₂ eq) (2005, 2010 e 2016) pelo Brasil. Fonte: Adaptado de MCTI (2013); Observatório do Clima (2018).

Nota: Observatório do Clima (2018) utiliza como padrão os fatores de conversão para carbono equivalente no formato GWP presente do Quinto Relatório do IPCC (AR5 – Fifth Assessment Report), padrão mais atual. Fonte: MCTI (2017).



A diminuição relativa de dióxido de carbono (CO_2) e consequente aumento relativo de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) decorre da natureza das atividades de cada setor. Enquanto em “*uso da terra e florestas*” o gás mais emitido é o dióxido de carbono (CO_2), em “*agropecuária*” este é emitido em proporções diminutas comparativamente ao metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

É importante destacar que a diminuição das estimativas de emissões pelo setor “*uso da terra e florestas*” no Brasil é decorrente da redução de desmatamentos na Amazônia Legal, que abrange nove Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos estados de Mato Grosso, Tocantins e Maranhão. Desde 1988 o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE realiza o monitoramento, com levantamentos anuais da área desmatada na região (Figura 6).

Entre 1988 e 1991 houve queda das taxas de desmatamento, diminuindo de 21 mil para 11 mil $\text{km}^2 \text{ ano}^{-1}$. Porém, a partir de 1992 iniciou-se a tendência de crescimento, atingindo 29 e 28 mil km^2 em 1995 e 2004, respectivamente. A partir de 2005 as taxas de desmatamento voltaram a diminuir e em 2009 ocorreu, pela primeira vez nessa série histórica, uma taxa de desmatamento abaixo de 10 mil $\text{km}^2 \text{ ano}^{-1}$, tendência que prosseguiu até 2012 – único ano cuja estimativa ficou abaixo de 5 mil km^2 . Entretanto, em 2013 ocorreu o preocupante aumento da área desmatada em relação ao ano anterior, atingindo quase 6 mil km^2 ; nos anos seguintes as áreas desmatadas

variaram entre 5.012 km^2 para 2014 e 7.900 km^2 em 2015 (INPE, 2019).

Estes resultados e estimativas relacionadas às emissões de GEE no Brasil se inserem no âmbito da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Instituída com o objetivo de garantir que o desenvolvimento econômico e social contribuam para a proteção do sistema climático global, a PNMC estabeleceu o compromisso de redução das emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020 (BRASIL, 2009).

Para cumprir esta determinação, o desmatamento da Amazônia deveria ser reduzido em 80%; o do Cerrado em 40%, além da restauração de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas. Todavia, este cenário ideal se mostra comprometido ao se considerar a tendência atual das emissões de GEE do Brasil, com crescimento em 2016 de 9% das emissões brutas de GEE em relação ao ano anterior e de 32% em relação a 1990. Desse total de emissões, 51% é decorrente do desmatamento, principalmente na Amazônia e no Cerrado (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2019). A governança climática implementada no país a partir de 2019, com tendência à marginalização do aquecimento global e das políticas relacionadas a conservação, preservação e recuperação ambiental, constituem aspectos fundamentais para o não cumprimento dos compromissos assumidos, com consequências no cenário internacional a médio e longo prazos para o Brasil.

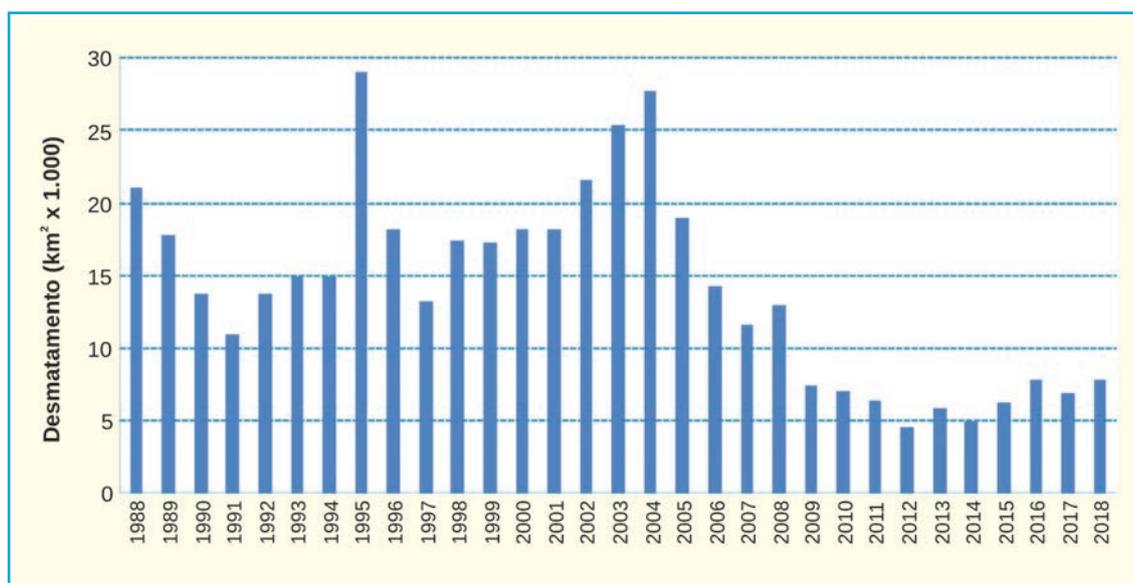


Figura 6 | Taxas de desmatamentos anuais ($\text{km}^2 \text{ ano}^{-1}$) na Amazônia Legal. Fonte: Elaboração própria. Com base em INPE (2019).

Nota: O ano 2018 foi atualizado em 23/11/2018; para o referido ano não foram computados dados do Estado do Amapá.

5 | O PAPEL DA VEGETAÇÃO NA REGULAÇÃO DO CLIMA EM CONTEXTOS URBANOS E PERIURBANOS

As preocupações acerca das mudanças climáticas fizeram crescer o interesse em medidas para reduzir o nível de GEE. Nesse sentido, a vegetação desempenha importante papel, pois devido a sua capacidade em absorver o carbono atmosférico, tem grande potencial para minimizar tais efeitos. Ao mesmo tempo, o intenso processo de urbanização e metropolização, como o que se observa na RBCV, se caracteriza tanto por benefícios econômicos e logísticos e intenso fluxo populacional e adensamento de edificações, como pelo aumento da temperatura nos centros urbanos, o que afeta milhões de pessoas.

Entre os desafios inerentes aos impactos urbanos sobre os ecossistemas, destacam-se: *i*) carências de recursos naturais e degradação ambiental; *ii*) alteração do clima, com consequências sobre o aumento no nível do mar, elevação de temperaturas, variação na pluviosidade e enchentes, secas, tempestades e ondas de calor mais frequentes e severas; *iii*) mudanças demográficas e sociais associadas à urbanização; e *iv*) redução dos serviços ecossistêmicos. A compreensão de como os ecossistemas prestam serviços, quem se beneficia com eles, o que acontece quando um sistema muda e como os ecossistemas podem contribuir para uma maior resiliência é fundamental para o desenvolvimento de cidades sustentáveis (SECRETARIAT..., 2012).

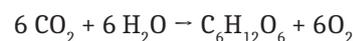
Neste contexto, parte-se do princípio de que há uma correlação entre microclimas urbanos e variáveis relacionadas ao uso e ocupação do solo, considerando-se que o espaço construído é um dos fatores que contribui para a criação de microclimas diferenciados em relação ao clima regional (DUARTE, 2000). As áreas urbanas frequentemente apresentam superfícies mais escuras e menor cobertura por vegetação quando comparadas às suas áreas circunvizinhas. Essas diferenças afetam o clima, o uso de energia e a qualidade de vida nas cidades, levando à criação das chamadas ilhas de calor urbanas (ROSENFELD *et al.*, 1995). Em regiões de clima quente as ilhas de calor contribuem significativamente para o aumento das contas de energia

elétrica devido à maior necessidade de resfriamento do ambiente de vivência humana (TAHA *et al.*, 1988).

Diversos estudos pontuam a importância da vegetação como modificadora do clima de uma cidade, principalmente no que diz respeito à atenuação de temperatura (TARIFA e AZEVEDO, 2001; WENG, 2003), sendo ressaltada a importância da vegetação para mitigar os efeitos antropogênicos gerados nas áreas urbanas (AVISSAR, 1996). Também é conhecido que em ambiente urbano as árvores desempenham diversos serviços importantes na regulação hídrica e climática como, por exemplo, as reduções do escoamento superficial das águas (*runoff*) por meio de interceptação da precipitação; da carga de poluentes em suspensão na atmosfera, por meio da retenção foliar; dos níveis de gases atmosféricos potencialmente tóxicos, por meio de absorção foliar; da redução da temperatura do ar, pela modificação do fluxo de radiação solar que atinge a superfície; além de aumentar a umidade relativa do ar, de reduzir a velocidade dos ventos, entre outros.

As árvores também apresentam a capacidade de reduzir o uso de energia elétrica para o condicionamento de temperaturas ambientes. Isso possivelmente ocorre devido à alteração no regime de radiação solar (SIMPSON; McPHERSON, 1998). Com a presença de vegetação, também ocorre menor variação de temperatura do ar; ou seja, tem-se menor amplitude térmica em ambientes sob vegetação, principalmente no verão, período em que a densidade foliar e a evapotranspiração das plantas são mais intensas (MASCARÓ, 2004). Ademais, árvores em avenidas são capazes de filtrar até 70% da poluição do ar (BERNATZKY, 1982).

A vegetação exerce um papel fundamental em termos de alteração microclimática em ambientes urbanos. Isso ocorre porque as árvores utilizam energia solar para completarem seu processo metabólico, absorvendo carbono e liberando oxigênio no processo de fotossíntese. O carbono é fixado sempre na presença de energia solar, podendo ser simplificado pela equação que representa o balanço estequiométrico simplificado da reação de fotossíntese:





6 | QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO ESTOCADO NA VEGETAÇÃO DA RBCV: COMPARAÇÃO COM AS EMISSÕES DE CO₂ ORIUNDA DA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS PELO ESTADO DE SÃO PAULO

A condição prévia para o processo fotossintético ocorrer é a absorção de energia radiante pelos cloroplastos (LARCHER, 2004). Como as plantas não armazenam calor no interior das células e, em média, entre 60% e 75% da energia solar é consumida nos processos fisiológicos, suas folhas absorvem, refletem e transmitem a energia incidente (BERNATZKY, 1982). Embora a energia absorvida seja alta, a temperatura superficial da folha não é elevada, mantendo-se abaixo da temperatura dos corpos vizinhos, visto utilizar parte da energia recebida para o processo da fotossíntese (BARBUGLI, 2004). A redução de temperatura gerada pela presença de árvores ocorre de forma direta e indireta, pelo sombreamento e pelo processo de evapotranspiração, respectivamente.

A ocorrência de vegetação no território abrangido pela RBCV torna-se essencial para minimizar os efeitos da crescente urbanização da macrometrópole paulista. Essa mesma vegetação que atua na regulação dos GEE, presta outros importantes serviços à população, como por exemplo, o serviços ecossistêmicos de amenização do clima. As áreas com maior cobertura vegetal apresentam menor temperatura do ar, comparada às áreas com menor vegetação, com diferenças de até 2,14°C. Área com maior porcentagem de cobertura vegetal também apresentou menores valores de graus-hora de calor, indicando ser a área com menor necessidade de refrigeração artificial, o que significa menor consumo de energia e, indiretamente, menor emissão de GEE (VELASCO, 2007).

Apesar dos benefícios que proporcionam para um grande percentual da população mundial que vive em áreas urbanas e, notadamente para 25,36 milhões de habitantes encerrados pela RBCV (IBGE, 2019), em geral, a gestão e o planejamento para os serviços dos ecossistemas são desconsiderados nas cidades. Com frequência, o padrão de urbanização é definido pelo uso ineficiente da terra, com evidente negligenciamento tanto da relação entre sociedade e ambiente, como de áreas importantes para a conservação. O planejamento e ordenamento territorial deve, necessariamente, incorporar os benefícios que esses ecossistemas proporcionam para o bem-estar das pessoas, como será observado pela quantificação de carbono estocado na vegetação da RBCV.

A área terrestre compreendida pela RBCV apresenta 1.605.928 hectares dos quais 864.272 (53,8%) são cobertos por algum tipo florestal, em estágios maduro ou em crescimento (vegetação secundária). O tipo mais representativo é a floresta ombrófila densa (FOD), com maior concentração na faixa litorânea (Figura 7).

Este tipo de vegetação cobre mais de 30% da RBCV e representa mais de 60% da sua área total vegetada. A floresta ombrófila (FO) ainda exerce influência sobre o segundo tipo florestal mais representativo, em contato com a floresta ombrófila mista (FOM) (12%). Ainda em termos quantitativos, o reflorestamento com o gênero *Eucalyptus* é o terceiro representante da vegetação (6%) seguido pelo gênero *Pinus* que juntamente com os outros tipos florestais naturais ocorrem em quantidades diminutas (Figura 7 e Tabela 6).

Outras formas de vegetação presentes na RBCV estão inseridas no contexto urbano tais como parques, praças e arborização viária. Estes tipos de vegetação foram considerados elementos traços, portanto não foram contabilizados neste estudo.

A referência *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006) classifica cinco compartimentos como contentores de carbono em sistemas florestais: “*biomassa viva acima do solo; biomassa viva abaixo do solo, biomassa lenhosa morta, serapilheira e matéria orgânica do solo*”. Como forma simplificada este guia também apresenta os compartimentos de maneira agrupada, cujas definições são apresentadas na Tabela 7.

A quantificação de carbono estocado nos diferentes compartimentos dos tipos florestais ocorrentes na RBCV foi calculada com base em referências de literatura. Para “*biomassa viva*” e “*serapilheira*” utilizou-se a fonte IPCC (2006); para “*biomassa lenhosa morta*” utilizou-se a fonte

Figura 7 |
Tipos florestais naturais em seus estágios de crescimento e reflorestamento com gêneros exóticos (*Eucalyptus* e *Pinus*), compreendidos pela –RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em São Paulo (2010).

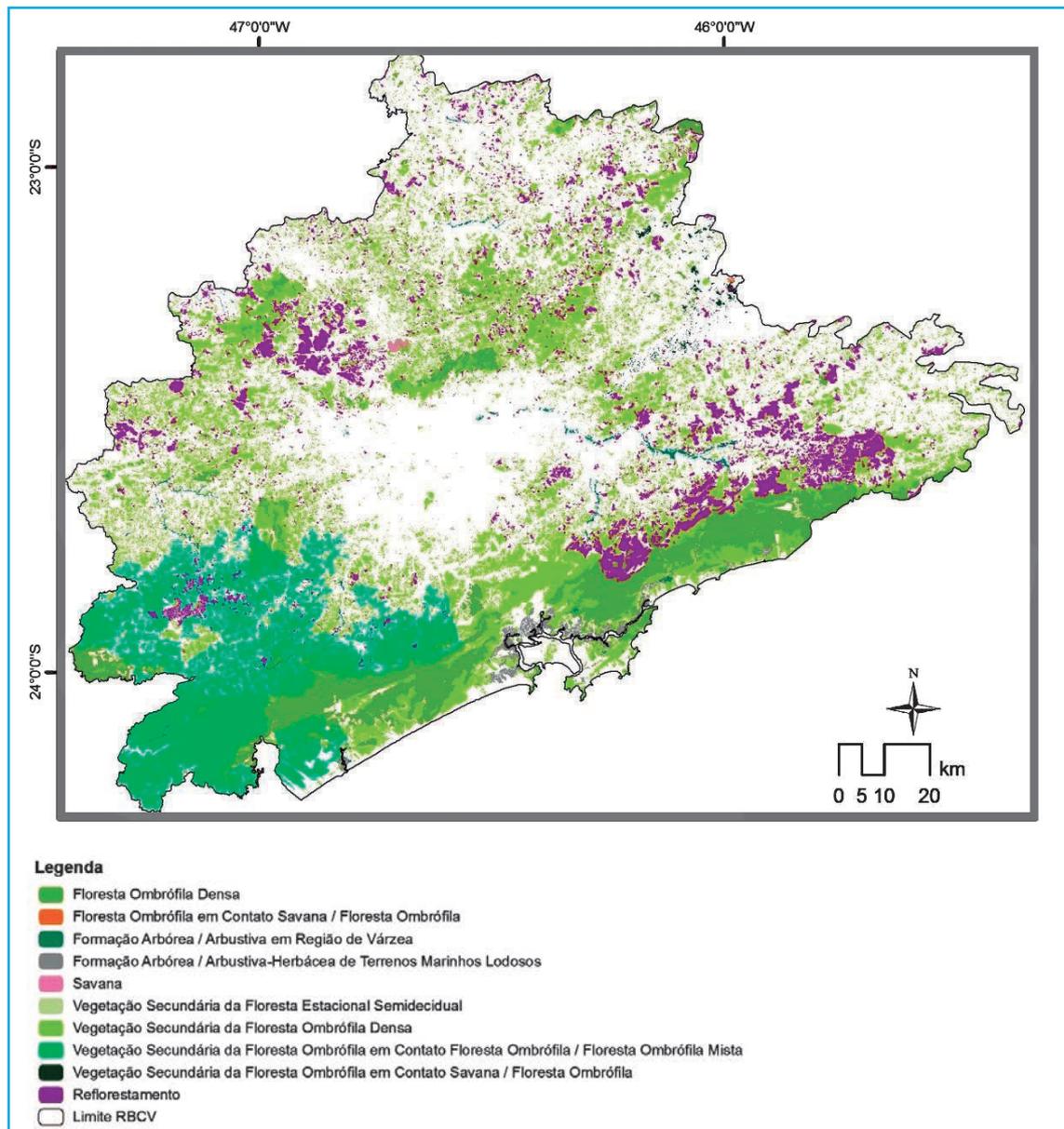


Tabela 6 |
Áreas (ha) dos tipos florestais de ocorrência na RBCV nos estágios de desenvolvimento maduro e em crescimento. Fonte: Elaboração própria. Com base em São Paulo (2010).
Legenda:
FOD = Floresta Ombrófila Densa;
FO = Floresta Ombrófila;
FOM = Floresta Ombrófila Mista;
FES = Floresta Estacional Semidecidual.

Tipo florestal	Estágio de desenvolvimento			Proporção na RBCV (%)
	maduro	em crescimento	maduro + crescimento	
	ha			
FOD	133.006	394.893	527.899	32,87
FO / FOM		194.538	194.538	12,11
Eucalyptus	40.904	81.809	122.713	7,64
Pinus	838	1.677	2.515	0,16
Mangue	9.899		9.899	0,62
Várzea	6.216		6.216	0,39
FO/ Cerrado	164	3.995	4.159	0,26
Cerrado	846		846	> 0,1
FES		72	72	> 0,1
Área total	191.873	676.984	868.857	54,1



Compartimentos		Definição
BIOMASSA VIVA	acima do solo	Toda biomassa da vegetação viva acima do solo, lenhosa e herbácea, incluindo tronco, galho, casca, semente e folhagem.
	abaixo do solo	Toda biomassa das raízes vivas até 2,0 mm de diâmetro. Raízes vivas abaixo dessa dimensão (finas) geralmente são excluídas por não serem distinguidas da serapilheira ou da matéria orgânica do solo.
BIOMASSA MORTA	lenhosa	Toda biomassa lenhosa morta não incluída na serapilheira. Em pé, tombada no chão ou contida no solo, incluindo raízes mortas até 2,0 mm e troncos mortos até 10 cm de diâmetro.
	serapilheira	Toda biomassa morta com tamanho entre os limites da matéria orgânica do solo (< 2,0 mm) e da biomassa lenhosa morta (> 10 cm), em superfície ou incorporada ao solo. Raízes finas vivas são inclusas quando não podem ser distinguidas.
SOLO	matéria orgânica do solo	Carbono orgânico de solos numa profundidade específica (o padrão é até 30 cm), incluindo raízes finas vivas ou mortas e matéria orgânica morta incorporada ao solo (<2,0 mm) quando não podem ser distinguidas.

Tabela 7 | Classificação dos compartimentos florestais contedores de carbono. Fonte: Elaboração própria. Com base em IPCC (2006).

FAO (2006). Essas duas fontes indicam a quantidade de biomassa por hectare em cada um desses compartimentos, de acordo com o tipo florestal. Considerou-se o teor de carbono na biomassa como 47% (IPCC, 2006). Para “matéria orgânica do solo” utilizou-se a fonte Bernoux *et al.* (2002), que apresenta um mapeamento da quantidade de carbono nos solos brasileiros. Portanto, as quantificações foram obtidas multiplicando os valores propostos por essas referências (em toneladas por hectare) pela quantidade em hectares de cada tipo florestal da RBCV (Tabela 6).

As fontes indicam valor único de acúmulo final de biomassa nos casos de unidades em estágio maduro, específico para cada tipo florestal. Porém, quando se considera a floresta em estágio de crescimento, os valores indicados referem-se a taxa anual de acúmulo de biomassa. Para florestas nativas as taxas variam conforme a idade (< 20 anos ou > 20 anos), e no caso de florestas plantadas é indicado taxa única de acúmulo anual, específico para *Eucalyptus spp* ou para *Pinus spp*. Para esse estudo considerou-se que a idade de maturidade das florestas nativas é 30 anos e, nesse caso é razoável considerar que as florestas em crescimento se encontram com idades igualmente distribuídas nos terços: 0-10 anos; 10-20 anos e 20-30

anos. Portanto, considerou-se 2/3 com idade <20 anos, enquanto 1/3 com idade >20 anos. Nos casos de florestas plantadas considerou-se que as unidades *em crescimento* apresentam a idade média entre a idade de plantio (zero) e da maturidade comercial (*Eucalyptus* = 7 anos, idade média = 3,5 anos e *Pinus* = 21 anos, idade média = 10,5 anos).

De acordo com as estimativas para este estudo, o estoque total de carbono nos sistemas florestais na RBCV é superior a 122 milhões de toneladas, equivalente a aproximadamente 447 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂ eq). Mesmo que o acúmulo de carbono por unidade de área nos sistemas florestais em estágio maduro seja maior que as taxas anuais de incremento pelos sistemas em crescimento, estes últimos são responsáveis por maior estoque total de carbono pelo fato de ocorrerem em maior quantidade de área. A “biomassa viva acima do solo” é o compartimento de maior acúmulo, seguido pela “matéria orgânica do solo”, pela “biomassa viva abaixo do solo”, pela “biomassa lenhosa morta” e, por fim, a “serapilheira”. Estes dois últimos compartimentos acumulam menores quantidades de carbono.

É possível estabelecer um comparativo dessa quantidade de carbono estocada pela

vegetação da RBCV em relação aos valores de emissões de dióxido de carbono (CO₂) pelo estado de São Paulo devido à queima de combustíveis fósseis para geração de energia. Estimativas do inventário dessas emissões no período 1990-2008 (CETESB, 2010) mostram que no último ano de avaliação o estado emitiu 79 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), o que representa aumento de 39% em relação às emissões de 1990. Nessas condições a estocagem global atual de dióxido de carbono (CO₂) pelos sistemas florestais da RBCV é equivalente a quase seis anos de emissão por todo o estado. Cabe observar que esses valores não contabilizam as emissões fugitivas de outros GEE produzidas durante os processos de produção, armazenamento, distribuição e uso de energia.

Ao se multiplicar as taxas de crescimento em “*biomassa viva*” e de formação de “*biomassa lenhosa morta*” indicadas em IPCC (2006) pelas áreas das florestas em crescimento na RBCV (já apresentadas na [Tabela 6](#)), estima-se que estas absorvam anualmente mais de 28 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂). Esta capacidade de absorção representa potencial de neutralização de aproximadamente 36% das emissões anuais derivadas de combustíveis fósseis por todo o estado de São Paulo, tomando como base o ano 2008. Os dados foram consolidados na [Tabela 8](#).

Estes resultados evidenciam o relevante papel desempenhado pelas florestas em crescimento. Além de representar reservatório atual de carbono apresentam taxa anual de absorção de dióxido de carbono devido ao processo fotossintético do próprio crescimento, ou seja, desempenham papel de remoção de dióxido de carbono lançados continuamente na atmosfera pelas atividades antrópicas.

7 | FORÇAS ATUANTES E TENDÊNCIAS DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE FIXAÇÃO DE CARBONO E REDUÇÃO DE GEE NA RBCV: CONTRIBUIÇÃO PARA O BEM-ESTAR HUMANO

Como demonstrado até aqui a mudança climática é descrita como um dos maiores desafios a serem enfrentados, juntamente com a urbanização. Entre 1950 e 2005, as emissões globais de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis aumentaram quase 500%, enquanto o nível de urbanização aumentou de 29% para 49%. Os últimos quatro anos foram os mais quentes dos últimos 22 anos e, embora a mudança climática seja uma questão global profunda, ela também é uma questão local, já que as áreas urbanas apresentam um papel crucial no cenário da mudança climática. Como consequência da expansão da urbanização, a área urbana mundial em 2030 deverá ser três vezes maior do que era em 2000, passando de 400 mil km² para 1,2 milhão de km² (UN-HABITAT, 2016).

As áreas urbanas da RBCV concentram atividades econômicas, estruturas familiares, indústrias e infraestruturas que são pontos de consumo de energia, bem como as principais fontes emissoras de GEE. Atualmente, é amplamente aceito que a urbanização traz mudanças fundamentais nos padrões de produção e consumo que, quando associadas a desenhos urbanos não funcionais e a estrutura das cidades, contribuem para um maior nível de consumo de energia e emissões de GEE (UN-HABITAT, 2016). As áreas urbanas do planeta representam de 71% a 76% das emissões de dióxido de carbono do uso

Tabela 8 | Estoques de carbono nos compartimentos de sistemas florestais compreendidos na RBCV, em estágios maduro e em desenvolvimento.

Compartimento	Estágio de desenvolvimento		
	maduro	em crescimento	Maduro + crescimento
	tonelada de carbono (Mg C)		
Biomassa viva acima do solo	22.623.754	28.539.794	51.163.548
Biomassa viva abaixo do solo	7.807.617	9.115.569	16.923.186
Biomassa lenhosa morta	2.070.714	3.739.434	5.810.148
Serapilheira	989.794	1.752.208	2.742.002
Matéria orgânica do solo	9.993.112	35.381.115	45.374.227
Total	43.484.991	78.528.120	122.013.111

final de energia global, ao mesmo tempo, estas áreas correspondem a altas concentrações de ativos e atividades financeiras, de infraestrutura e contingentes humanos, que são vulneráveis às mudanças climáticas. Nas próximas décadas, centenas de milhões de pessoas em áreas urbanas provavelmente serão afetadas pelo aumento do nível do mar e da precipitação, por inundações, ciclones e tempestades mais frequentes e mais fortes, e por períodos de calor e frio mais extremos (UN-HABITAT, 2019).

Com população de 21,73 milhões de habitantes (IBGE, 2019), a RMSP é a 4ª maior do mundo (UN-HABITAT, 2016). Ao redor dessa imensa metrópole, encontra-se o seu cinturão verde com 1,8 milhão de hectares, dos quais 757.074 mil hectares são ecossistemas de vegetação nativa. Outros usos da terra como áreas cultivadas, residenciais e outras áreas verdes, reservatórios de água, infraestrutura e solo descoberto se somam a esse território (SÃO PAULO, 2010). O cinturão verde de São Paulo também engloba quase integralmente a RMBS; com uma extensa área costeira, é formada por nove municípios, respondeu por 3,1% do PIB paulista em 2018 e concentra 4,09% da população do estado (1,871 milhão de pessoas) (IBGE, 2019).

Na RBCV estão abrigados 78 municípios, cuja população encerrada pela reserva da biosfera é superior a 25 milhões de pessoas em 2019, essas economias produziram 18,8% do PIB total do Brasil em uma área correspondente a apenas 0,22% do território nacional (IBGE, 2019).

Tanto o funcionamento das cidades como seu tecido básico podem ser perturbados por fortes precipitações e eventos climáticos, com implicações generalizadas para a economia, infraestrutura e população. Em 2014, 87% dos desastres estavam relacionados ao clima. Com frequência, nos países em desenvolvimento as cidades são particularmente vulneráveis, tanto a novos eventos climáticos extremos, quanto à exacerbação da pobreza existente e à degradação ambiental. As áreas costeiras de baixa altitude são especialmente vulneráveis a eventos climáticos. Um aumento de um metro no nível do mar representaria uma grande ameaça para muitas cidades costeiras. Esses riscos são amplificados em cidades que não dispõem de infraestrutura e instituições necessárias para responder às mudanças climáticas (UN-HABITAT, 2016).

A vulnerabilidade às mudanças climáticas depende de fatores como padrões de urbanização, desenvolvimento econômico, exposição física, planejamento urbano e preparação para desastres (UN-HABITAT, 2016). A convergência entre urbanização e mudança climática ameaça com impactos sem precedentes a economia, a qualidade de vida e a estabilidade social (**Tabela 9**) (UN-HABITAT, 2011).

Para o Brasil, as projeções indicam que o aumento da temperatura média poderá ficar entre 2°C e 4°C em relação à temperatura média aferida entre 1961 e 1990, o que provocaria maior frequência e intensidade das ondas de calor e exacerbação do impacto do calor extremo no verão, devido a umidade relativa do ar associada à frequência de chuvas mais intensas (NOBRE *et al.*, 2010). Na RMSP, a crescente urbanização atua em sinergia com o aumento de temperatura e apresenta potencial para a ocorrência de eventos com precipitação intensa cada vez mais frequentes. O município de São Paulo, com 11,8 milhões de habitantes (IBGE, 2019), apresenta muito alta probabilidade de ocorrência de acidentes relacionados a enchentes e escorregamentos decorrente do elevado número de áreas de risco, concentração populacional nessas áreas e vulnerabilidade das ocupações existentes em virtude de sua precariedade.

A **Figura 8** apresenta os indicadores de mudança do clima na RMSP. De forma qualitativa e considerando que as condições futuras de vulnerabilidade se manterão como as atuais, pode-se inferir que até o ano 2050 a intensidade das mudanças do clima e extremos parece ser maior devido ao crescimento da mancha urbana e da urbanização comparada com o aumento da concentração de GEE (NOBRE *et al.*, 2010). Estas projeções foram baseadas, exclusivamente, na forçante de aumento na concentração de GEE. As tendências observadas para a RMSP mostram os efeitos das ilhas urbanas de calor e crescimento da mancha urbana. As mesmas foram definidas qualitativamente até 2050, com indicação da confiabilidade das projeções. Os índices extremos relacionados com a variável temperatura apresentam uma alta confiabilidade, já a confiabilidade dos modelos em projetar as tendências nos índices extremos relacionados à precipitação é de baixa a média, decorrente da diferença de resultados entre os modelos utilizados.



Fenômenos climáticos	Probabilidade	Principais efeitos
Dias e noites menos frios	Quase certo	Diminuição da demanda de energia para aquecimento.
Dias e noites quentes, mais frequentes na maior parte da superfície terrestre	Quase certo	Aumento da demanda de energia para ar condicionado.
Temperaturas mais quentes	Quase certo	Diminuição na interrupção de transporte devido a neve e efeito do gelo durante turismo de inverno. Mudança no permafrost (solo que fica permanentemente congelado), danos a edifícios e infraestruturas.
Períodos quentes/ondas de calor mais frequentes na maior parte da superfície terrestre	Muito provável	Redução da qualidade de vida das pessoas em áreas quentes sem ar condicionado. Impacto nos idosos, jovens e pobres. Perdas de vidas humanas. Aumento de consumo de energia para ar condicionado.
Chuvas fortes mais frequentes na maioria da superfície da terra	Muito provável	Problemas em assentamentos humanos, comércio, transporte e nas sociedades por inundação. Perda significativa de vidas humanas, danos e perdas à propriedade e à infraestruturas. Aumento do uso da água da chuva na produção de energia hidroelétrica.
Aumento de zonas afetadas pela seca	Provável	Escassez de água para residências, indústrias e serviços. Diminuição de potenciais para a produção de energia hidrelétrica.
Aumento da atividade de ciclones tropicais intensos	Provável	Problemas em assentamentos humanos. Inundações e ventos fortes. Problemas com fornecimento de água. Retirada da cobertura de risco por seguradoras privadas em áreas vulneráveis (pelo menos nos países desenvolvidos). Perdas humanas importantes, danos e perdas à propriedade. Migração da população.
Aumento da incidência da elevação do nível do mar	Provável	Aumento dos custos de proteção costeira e dos custos da realocização do uso da terra. Menor probabilidade de água doce por infiltração salina. Importantes perdas humanas, danos e perdas à propriedade. Movimentos populacionais (êxodo).

Tabela 9 |
Projeções para os principais efeitos esperados de temperaturas e fenômenos climáticos extremos em zonas urbanas.
Fonte: Adaptado de UN-HABITAT (2011, p. 32).

Com base nestes cenários climáticos, a **Figura 9** apresenta uma avaliação dos possíveis impactos das mudanças de extremos de chuva na RMSP, a partir de análises qualitativas de vulnerabilidade que consideram as forças de aumento nas concentrações de GEE relacionado ao processo de urbanização. Ressalta-se que o impacto se deve mais ao aumento da frequência e severidade dos eventos de chuva do que à mudança do uso da terra ou de construções em áreas vulneráveis a extremos de chuva/enchentes. Nos casos das inundações de extensas planícies já urbanizadas, a vulnerabilidade se dará mais por força da mudança do uso da terra do que pelo aumento da frequência e severidade dos eventos de chuva, incluindo-se os efeitos decorrentes do aumento

das temperaturas do ar, de noites quentes e de ondas de calor (NOBRE *et al.*, 2010).

A **Figura 9** mostra os possíveis impactos (maiores ou menores) e ponderações sobre o grau de vulnerabilidade como consequência do aumento na frequência de extremos de chuva acima de 30 mm⁻¹, até o horizonte temporal de 2030-2150 (NOBRE *et al.*, 2010). Para a RMSP e seus municípios envoltórios, abrangendo a totalidade da RBCV, o principal aumento de risco deverá ser a ampliação no número e na intensidade de eventos extremos de chuva e temperatura.

Em uma abordagem mais abrangente, a **Tabela 10** apresenta uma síntese de possíveis riscos, áreas afetadas e impactos sobre o bem-estar humano para RMSP e seu Cinturão

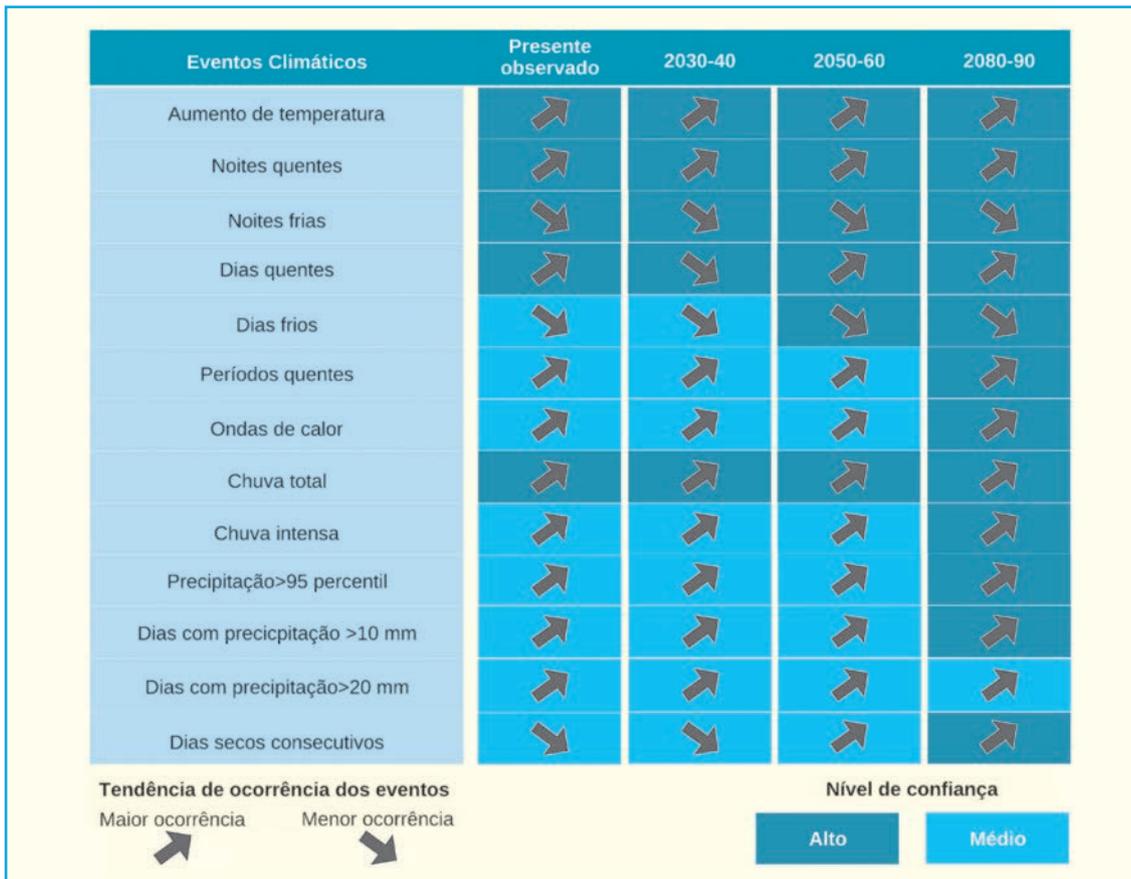


Figura 8 | Síntese das projeções climáticas para a RMSP. Fonte: Adaptado de Nobre *et al.* (2010).

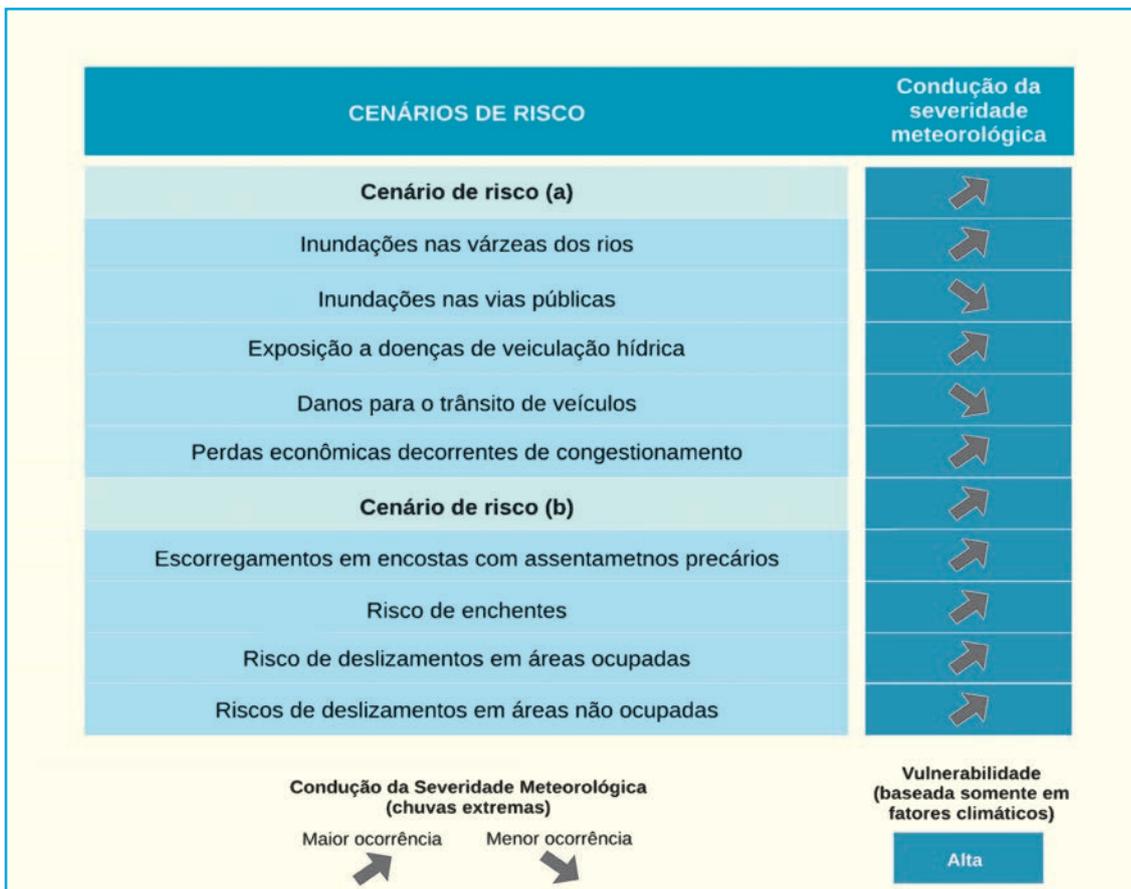


Figura 9 | Avaliação qualitativa de possíveis impactos das mudanças de extremos de chuva na RMSP. Fonte: Adaptado de Nobre *et al.* (2010).

Evento	Risco	Setores vulneráveis	Impacto sobre o bem-estar humano
Precipitação intensa	Enchentes e alagamentos	Indústria	Danos em bens e imóveis e prejuízos no setor de produção e comércio.
		Comércio e serviços	
		Habituação/Moradia	
		Áreas residenciais (favelas ou não) situadas nos leitos (margens) de rios, em APPs e várzeas	Danos causados ao sistema viário – lentidão ou paralisação do trânsito, principalmente no entroncamento das rodovias, marginais e vias principais.
		Saneamento/ Segurança hídrica/ Energia/ Infraestrutura urbana	Danos causados ao sistema de esgoto (tratamento e coleta), contaminação das águas e assoreamento, paralisação do sistema de abastecimento de água e de energia, danos em obras de infraestrutura.
		Saúde e serviços públicos	Mortes causadas por acidentes e afogamentos. Doenças causadas por contaminação e traumas diversos.
	Deslizamentos / Desmoronamentos	Indústria	Mortes causadas por acidentes, soterramentos e asfixia.
		Comércio e serviços	Danos em bens e imóveis e prejuízos no setor de produção e comércio.
		Áreas residenciais	
		Sistema viário / Transportes	Danos causados ao sistema viário – lentidão ou paralisação do trânsito, principalmente no entroncamento das rodovias, marginais e vias principais.
		Saneamento / Segurança hídrica / Energia/ Infraestrutura urbana	Danos causados ao sistema de esgoto (tratamento e coleta), contaminação das águas e assoreamento, paralisação do sistema de abastecimento de água, energia, danos em obras de infraestrutura.
		Saúde e serviços públicos	Mortes e interrupções no atendimento dos hospitais; doenças causadas por contaminação e traumas diversos.
Aumento da temperatura, ondas de calor e períodos de seca	Propagação de doenças	Saúde e serviços públicos	Doenças cardiovasculares (com risco de infarto).
			Desidratação (crianças e idosos).
			Epidemias (malária, febre amarela).
			Doenças infecciosas.
			Gastroenterites com proliferação de cianobactérias.
	Desconforto térmico Efeito das ilhas de calor acentuado	Indústria	Aumento da demanda por energia (ar condicionado) e água (abastecimento).
		Comércio e serviços	Sobrecarga no sistema de fornecimento de água e energia.
		Habituação / moradias	
	Perdas de recursos naturais e da biodiversidade	Áreas de proteção, parques e florestas urbanas	Queimadas – espontâneas ou não.
	Redução da disponibilidade de água nos reservatórios	Indústria	Paralisação do fornecimento de água e energia.
Comércio e serviços			
Habituação / Moradia			
Saneamento / Segurança hídrica / Energia / Infraestrutura urbana		Paralisação de sistemas de transporte público e de saúde (falta de água e energia).	
Transporte público			
Saúde e serviços públicos			
Poluição do ar exacerbada	Indústria	Contaminação do ar, efeito estufa.	
	Comércio e serviços		
	Habituação / Moradia		
	Transporte público		
	Saúde e serviços públicos	Mortes por doenças respiratórias e cardiovasculares, acidentes no trânsito.	

Tabela 10 |

Cenários de riscos, vulnerabilidades e impactos sobre o bem-estar humano para a RMSP. Fonte: Adaptado de Nobre *et al.* (2010).



Verde quanto aos eventos precipitação intensa e aumento da temperatura, ondas de calor e períodos de seca.

As consequências das mudanças climáticas para as áreas urbanizadas dependem de fatores que incluem a vulnerabilidade e a resiliência das populações. Os municípios da RBCV e, notadamente a cidade de São Paulo, sua região metropolitana e a da Baixada Santista são altamente vulneráveis a desastres naturais – incluindo aspectos como possibilidade de comprometimento dos grandes sistemas de abastecimento de água, de geração e transmissão de energia, de transportes e de saúde. Em grande medida, para o território da RBCV, as alterações no uso das terras sem considerar o ordenamento territorial com foco nos serviços ecossistêmicos tem contribuído para o aumento de desastres e da vulnerabilidade às mudanças climáticas.

8 | TENDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA PELO ESTADO DE SÃO PAULO

É importante proceder a um estudo mais detalhado das informações apresentadas no inventário de emissões de dióxido de carbono (CO₂) pelo estado devido à queima de combustíveis fósseis para geração de energia no período 1990-2008 (CETESB, 2010). Tal análise possibilita melhor compreensão sobre como as atividades antrópicas causam aumento das concentrações de GEE na atmosfera e, conseqüentemente, fornecer subsídios para se repensar e melhorar as formas de produção de energia no estado e no país. A **Tabela 11** sintetiza as categorias e fontes de energia que são produzidas e consumidas no estado de São Paulo: "*Derivados de Petróleo*;

Categorias de fontes	Fontes	
	renováveis	não renováveis
Derivados de petróleo		óleo diesel, óleo combustível gasolina, GLP, nafta, querosene, gás natural* gás canalizado gás de refinaria outros energéticos de petróleo, produtos não energéticos
Derivados de cana	bagaço de cana* álcool anidro, álcool hidratado	
Eletricidade	hidrelétrica	termoelétrica
Carvão mineral e derivados		coque de carvão mineral carvão vapor* gás de coqueira
Madeireiros	lenha*, carvão vegetal	
Outras fontes		lixívia*, outras fontes primárias

Tabela 11 | Categorias e fontes de energia produzidas e consumidas no estado de São Paulo. Fonte: Elaboração própria. Com base em CETESB (2010).

Notas: * Fontes energéticas anotadas com asterístico são primárias, as demais fontes energéticas são secundárias, ou seja, passaram por algum grau de processamento.

Derivados de cana; Eletricidade; Carvão mineral e derivados; Madeireiros e outras fontes”.

Os “*Derivados de petróleo*” compõem a categoria de fonte energética consumida em maior proporção no estado. Estimativas do período avaliado mostram proporção próxima a 50% dessa categoria em relação ao somatório de consumo de todas as fontes. Porém, a partir de 2002 iniciou-se um ligeiro declínio no consumo dessa categoria e, em 2005, pela primeira vez no período ocorreu claramente proporção de consumo abaixo de 50% do total. A segunda categoria de fonte energética em consumo é “*derivados de cana*”, com média em torno de 20% até 2005, a partir de quando se inicia um ligeiro aumento neste consumo, ultrapassando a proporção de 25% em 2007-2008, em detrimento da proporção de consumo de “*derivados de petróleo*”. A seguir ocorre o consumo de “*eletricidade*”, com média variando em torno de 17-20% em todo o período. Essas três categorias perfazem 93% do consumo de energia no estado e o restante provém de “*carvão mineral e derivados*” (3,4%), produtos “*madeireiros*” (2,3%) e “*outras fontes*” de energia (1,4%), com destaque para a redução do consumo de “*carvão mineral e derivados*” em

torno de 50% entre o início e o final do período de estimativa (Figura 10).

O óleo Diesel (Figura 11a), cujo consumo está em torno de 15% do total das fontes de energia utilizadas, é o principal combustível derivado de petróleo, com consumo cerca de 30-40% maior que a gasolina (Figura 11b). Essa caracterização de maior consumo de diesel dentre os energéticos utilizados no setor é resultado da priorização do modal rodoviário para transporte de cargas, ao nível nacional, em detrimento de outros modos de transporte.

O álcool anidro (Figura 11c), por ser utilizado em mistura à gasolina, teve padrão de consumo semelhante a este combustível, oscilando entre 1,5-2,0% do total a partir de 1994. Enquanto o álcool hidratado (Figura 11d), utilizado como combustível único, teve consumo oscilatório no período. Até 1996 era consumido em torno de 5-6% do total, passando por um período de queda que baixou o consumo em proporções próximas a 1-2% até 2004, quando então o consumo voltou a crescer (introdução massiva de motores *flex fuel* no mercado automobilístico nacional) retornando a 5-6% da proporção total em 2008.

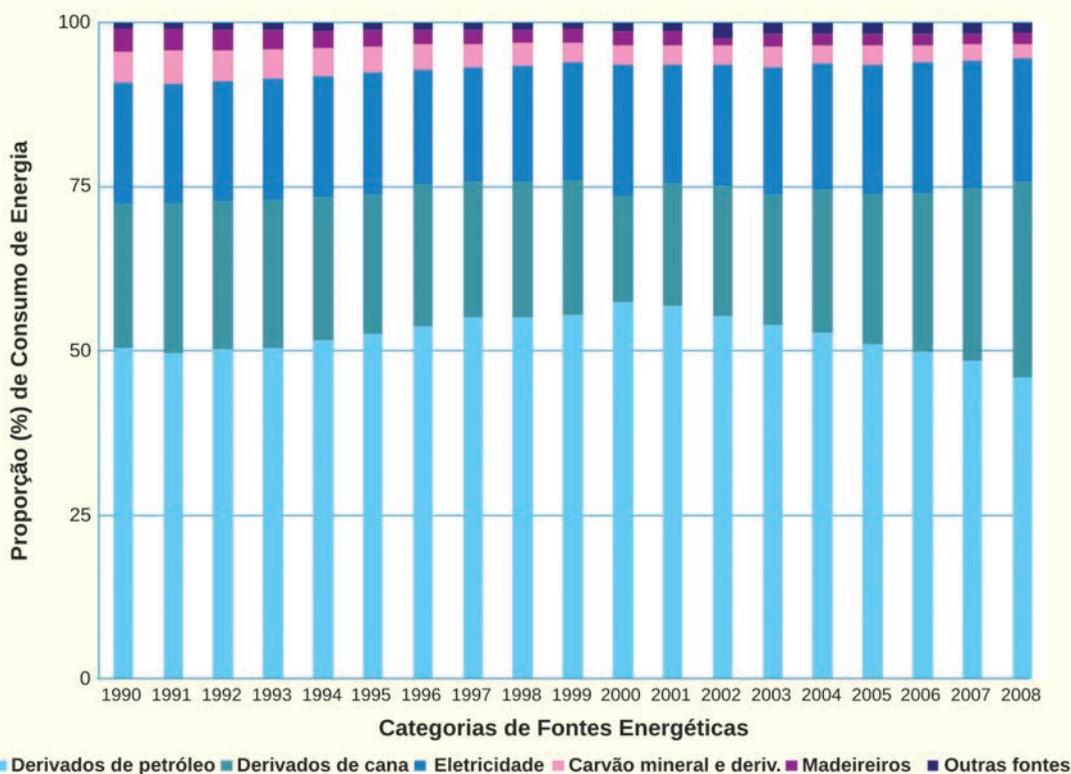


Figura 10 | Proporção (%) de consumo de energia no estado de São Paulo por categorias de fontes energéticas (período 1990-2008). Elaboração própria. Com base em CETESB (2010).

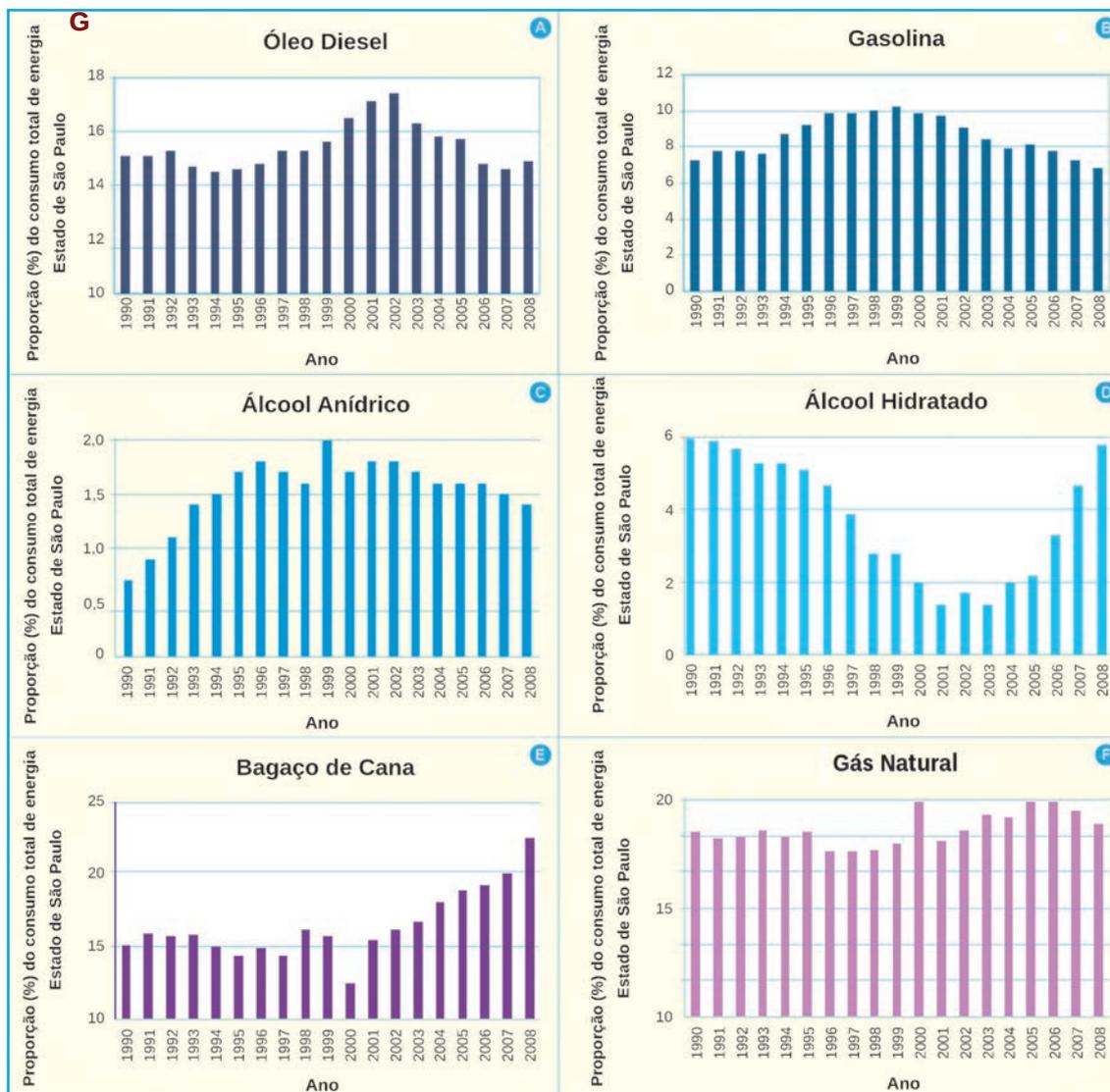


Figura 11 | Proporção (%) de consumo de energia no estado de São Paulo por fontes energéticas (período 1990-2008).
Legenda: a) óleo diesel; b) gasolina; c) álcool anídrico; d) álcool hidratado; e) bagaço de cana; f) gás natural.
Adaptado de CETESB (2010).

Por ter origem de fonte renovável de energia (biocombustível) as emissões oriundas da queima de etanol não devem ser contabilizadas no cálculo das emissões líquidas; uma vez que, quantitativamente, essas emissões são compensadas pelo processo fotossintético de renovação dos canaviais, fonte primária da energia. O mesmo princípio se aplica ao biodiesel, cujas fontes primárias são, geralmente, plantas oleaginosas.

Outro aspecto favorável aos biocombustíveis é o fato de serem derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, os combustíveis que são derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia (ANP, 2019). O uso veicular do etanol gerou 73% e 68% menos dióxido de carbono comparado ao uso da gasolina e do diesel, sendo estes

valores alterados para 82% e 78%, respectivamente, com a eliminação da prática da queima para colheita da cana (SOARES *et al.*, 2009). De forma similar, foram relatadas reduções de GEE de 77% a 82% em relação à gasolina (WANG *et al.*, 2012). Na comparação com o diesel de petróleo, o biodiesel apresenta significativas vantagens ambientais, com redução na emissão de gases poluentes, como material particulado, óxidos de enxofre (SO₂), hidrocarbonetos (HFC) e monóxido de carbono (CO) (ESTEVES e PEREIRA, 2016).

A evolução do consumo de energéticos pelo estado (1990-2008) demonstra a importante característica de aumento da proporção de uso da biomassa (energia renovável), muito além da proporção de aumento da oferta bruta total de energia. A principal fonte dessa energia

renovável é o bagaço de cana (Figura 11e), utilizado na produção de vapor e energia elétrica (cogeração). Até 2001 sua proporção de consumo esteve em torno de 15%, iniciando aí uma crescente até atingir 20% em 2007 e ultrapassar esta dezena em 2008 (22,5%). Além do aumento linear no consumo do gás natural – fonte menos intensa em carbono comparado aos combustíveis fósseis líquidos, passando de menos de um por cento no início para mais de sete por cento no final do período avaliado (Figura 11c).

A participação de biogás (metano originário de aterros sanitários) ainda é insuficiente para estimativa de suas emissões. Porém, por se tratar de um biocombustível, o uso dessa fonte renovável tende a aumentar em um futuro próximo. Dessa forma, configura-se a tendência de um cenário de redução das emissões contabilizadas pelo estado nos próximos anos (CETESB, 2010).

Para diminuir as consequências das mudanças climáticas, o uso sem restrições de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) deve ser suspenso até 2100, ao passo que o uso de combustíveis renováveis deve se elevar dos atuais 30% para 80% de proporção de uso de combustíveis no setor “energia” até 2050 (IPCC, 2014). Neste contexto, o estado de São Paulo apresenta melhor padrão de consumo de fontes renováveis de energia (“derivados de cana”, “eletricidade” e “madeireiros”) do que a média mundial, pois a proporção de consumo dessas fontes em relação ao total variou de 38% a 47% entre 1990 e 2007, e atingiu 50% em 2008.

Ainda que São Paulo tenha a tendência de aumento proporcional de fontes de energia renováveis (álcool hidratado e bagaço de cana) ou menos poluentes (gás natural) no setor de transportes, o consumo de fontes fósseis não renováveis (óleo diesel, gasolina, óleo combustível, querosene) não apresentou redução nas duas últimas décadas de avaliação do inventário (CETESB, 2010). E infelizmente os últimos governos federais têm deixado em menor plano os investimentos em combustíveis renováveis, em favorecimento aos “derivados de petróleo”, culminando com o fechamento de usinas sucroalcooleiras.

Embora haja perspectiva de redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) derivado da queima de combustíveis fósseis, ao se considerar o histórico de produção e consumo,

parece ser difícil para o estado alcançar a meta estabelecida pela Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), com redução global de 20% das emissões de CO₂ em relação a 2005 até 2020 (SÃO PAULO, 2009). Dados do inventário de emissões mostram que em 2005 o estado emitiu quase oitenta milhões de toneladas do gás (CETESB, 2010), de modo que as emissões contabilizáveis em 2020 não deveriam ultrapassar 64 milhões. Entretanto, desde 1996 a totalização das emissões entrou na casa dos setenta milhões, estabelecendo-se dentro dessa dezena até 2008.

A importância do estado de São Paulo para o cumprimento das obrigações assumidas pelo Brasil junto ao regime do clima se justifica ao analisar a dimensão das emissões paulistas: dados de 2003 mostram que se o estado fosse um país estaria em 39º lugar no ranking das nações que mais emitem dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, o que equivale a praticamente um quarto do montante brasileiro (FAPESP, 2010).

Como a Política Nacional (BRASIL, 2010) e a Política Estadual Paulista (SÃO PAULO, 2009) sobre mudança climática foram instituídas logo após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto (2005), que abarcou como primeiro período de compromisso os anos de 2008 a 2012, pode-se inferir que houve, à época, um esforço político para o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito do regime internacional de mudanças climáticas. Com o estabelecimento do Acordo de Paris (UNFCCC, 2015), cada Parte da Convenção submeteu sua Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinada (iNDC - *Intended Nationally Determined Contributions*), com as respectivas ações para combater as mudanças climáticas, incluindo as suas metas de redução de GEE e medidas adicionais. O Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Após a aprovação pelo Congresso Nacional, o Brasil concluiu o processo de ratificação do Acordo de Paris e, com isto, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e se tornaram compromissos oficiais, passando a ser denominadas NDCs (*Nationally Determined Contributions*).

Devido ao que representam as emissões de GEE do estado de São Paulo, quer para o

atingimento das metas brasileiras no Acordo de Paris, quer para o próprio cumprimento da PEMC, é fundamental a análise de sua correlação com os novos marcos do regime internacional de mudanças climáticas e sua inserção nas NDCs brasileiras.

Os resultados apresentados mostram que os ecossistemas florestais e a vegetação urbana desempenham importante papel no ciclo do carbono dentro da área compreendida pela RBCV. Em larga escala, os sistemas florestais além de atuarem como enormes reservatórios de carbono também são responsáveis pela absorção e fixação de outras significativas quantidades, contribuindo para a neutralização parcial das emissões antrópicas desse elemento. Numa escala intermediária, os reflorestamentos apresentam importante potencial de recuperação de ambientes degradados. Além de ser uma alternativa para a recuperação das funções ecossistêmicas desses ambientes, os reflorestamentos também podem contribuir com a neutralização das emissões. Em pequena escala a presença da vegetação urbana é responsável pela diminuição das emissões indiretas de carbono, pois permite menor uso de energia elétrica devido à regulação climática que exercem sobre os microambientes; além de proporcionarem maior conforto térmico e contribuírem para diminuição da poluição atmosférica.

As estratégias de produção e desenvolvimento com consumo sustentável e ações comportamentais que busquem baixa emissão de carbono são fundamentais para a diminuição das concentrações atmosféricas atuais dos gases de efeito estufa. Tratando-se de região que engloba uma das maiores metrópoles do mundo, a RBCV sofre as pressões sociais causadas pela necessidade crescente de produção de bens de consumo e de vivência; atividade que

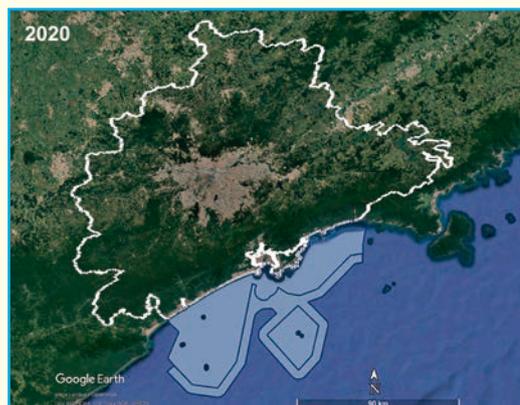
invariavelmente é geradora de resíduos, dentre os quais os GEE aparecem como uns dos mais impactantes no ambiente.

Mesmo que as últimas estimativas tenham mostrado aumento das emissões de GEE pelo estado, estas estimativas também sinalizam um melhor uso de fontes renováveis de energia apontando um caminho de redução das emissões contabilizáveis. Estratégias sobre a infraestrutura dos transportes necessitam de remodelações visando diminuir o uso de veículos com baixa capacidade de transporte. No campo comportamental é importante promover ações que visem diminuição do uso de veículos pessoais e aumento do uso de transporte coletivo, com opção pelo uso de biocombustíveis; medidas, estratégias e comportamentos em conformidade com os objetivos da Política Estadual de Mudanças Climáticas do estado.

Finalmente, se faz necessário um conjunto de medidas que atuem de forma integrada para a preservação dos ecossistemas florestais compreendidos pela RBCV, tanto para garantir sua função ecossistêmica como para alcançar mitigações das emissões de GEE. O sucesso de definições e aplicações dessas medidas certamente dependerá funcionalmente de fatores diversos, mas essencialmente da conscientização e do fomento à pesquisa voltada ao conhecimento científico e tecnológico de adaptação às necessidades presentes. Estas incluem estratégias de compreensão social do valor ambiental desempenhado pelos ecossistemas e entendimento da importância de práticas e manejos florestais com fins de conservação e produção, visando melhor uso, produtividade e ocupação da terra. Por outro lado, no campo econômico é fundamental buscar estratégias voltadas para a sustentabilidade da produção, do desenvolvimento e dos comportamentos de vivência.



Figura 12 |
Imagem de satélite
e delimitação da
RBCV em 1994
e em 2020.
Fonte: *Google
Earth* (2020).



Em 2008, com a revisão do zoneamento da RBCV, foram alterados os seus limites, com ampliação de área terrestre e incorporação de uma grande área marinha adjacente, que abriga inúmeros e preciosos ecossistemas costeiros e de transição, ecossistemas marinhos e complexos insulares.

Este novo limite da RBCV é convergente com atuais políticas de integração entre a gestão de áreas marinhas e terrestres e, sobretudo, representa o aperfeiçoamento dos seus objetivos ecossistêmicos de criação refletidos no território. Os ecossistemas da área marinha da RBCV, apresentam expressiva biodiversidade, e serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos pesqueiros e extrativistas e ao turismo. Este complexo, com 505.503 hectares, guarda especial relevância para a fixação de carbono e consequente diminuição da concentração atmosférica de GEE. A inclusão de área marinha à RBCV considerou a relevância da preservação destes ecossistemas marinhos e costeiros, cruciais para a segurança alimentar, diminuição da pobreza e para a economia dessas regiões. Os manguezais, pântanos salgados e prados marinhos apresentam alto valor de biodiversidade ao proporcionar áreas de reprodução para espécies piscianas e outras formas de recursos de pesca. Em especial, estas áreas oferecem

numerosos benefícios e serviços que contribuem com a capacidade humana de mitigar e adaptar-se aos impactos das mudanças climáticas. Ademais, representam um importante papel na mitigação da mudança climática global, devido à sua capacidade de sequestrar e armazenar importantes quantidades de carbono, denominado carbono azul, da atmosfera e dos oceanos. O total de carbono estocado (por km²) nos sistemas costeiros pode ser até cinco vezes maior que o do carbono armazenado em florestas tropicais. Sua capacidade de absorver ou fixar carbono pode chegar a uma proporção até 50 vezes maior do que a mesma área de floresta tropical (THE BLUE CARBON INITIATIVE, 2019).

A acelerada destruição desses ecossistemas de carbono azul ao longo das áreas costeiras do mundo resultam em significativas quantidades de emissões de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, atuando como fator de agravamento das mudanças climáticas. Estima-se que a drenagem de uma zona úmida costeira típica (como manguezal ou pântano) libera 250 mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por km² de solo perdido. Estima-se que se destrua entre 340 mil e 960 mil hectares destes ecossistemas a cada ano (THE BLUE CARBON INITIATIVE, 2019).

Quadro 1 |
Ecossistemas
de carbono azul
e a área marinha
da RBCV.

CONCLUSÕES

Os gases de efeito estufa (GEE) que mais influenciam as mudanças climáticas globais são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), emitidos principalmente pelas atividades antrópicas de produção e consumo de bens servíveis. Entre as estratégias para diminuir a concentração atmosférica dos GEE estão as reduções das emissões derivadas de combustíveis fósseis e do desflorestamento, além da racionalização das mudanças de uso da terra. Na esteira da Convenção-Quadro da ONU

sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em 2009 o estado de São Paulo estabeleceu sua Política Estadual de Mudança Climática (PEMC) e definiu a meta de reduzir em 20% as emissões de CO₂ ocorridas em 2005, até 2020. Nesse cenário, a vegetação e os povoamentos florestais da RBCV têm papel importante frente às MCG e à PEMC; além da regulação dos GEE, prestam serviços ecossistêmicos como produção de água, controle de processos erosivos e escorregamento de solo e amenização do clima, o que contribui com o bem-estar de 25 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo e seu entorno.



A estocagem atual de carbono pelos ecossistemas florestais da RBCV é cerca de 450 milhões de toneladas em equivalente CO₂ (C-CO₂), o que representa mais de década das emissões totais derivadas de queima de combustível fóssil por todo o estado. Já a taxa de remoção atmosférica pelas florestas em processo de regeneração ultrapassa 28 milhões de toneladas de C-CO₂ por ano (36% das emissões estaduais anuais).

Decorrente das sucessivas negociações no âmbito do regime internacional de mudança climática, o Brasil definiu suas metas de redução de contribuições nacionalmente determinadas (NDC) junto ao Acordo de Paris. Como as emissões paulistas equivalem a praticamente

um quarto do montante brasileiro, os serviços ecossistêmicos proporcionados pelos ecossistemas da RBCV são relevantes em escala local, regional e global, ao contribuir para o cumprimento das metas nacionais e subnacionais em relação às mudanças climáticas e seus efeitos no ambiente. Em escala local, as florestas trazem benefícios à população da metrópole. Todavia, a manutenção dessa contribuição ecossistêmica depende da conservação da vegetação, posto que eventual expansão do desflorestamento na RBCV concorrerá para o aumento das emissões e redução do potencial de sequestro de carbono, acarretando prejuízos à qualidade de vida urbana e periurbana e ao cumprimento das metas supramencionadas.

REFERÊNCIAS

- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (2019). **Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/perguntas/283-produtos-regulados-faq/biodiesel/3753-biodiesel-faq>>. Acesso em 10 jun. 2019.
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (1988). **Alcohols and ethers**. Washington. 34p. (Publication, 4261).
- BARBUGLI, R.A. (2004). **Influência do ambiente construído na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP**. 2004. 170 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos.
- AVISSAR, R. (1996) Potenciais efeitos da vegetação no ambiente térmico urbano. **Ambiente atmosférico**, v. 30, n. 3, p. 437-448.
- BERNATZKY, A. (1982). The contribution of trees and green spaces to a town climate. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 5, p. 1-10.
- BERNOUX, M. (2002). Brazil's soil carbon stocks. **Soil Science Society of America Journal**, 66:888-896.
- BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. (2001). Brazil's soil carbon stocks. **Soil Science Society of America Journal**.
- BRASIL (1998). **Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992.
- BRASIL (2009). **Lei nº 12.187, de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Publicado no DOU de 30 dez. 2009 - Edição extra.
- CERRI, C.E.P.; BERNOUX, M.; CERRI, C.C. (2002). **Influência das mudanças climáticas nos ecossistemas florestais**. In: BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; BICUDO, C.E.M. (Orgs). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2010). **Inventário das Emissões de CO₂ por queima de combustíveis no Estado de São Paulo, 1990 a 2008: abordagem de Referência (Top Down)**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.
- DUARTE, D.H.S. (2000) **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 278 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DUARTE, D.H.S.; SERRA, G.G. (2003). Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e propostas de um indicador. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20.
- ESTEVES, R. A.; PEREIRA, R. G. (2016). Análise sobre a Evolução do Biodiesel no Brasil. **Revista Espacios**. Vol. 37 (n. 2). p. 5.
- FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations (2006). **Global Forest Resources Assessment 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management**, FAO Forestry Paper 147. FAO, Rome, Italy.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). **Global Forest Resources**

Assessment 2015: How are the world's forests changing? Second edition.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **Políticas públicas para mudanças climáticas.** Disponível em: < <http://agencia.fapesp.br/politicas-publicas-para-mudancas-climaticas/12917/>>. Acesso em 15 mar. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados.** (Banco de Dados. Todos os Municípios - SP). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017). **Sistema de Contas Nacionais Brasil 2015.** Contas Nacionais número 56. Rio de Janeiro: IBGE.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (2019). Observação da Terra. **Prodes – Amazônia: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em 11 fev. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2006). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme,** EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T. and TANABE K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007a), **Climate change 2007:** The physical science basis. Fourth Assessment Report (AR4): Working Group I. IPCC, Geneva, Switzerland. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007b), **Climate change 2007:** Mitigation of Climate Change. Fourth Assessment Report (AR4): Working Group III. IPCC, Geneva, Switzerland. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg3/>>. Acesso em 31 mai. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2013): **Climate Change:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC [STOCKER, T.F. *et al.* (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014). **Cambio climático 2014:** Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción,

R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2018). **Global Warming of 1.5°C:** An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Summary for Policymakers. IPCC, Switzerland.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2019a). Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/about/>>. Acesso em 03 jun. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2019b). **The IPCC and the Sixth Assessment Cycle.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/AR6_brochure_en.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2019c). **Climate Change and Land.** An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC, Switzerland.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2019d). **Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.** The IPCC approved and accepted Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate at its 51st Session held on 20 – 23 September 2019. The approved Summary for Policymakers (SPM) was presented at a press conference on 25 September 2019. IPCC, Switzerland.

LARCHER, W. (2004). **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa.

MASCARÓ, L. (2004) **Ambiência urbana.** 2.ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2013). **Estimativas anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.** 1ª Edição. Brasília: MCTI.

MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (2017). **Estimativas anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.** 4ª Edição. Brasília: MCTIC.

MINNEN, J.G. Van.; STRENGERS, B.J.; EICKHOUT, B.; SWART, R.J.; LEEMANS, R. (2008). Quantifying the effectiveness of climate change mitigation through forest plantations and carbon sequestration with an integrated land-use model. **Carbon Balance and Management,** v. 3, n. 3.

NOBRE, C. A. *et al.* (2010). **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças**



climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Embaixada Reino Unido, Rede Clima e Programa FAPESP em Mudanças Climáticas.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA (2018). **GEE no Brasil e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris:** Período 1970-2016 - Documento de Análise. Observatório do Clima (Coord. Técnica). Azevedo, T. R. e Angelo, C. (Redação e Org.).

RAVINDRANATH, N.H.; OSTWALD, M. (2008). Carbon Inventory Methods – Handbook for greenhouse gas inventory, Carbon mitigation and roundwood production projects. **Springer**. 2008.

ROSENFELD, A.H.; AKBARI, H.; BRETZ, S.; FISHMAN, B.L.; KURN, D.M.; SAILOR, D.; TAHA, H. (1995). Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates. **Energy and Buildings, Lausanne**, v. 22, p. 255-265.

SÃO PAULO (Estado). (2009). Lei 13.789, de 09 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC.

SÃO PAULO (Estado). (2010). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (2008-2009)**, São Paulo: SMA/Instituto Florestal.

SATTERTHWAITE, D. (2008). Cities contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. **Environment & Urbanization**, v. 20, n. 2, p. 539-549.

SCHILLER, S. de; EVANS, J.M. (1996). Training architects and planners to design with urban microclimates. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 449-454.

SECRETARIAT of the Convention on Biological Diversity (2012). **Cities and Biodiversity Outlook**. Montreal.

SIMPSON, J. R.; McPHERSON, E.G. (1998) Simulation of tree shade impacts on residential energy use for space conditioning in Sacramento. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 32, p. 69-74.

SOARES, G. F. S. (2003). **Direito internacional do meio ambiente:** emergência, obrigações e responsabilidades. 2. ed. São Paulo: Atlas.

SOARES, L. H de B. *et al.* (2009). Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil. **Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica** (INFOTECA-E).

SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I., (2017). Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **FFPR: DeMA – Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, p. 52-80, dezembro 2017.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. de. (Org.). (2001). **Os climas na cidade de São Paulo:** teoria e prática. São Paulo. São Paulo: GEOUSP.

TAHA, H. *et al.* (1988). Residential cooling loads and the urban heat island – the effects of albedo. **Building and Environment**, Oxford, v. 23, n. 4, p. 271-283.

THE BLUE CARBON INITIATIVE. **Carbono Azul:** Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. Disponível em: <<https://www.thebluecarboninitiative.org/manual-espanol>>. Acesso em 10 jun. 2019.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_english_for_posting.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (1997). **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <<https://unfccc.int/sites/default/files/kpeng.pdf>>.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (2015). **Paris Agreement**. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf>. Acesso em 4 jun. 2019.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2020). *In:* <<https://unfccc.int/>>. 20 mai. 2020.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (2019). **Land Use**. *In:* UNFCCC Topics. Disponível em: <<https://unfccc.int/topics#:d6466783-27a7-4ddf-b357-58474e555a5e>>. Acesso em 4 jun. 2019.

UNITED NATIONS (2015). General Assembly. **Transforming our world:** the 2030 Agenda for Sustainable Development. [A/res/70/1]. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>. Acesso em 5 jun. 2019.

UNITED NATIONS (2019). **Sustainable Development Goals**. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>. Acesso em 5 jun. 2019.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. (2011). **Las ciudades y el cambio climático:** orientaciones para políticas: informe mundial sobre asentamientos humanos 2011. Resumen Ejecutivo.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. (2016). **Urbanization and development emerging futures**. World cities report.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. (2019). **For a better urban future**. Climate change. Disponível em: <<https://new.unhabitat.org/topic/climate-change>>. Acesso em 10 jun. 2019.

UNITED NATIONS TREATY COLLECTION (1997). **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Status as at 04-06-2019 - 05:00:39EDT. Disponível em: <https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=_en>. Acesso em 4 jun. 2019.

UNITED NATIONS TREATY COLLECTION (2015). **Paris Agreement**. Status as at 04-06-2019 - 05:00:39EDT. Disponível em: <https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en>. Acesso em 4 jun. 2019.

UNITED NATIONS TREATY COLLECTION (1992). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Status as at 04-06-2019 - 05:00:39 EDT. Disponível em: <https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en>. Acesso em 4 jun. 2019.

VALERIO, A.F.; SILVESTRE, R.; SANTOS, R.T.dos.; KOHELER, H.S.; WATZLAWICK, L.F. (2006). Quantificação de biomassa e do estoque de carbono em área de mata atlântica. **Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC** - Florianópolis, SC - Julho.

VELASCO, G.D.N. (2007) Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VELASCO, G.D.N; HIGUCHI, N. (2009). Estimativa de seqüestro de carbono em mata ciliar: projeto POMAR, São Paulo (SP). **Ambiência**. Guarapuaçu. V.5, n.1, p.135-141.

WANG, M. *et al.* (2012). Well-to-wheels energy use and greenhouse gas emissions of ethanol from corn, sugarcane and cellulosic biomass for US use. **Environmental Research Letters**, v. 7, n. 4, p. 45905, 1 dez. 2012.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2013). The global climate 2001–2010: A decade of climate extremes. **WMO nº 1103**. Geneva, Switzerland: WMO.

WRI – WORLD RESEARCH INSTITUTE (2011). **Building the climate change regime survey and analysis of approaches**. WRI Working Paper, Washington, DC.

YU, C. M. (2000). As florestas e o carbono. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Average Annual Emissions and Fuel Consumption for Passenger Cars and Light Trucks. 2000. Disponível em: www.epa.gov.

GLOSSÁRIO

A

AAU – Assigned Amount Unit | *Unidade de Quantidade Atribuída*. Unidade do Protocolo de Quioto igual a uma tonelada métrica de CO₂ equivalente. Cada Parte do Anexo I emite AAUs até o nível de sua quantidade atribuída, estabelecida de acordo com o Artigo 3º, parágrafos 7 e 8 do Protocolo de Quioto. Unidades de quantidade atribuída podem ser trocadas através do comércio de emissões.

Marrakesh Accords | Acordos de Marrakesh. Acordos alcançados na COP 7 que estabelecem várias regras para “operar” as disposições mais complexas do Protocolo de Quioto. Entre outras coisas, incluem detalhes para estabelecer um sistema de comércio de emissões de GEE, implementar e monitorar o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo, e estabelecer e operar três fundos para apoiar os esforços de adaptação às mudanças climáticas.

Abatimento | *Abatement*. Refere-se à redução do grau ou intensidade das emissões de GEE.

Adesão | *Accession*. Um ato pelo qual um Estado se torna Parte de um tratado já negociado e assinado por outros Estados, tem o mesmo efeito legal que a ratificação.

Adaptação | Ajustamentos em sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados ou seus efeitos, o que modera o dano ou explora oportunidades benéficas.

Aerossóis | Suspensão de partículas microscópicas sólidas ou fluidas, contidas em recipiente fechado (lata) ou dispersa na atmosfera.

AOSIS – Alliance of Small Island States | *Aliança dos Pequenos Estados Insulares*. Uma coalizão *ad hoc* de países baixos e insulares. Essas nações são particularmente vulneráveis ao aumento do nível do mar e compartilham posições comuns sobre a mudança climática, agregando 43 membros.

APA – Ad Hoc Working Group on the Paris Agreement | *Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre o*



Acordo de Paris. O APA foi criado para preparar a entrada em vigor do Acordo de Paris e para a convocação da primeira sessão da Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes do Acordo de Paris (CMA).

Autoridade Nacional Designada | *Designated National Authority* – DNA. Um escritório, ministério ou outra entidade oficial designada por uma Parte do Protocolo de Quioto para revisar e aprovar nacionalmente os projetos propostos sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism*).

AWG-LCA – Ad hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention | *Grupo de Trabalho sobre Ação Cooperativa de Longo Prazo no âmbito da Convenção*. O AWG-LCA foi estabelecido em Bali (2007) para conduzir negociações sobre um acordo internacional fortalecido sobre mudança climática.

B

Balanco de Radiação | *Radiation balance*. Reflete a relação entre as quantidades de entrada e saída de radiação solar incidente na atmosfera terrestre, indicando se o saldo de radiação armazenada é positivo ou negativo.

Balanco estequiométrico | Relacionado com estequiometria de reações; cálculo da quantidade das substâncias envolvidas em uma reação química, com base na lei de reações e executado, em geral, com o auxílio das equações químicas correspondentes.

BAP – Bali Action Plan | *Plano de Ação de Bali*, incluído no Roteiro de Bali (*Bali Road Map*), adotado na COP 13 (Bali, Indonésia, 2007), introduziu o AWG-LCA.

Biodiesel | Combustível biodegradável derivado de fontes renováveis que pode ser produzido a partir de gorduras animais e espécies vegetais, como soja, palma, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso. No Brasil, a soja é principal matéria-prima utilizada.

Biomassa | Toda matéria orgânica não fóssil, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de calor, seja para uso térmico industrial, seja para geração de eletricidade e/ou que pode ser transformada em outras formas de energias sólidas (carvão vegetal, briquetes), líquidas (etanol, biodiesel) e gasosas (biogás de lixo).

Biocombustíveis | *Biofuels*. Um combustível produzido a partir de matéria orgânica seca ou óleos combustíveis produzidos pelas plantas. Esses combustíveis são considerados renováveis desde que a vegetação que os produz seja mantida ou replantada, como a lenha, o álcool fermentado a partir do açúcar e os óleos combustíveis extraídos da soja. Seu uso no lugar de combustíveis fósseis

corta as emissões de GEE porque as plantas que são as fontes de combustível capturam CO₂ da atmosfera.

C

Camada de Ozônio | O ozônio (O₃) é um dos gases que compõe a atmosfera e cerca de 90% de suas moléculas se concentram entre 20 e 35 km de altitude, região denominada de Camada de Ozônio. Sua importância está no fato de ser o único gás que filtra a radiação ultravioleta do tipo B (UV-B), nociva aos seres vivos.

Carbono azul | Carbono acumulado em manguezais, marinhas e pastos marinhos, e o solo, a biomassa aérea viva (folhas, ramos, galhos), a biomassa subterrânea viva (raízes) e a biomassa morta (detritos e madeira morta).

Cerrado | Localiza-se principalmente no Planalto Central Brasileiro e é um ecossistema similar às Savanas da África e da Austrália. É constituído por árvores relativamente baixas (até 20 metros), distribuídas entre arbustos e gramíneas. A vegetação típica do Cerrado possui troncos e ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade.

Chuva ácida | É chamada de chuva ácida a chuva ou outra precipitação atmosférica que tenha acidez maior que a do resultado obtido entre o dióxido de carbono da atmosfera dissolvido na água precipitada. Esta acidificação é produzida pelo dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂), ambos surgem da queima de carvão, poluentes industriais e combustíveis fósseis. Estes gases passam, então, a fazer parte da atmosfera terrestre e, quando entram em contato com o hidrogênio (vapor d'água), originam chuvas carregadas de ácido nítrico e sulfúrico.

Cloroplastos | São organelas (estruturas que ficam dentro das células) presentes nas células de vegetais e de outros organismos que realizam fotossíntese como, por exemplo, as algas.

CMA – Meeting of the Parties | Encontro dos países membros de um acordo que já foi assinado, no caso, o Protocolo de Quioto, com o objetivo de revisar o progresso feito em sua implementação e debater novos avanços. A CMP é uma das reuniões simultâneas que ocorrem durante a COP.

CMP – Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol | *Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo de Quioto*. O órgão supremo da Convenção é a COP, que serve como reunião das Partes do Protocolo de Quioto. As sessões da COP e da CMP são realizadas durante o mesmo período para reduzir custos e melhorar a coordenação entre a Convenção e o Protocolo.

CMS – Convention on the Conservation of Migratory of Wild Animals | Convenção da ONU sobre a Conservação de Espécies Migratórias de Animais Silvestres.

Coalizão para as Nações de Floresta Tropical | *Coalition for Rainforest Nations*. Um grupo voluntário de nações com florestas tropicais; a maioria, em desenvolvimento. Aborda questões relacionadas à sustentabilidade ambiental específica das florestas tropicais. A participação não implica necessariamente que os países aderiram a quaisquer políticas internas específicas ou posições de negociação dentro do contexto internacional.

CO₂ equivalente – CO₂ eq | *Carbon Dioxide Equivalent*. Medida quantitativa de um GEE em comparação ao CO₂, levando em consideração o Potencial de Aquecimento Global desse gás. Expressa o quanto de CO₂ seria emitido caso o GEE em questão fosse emitido na forma deste gás. Entretanto, neste documento, o conceito de carbono equivalente refere-se à comparação em termos de composição molecular.

Comércio de emissões | Um dos três mecanismos de Quioto, pelo qual uma Parte do Anexo I pode transferir unidades do Protocolo de Quioto para outra Parte do Anexo I ou adquirir unidades de outra Parte do Anexo I. Uma Parte do Anexo I deve atender a requisitos específicos de elegibilidade para participar do comércio de emissões.

Compromissos voluntários | Um esboço de artigo considerado durante a negociação do Protocolo de Quioto que permitiria aos países em desenvolvimento aderirem voluntariamente a metas de emissões legalmente vinculantes. A linguagem proposta foi abandonada na fase final das negociações. A questão permanece importante para algumas delegações e continua a ser discutida, atualmente no contexto do Plano de Ação de Bali, em termos do que constitui “voluntário”.

Comunicação nacional | Um documento submetido de acordo com a Convenção (e o Protocolo) pelo qual uma Parte informa as outras Partes sobre as atividades realizadas para tratar da mudança do clima. A maioria dos países desenvolvidos já submeteu sua quinta comunicação nacional. A maioria dos países em desenvolvimento completou sua primeira comunicação nacional e está preparando a segunda.

Conferência das Partes (Conference of the Parties - COP) | Órgão máximo da UNFCCC, composta por todos os países que a ratificaram. É o corpo supremo da Convenção. Atualmente reúne-se uma vez por ano para rever o progresso da Convenção. A palavra “conferência” não é usada aqui no sentido de “reunião”, mas sim de “associação”. A “Conferência” se reúne em períodos de sessões, por exemplo, a “quarta sessão da Conferência das Partes”.

Conformidade | Cumprimento pelos países / empresas / indivíduos dos compromissos de redução e relato de emissões sob a UNFCCC e o Protocolo de Quioto.

COV – Compostos Orgânicos Voláteis | São substâncias químicas que contêm carbono que se convertem facilmente em vapores ou gases. Junto com o carbono, contêm outros gases elementos, como o hidrogênio, oxigênio, flúor, cloro, bromo, enxofre ou nitrogênio. Os COV são liberados em vários processos, tais como a aplicação de tintas e lacas, uso de solventes, fabrico de aço, fundição de sucatas, produção de materiais sintéticos (plásticos, alcatifas), queima de combustíveis como a gasolina, emprego de aromatizantes, desgorduramento de peças, lavagem a seco de roupa entre outras atividades tanto em nível industrial como doméstico.

CRF – Common Reporting Format | Formato de relatório padronizado para relatar estimativas de emissões e remoções de GEE e outras informações relevantes pelas Partes do Anexo I.

CSD – United Nations Commission on Sustainable Development | Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

D

Declaração | Uma declaração política não vinculativa feita por ministros que participam de uma reunião importante (por exemplo, Declaração Ministerial de Marrakesh da COP 7).

Delegação nacional | Um ou mais funcionários com poderes para representar e negociar em nome de um Governo.

Desenvolvimento sustentável | Desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades.

Desmatamento | *Deforestation*. Conversão de floresta para não-floresta.

Diálogo de Cartagena | *Cartagena Dialogue*. Uma coleção de cerca de 40 países que estão trabalhando para um ambicioso acordo legalmente vinculativo sob a UNFCCC e que estão comprometidos em se tornar ou permanecer com baixo carbono no mercado interno. Os participantes incluem: Antígua e Barbuda, Austrália, Bangladesh, Barbados, Burundi, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dinamarca, República Dominicana, Etiópia, União Européia, França, Gâmbia, Geórgia, Alemanha, Gana, Granada, Guatemala, Indonésia, Quênia, Líbano, Malawi, Maldivas, Ilhas Marshall, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Panamá, Peru, Ruanda, Samoa, Espanha, Suazilândia, Suécia, Suíça, Tajiquistão, Tanzânia, Uganda, Emirados Árabes Unidos e Reino Unido.

E

Efeito Estufa | Fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra, essencial para manter a temperatura do planeta em condições ideais para a sobrevivência dos seres vivos.

Efeitos indiretos (também chamados de “efeitos rebote” ou “efeitos de retomada” | Reverberações em países em desenvolvimento são causadas por ações tomadas por países desenvolvidos para reduzir as emissões de GEE. Por exemplo, as reduções de emissões nos países desenvolvidos poderiam reduzir a demanda por petróleo e o seus preços internacionais, levando a um maior uso do petróleo e maiores emissões nos países em desenvolvimento, parcialmente compensando os cortes originais. As estimativas atuais são de que a implementação em larga escala do Protocolo de Quioto pode fazer com que 5% a 20% das reduções de emissões nos países industrializados “vazem” para os países em desenvolvimento.

EIT – Countries with Economies in Transition | Países com Economias em Transição. Países da Europa Central e Oriental e antigas repúblicas da União Soviética em processo de transição de economias controladas pelo Estado para economias de mercado.

Emissões antropogênicas de GEE | Emissões de GEE resultantes de atividades humanas.

Emissões brutas | As estimativas de emissões brutas de GEE não consideram a remoção de CO₂ pelas mudanças de uso do solo, isto é, a quantidade de carbono fixado pelo crescimento da vegetação.

Emissões fugitivas de combustível | Emissões de GEE como subprodutos ou desperdício no processo de produção, como o metano, liberado durante a perfuração e o refino de petróleo e gás ou vazamento de gás natural de dutos.

Emissões líquidas | Estimativas de emissões de GEE que considera a remoção do CO₂ pela mudança de uso do solo, ou seja, quantidade de carbono fixado pelo crescimento da vegetação (emissões menos as remoções).

Energia renovável | Energia renovável é aquela originária de fontes naturais que possuem a capacidade de regeneração (renovação), ou seja, não se esgotam.

Entrada em vigor | O ponto no qual um acordo intergovernamental se torna legalmente vinculante, ocorrendo em um intervalo pré-estabelecido depois que um número pré-estabelecido e requerido de ratificações por países foi alcançado. A UNFCCC exigiu 50 ratificações para entrar em vigor. A partir de então, para cada nova Parte, a

Convenção entra em vigor 90 dias após essa parte ratificar a Convenção.

Environmental Integrity Group | Grupo de Integridade Ambiental. Coalizão ou aliança de negociação formada pelo México, República da Coreia, Suíça, Lichtenstein e Mônaco.

Era pré-industrial | Refere-se ao modo de vida da sociedade até aproximadamente 1750, anterior à Revolução Industrial.

ESCAP – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific | Comissão Econômica e Social para a Ásia e o Pacífico.

Eutrofização | Processo através do qual um corpo d'água adquire níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição.

F

Fast-start Finance – FSF | Na COP 15 (Copenhague, 2009), os países desenvolvidos se comprometeram a fornecer recursos novos e adicionais, incluindo florestas e investimentos, aproximando-se de US\$ 30 bilhões para o período 2010-2012 e com alocação equilibrada entre mitigação e adaptação. Esse compromisso coletivo passou a ser conhecido como “Fast-start Finance” (financiamento rápido).

Fermentação entérica do gado | Herbívoros ruminantes, como bovinos, ovinos, bubalinos e caprinos, através da fermentação entérica, um processo digestivo que ocorre no rúmen, produzem metano. As emissões globais desse gás geradas a partir dos processos entéricos são estimadas em 80 milhões de toneladas anuais, correspondendo a cerca de 22% das emissões totais de metano geradas por fontes antrópicas (U.S EPA, 2000).

Floresta Estacional Semidecidual – FES | A Floresta Estacional Semidecidual responde ao clima com um ritmo sazonal: no período desfavorável do ano, parte das árvores do dossel perdem folhas, o que resulta em maior variação e disponibilidade de luz para as espécies de subosque e, portanto, refletindo na dinâmica florestal.

Florestas Ombrófilas – FO | As florestas ombrófilas são caracterizadas por serem perenifólias (sempre verde) e ocorrerem em clima de elevadas temperaturas e alta precipitação bem distribuída durante o ano.

Florestamento | *Afforestation*. Plantio de novas florestas em terras que historicamente não continham florestas.

Forçamento radioativo | *Radiative Forcing – RF*. Medida da influência de um GEE em alterar



o equilíbrio de entrada e saída de energia no sistema Terra-atmosfera. Perturbação no balanço entre as radiações solar incidente e infravermelho emergente que ocorre devido a mudança na concentração dos GEE.

Fotossíntese | Processo realizado por organismos produtores onde a água e o dióxido de carbono são sintetizados em carboidratos, na presença de luz (energia).

Fundo dos Países Menos Desenvolvidos | *Least Developed Country Fund – LDCF*. O fundo foi estabelecido para apoiar um programa de trabalho para assistir as Partes de Países Menos Desenvolvidos a realizar, preparar e implementar programas de ação nacionais de adaptação (NAPAs). O *Global Environment Facility – GEF*, como a entidade que opera o mecanismo financeiro da Convenção, foi encarregado de operar esse fundo.

Fundo Especial sobre Alterações Climáticas | *Special Climate Change Fund – SCCF*. Criado para financiar projetos relacionados com adaptação, transferência de tecnologia e capacitação, energia, transportes, indústria, agricultura, silvicultura e gestão de resíduos e diversificação econômica. Este fundo deve complementar outros mecanismos de financiamento para a implementação da Convenção. O *Global Environment Facility (GEF)*, como entidade que opera o mecanismo financeiro da Convenção, foi encarregado de operar esse fundo.

G

Gases de efeito estufa – GEE | *Greenhouse Gases – GHGs*. Os gases atmosféricos responsáveis por causar o aquecimento global e as mudanças climáticas. Os principais GEE são dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Menos prevalente - mas muito poderoso - os gases de efeito estufa são hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Gases traços | *Trace Gases*. Qualquer componente gasoso cuja concentração na atmosfera terrestre seja menor do que 1%.

Global Environment Facility – GEF | *Fundo Mundial para o Meio Ambiente*. O GEF é uma organização financeira independente que fornece subsídios a países em desenvolvimento para projetos que beneficiam o meio ambiente global e promovam meios de subsistência sustentáveis em comunidades locais. As Partes da Convenção atribuíram a operação do mecanismo financeiro ao GEF em uma base contínua, sujeita a revisão a cada quatro anos. O mecanismo financeiro é responsável perante a COP.

Green Climate Fund – GCF | *Fundo Climático Verde*. Estabelecido na COP 16 (Cancún, 2010), como uma entidade operacional do mecanismo financeiro da Convenção no âmbito do seu Artigo 11. O GCF apoia projetos, programas, políticas e outras atividades em países em desenvolvimento.

Grupo de Ligação Conjunta | *Joint Liaison Group – JLG*. Grupo de representantes das Secretarias da UNFCCC, CDB e UNCCD, criado para explorar atividades comuns para enfrentar problemas relacionados às mudanças climáticas, biodiversidade e desertificação.

GRULAC | Grupo integrante da UNFCCC, formado pelos Estados Latino-Americanos e Caribenhos.

Grupo de 77 (G - 77) e China | Uma grande aliança de negociação de países em desenvolvimento que se concentra em vários tópicos internacionais, incluindo a mudança climática. O G -77 foi fundado em 1967, sob os auspícios da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (*United Nations Conference on Trade and Development – UNTAD*). Procura harmonizar as posições negociadoras dos seus 131 Estados membros.

Grupo de países montanhosos sem litoral | Grupo de negociações formalmente estabelecido em junho de 2010 pelos governos da Armênia, Quirguistão e Tadjiquistão, enfocou as questões enfrentadas pelos países montanhosos em desenvolvimento, especificamente vulneráveis aos custos de transporte e insegurança alimentar, com vistas a expandir o grupo para incluir outros países interessados.

Grupos regionais | Alianças de países, na maioria dos casos compartilhando a mesma região geográfica, que se reúnem privadamente para discutir questões e nomear membros do escritório e outros funcionários para atividades sob a UNFCCC. Os cinco grupos regionais são a África, a Ásia, a Europa Central e Oriental (CEE), a América Latina e o Caribe (GRULAC) e o Grupo da Europa Ocidental e Outros (WEOG).

GWP – Global Warming Potential | *Potencial de Aquecimento global*. Índice representando o efeito combinado dos diferentes tempos de GEE permanecerem na atmosfera e sua eficácia relativa na absorção de radiação infravermelha de saída.

H

Halogênios | São compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por um átomo de um halogênio. Os halogênios são, em ordem de peso



atômico, flúor, cloro, bromo, iodo e outros elementos menos importantes. Os compostos de cloro e bromo destroem a camada de ozônio.

“Hot air” | “Ar quente”. Se refere à preocupação de que alguns governos poderão cumprir suas metas de emissões de GEE com o mínimo esforço e inundar o mercado com créditos de emissões, reduzindo o incentivo para outros países cortarem suas próprias emissões domésticas.

I

IAR – Independent Assessment Report | Relatório de Avaliação Independente do Registro de Transações Internacionais de cada Parte do Anexo I que, por sua vez, faz parte dos requisitos de relatório da Parte à UNFCCC. O IAR é encaminhado para equipes de revisão de especialistas como parte da revisão de registros adicionais no âmbito do Artigo 8 do Protocolo de Quioto. O procedimento para produzir o IAR é projetado para fornecer uma avaliação independente de cada registro nacional.

ICCP – International Climate Change Partnership | Coalizão global de empresas e associações comerciais comprometidas com a participação construtiva na formulação de políticas internacionais sobre mudança climática.

ICLEI – International Council of Local Environmental Initiatives | Conselho Internacional de Iniciativas Locais.

IEA – International Energy Agency | Agência Internacional de Energia.

IGO – Intergovernmental Organization | Organização Intergovernamental.

Ilhas de calor | Ilhas de calor se refere a uma anomalia térmica resultante, entre outros fatores, das diferenças de absorção e armazenamento de energia solar pelos materiais constituintes da superfície urbana. Suas principais causas são: atividades antrópicas (mudança de uso e cobertura da terra, ar condicionado, indústrias, meios de transporte, etc); e propriedades das superfícies urbanas (telhados e pavimentos são tipicamente escuros e absorvem mais de 80% da energia da radiação solar. Essas superfícies emitem calor e fazem o ar do entorno aquecer).

Implementação Conjunta | *Joint Implementation - JI*. Um mecanismo sob o Protocolo de Quioto através do qual um país desenvolvido pode receber “unidades de redução de emissões”, quanto ajuda a financiar projetos que reduzem as emissões líquidas de GEE em outro país desenvolvido. Na prática, o país receptor provavelmente será um país com “economia em transição”. A Parte do

Anexo I deve atender a requisitos específicos de elegibilidade para participar da Implementação Conjunta.

IMO – International Maritime Organization | Organização Marítima Internacional.

INC – Intergovernmental Negotiating Committee for UNFCCC | Comitê Intergovernamental de Negociações da UNFCCC (1990-1995), criado para redigir a Convenção. O INC reuniu-se em cinco sessões, entre fevereiro de 1991 e maio de 1992. Depois que o texto da Convenção foi aprovado em 1992, o INC se reuniu mais seis vezes para preparar a COP 1. Concluiu seus trabalhos em fevereiro de 1995.

INDC – Intended Nationally Determined Contributions | Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas. Intenção de metas de redução de GEE, proposta voluntariamente por cada Parte, no âmbito do Acordo de Paris. Com a ratificação do Acordo de Paris pela Parte, as metas deixam de ser pretendidas e se tornam compromissos oficiais, passando a ser designadas *NDC - Nationally Determined Contributions*.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change | Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o IPCC pesquisa literatura científica e técnica mundial e publica relatórios de avaliação que são amplamente reconhecidos como as fontes de informação mais confiáveis sobre as mudanças climáticas. O IPCC também trabalha com metodologias e responde a solicitações específicas dos órgãos subsidiários da Convenção. O IPCC é independente da Convenção.

J

JUSSCANNZ | Acrônimo representando países industrializados não pertencentes à UE que ocasionalmente se reúnem para discutir várias questões relacionadas com as alterações climáticas. Os membros são Japão, Estados Unidos, Suíça, Canadá, Austrália, Noruega e Nova Zelândia. A Islândia, o México e a República da Coreia também podem participar das reuniões do Grupo de Trabalho Conjunto JUSSCANNZ.

L

Legalmente vinculante | *Legally binding*. Um acordo é legalmente vinculante quando ele tem peso de lei internacional e países que não cumprirem estão sujeitos a sanções de algum tipo. O Protocolo de Quioto é “*legally binding*”, o Acordo de Copenhague não o é.

M

Macrometrópole Paulista | É um dos maiores aglomerados urbanos do Hemisfério Sul. Abriga a Região Metropolitana de São Paulo (entre as seis maiores do mundo), além das RMs da Baixada Santista, de Campinas, de Sorocaba e do Vale do Paraíba e Litoral Norte, as Aglomerações Urbanas de Jundiaí e de Piracicaba e a Unidade Regional de Bragantina, ainda não institucionalizada; totaliza 175 municípios - 50% da área urbanizada do Estado.

Mangue | Vegetação presente nos estuários que são os corpos d'água costeiros que se encontram, permanente ou periodicamente, abertos ao mar e no qual existe variação de salinidade devido à mistura de água salgada com a água doce proveniente dos rios do continente.

Material Particulado | Refere-se a um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaça e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. As principais fontes de emissão de particulados para a atmosfera são: veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, ressuspensão de poeira do solo, entre outros.

Mecanismo Financeiro | *Financial Mechanism*. Para facilitar o fornecimento de financiamento climático, a UNFCCC estabeleceu um mecanismo financeiro para fornecer fundos aos países em desenvolvimento Parte da Convenção. O mecanismo financeiro também atende ao Protocolo de Quioto. A Convenção estabelece que o funcionamento do mecanismo financeiro pode ser confiado a uma ou mais entidades internacionais existentes. O *Global Environment Facility* – GEF, serviu como uma entidade operacional do mecanismo financeiro por muitos anos e, na COP 17 (2011), as Partes também decidiram designar o *Green Climate Fund* – GCF, como uma entidade operacional do mecanismo financeiro. O mecanismo financeiro é responsável perante a COP, que decide sobre suas políticas, prioridades do programa e critérios de elegibilidade para financiamento.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) | *Clean Development Mechanism* – CDM. Um mecanismo sob o Protocolo de Quioto através do qual os países desenvolvidos podem financiar projetos de redução ou remoção de emissões de GEE em países em desenvolvimento, e receber créditos para isso que podem ser aplicados para cumprir limites obrigatórios em suas próprias emissões.

Mecanismos de Quioto | Três procedimentos estabelecidos no Protocolo de Quioto para aumentar a flexibilidade e reduzir os custos de cortes nas emissões de GEE. São eles: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean*

Development Mechanism), o Comércio de Emissões (*Emissions Trading*) e a Implementação Conjunta (*Joint Implementation*).

Mercado de carbono | *Carbon market*. Termo popular (mas enganoso) para um sistema de comércio através do qual os países podem comprar ou vender unidades de emissões de GEE em um esforço para cumprir seus limites nacionais de emissões, sob o Protocolo de Quioto ou outros acordos, como entre Estados membros da UE. O termo vem do fato de que o CO₂ é o GEE predominante, e outros gases são medidos em unidades chamadas de "CO₂ equivalente".

Mitigação | No contexto das alterações climáticas, uma intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de GEE. Os exemplos incluem o uso mais eficiente de combustíveis fósseis para processos industriais ou geração de eletricidade, mudança para energia solar ou eólica, melhoria do isolamento de edifícios e expansão de florestas e outros "sumidouros" para remover maiores quantidades de dióxido de carbono da atmosfera.

MRV – Measurable, Reportable and Verifiable | *Mensurável, Reportável e Verificável*. Um processo/conceito que potencialmente apoia uma maior transparência no regime de mudanças climáticas.

Mudanças Climáticas Globais | Mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.

N

Não-Parte | *Non-Party*. Um Estado que não ratificou a Convenção, mas participa de reuniões como observador.

National Adaptation Programmes of Action – NAPAs | *Programas Nacionais de Adaptação*. Documentos preparados pelos países menos desenvolvidos (*Least Developed Countries* – LDCs) identificando necessidades urgentes e imediatas de adaptação às mudanças climáticas.

Nationally Appropriate Mitigation Actions – NAMAs | *Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas*. Na COP 16, em Cancún, em 2010, os Estados decidiram criar um mecanismo para registrar as ações de mitigação nacionalmente apropriadas, buscando apoio internacional, para facilitar a compatibilização de financiamento, tecnologia e apoio à capacitação com essas ações.

Nationally Determined Contributions – NDC | *Contribuições Determinadas a Nível Nacional*. De acordo com o Artigo 4º, parágrafo 2, do Acordo de Paris, cada Parte deverá preparar, comunicar e

manter sucessivas contribuições determinadas a nível nacional (NDCs) que pretende alcançar. As Partes deverão adotar medidas nacionais de mitigação, com o objetivo de alcançar os objetivos de tais contribuições.

Normas internacionais ad hoc | Normas internacionais definidas para finalidade específica.

O

Observadores | Organizações não-governamentais e governos que não são Partes da Convenção, que podem participar, mas não votar, nas reuniões da COP, da CMP e dos órgãos subsidiários. Os observadores podem incluir as Nações Unidas e suas agências especializadas, outras organizações intergovernamentais, como a Agência Internacional de Energia Atômica, e as organizações não-governamentais (ONGs) credenciadas.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development | Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.

“Opções sem arrependimentos” | “*No-regrets options*”. Tecnologia para reduzir as emissões de GEE cujos outros benefícios (em termos de eficiência ou custos reduzidos de energia) são tão extensos que o investimento vale a pena apenas por esses motivos. Por exemplo, as turbinas a gás de ciclo combinado - nas quais o calor do combustível em combustão aciona as turbinas a vapor enquanto a expansão térmica dos gases de escape acionam as turbinas a gás - podem aumentar a eficiência das usinas geradoras de eletricidade em 70%.

OPEP – Organization of Petroleum Exporting Countries | Organização dos Países Exportadores de Petróleo.

Órgão Subsidiário | Um comitê que auxilia a Conferência das Partes. Dois órgãos subsidiários permanentes foram criados pela UNFCCC: o *Órgão Subsidiário de Implementação (SBI)* e o *Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA)*. Dois dos principais órgãos temporários existentes atualmente são o *Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Compromissos Adicionais para as Partes do Anexo I no âmbito do Protocolo de Quioto (AWG-KP)*, estabelecido na COP 11 em Montreal, e o *Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Ação Cooperativa de Longo Prazo sob a Convenção (AWG-LCA)*, estabelecido na COP 13 em Bali. Organismos subsidiários adicionais podem ser estabelecidos conforme necessário.

Órgão Subsidiário de Implementação | *Subsidiary Body for Implementation – SBI*. O SBI faz recomendações sobre questões políticas e implementação para a COP e, se solicitado, para outros órgãos.

Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico | *Subsidiary Body for Scientific*

and Technological Advice – SBSTA. Órgão subsidiário permanente da UNFCCC, estabelecido pela COP / CMP. O SBSTA é o elo entre informações e avaliações fornecidas por fontes especializadas (como o IPCC). Suas principais áreas de atuação incluem impactos, vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas, promover o desenvolvimento e a transferência de tecnologias ambientalmente adequadas e a realização de trabalho técnico para melhorar as diretrizes para a elaboração e revisão de inventários de GEE a partir das Partes do Anexo I. O SBSTA realiza trabalho metodológico sob a Convenção, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris, e promove a colaboração no campo da pesquisa e observação sistemática do sistema climático.

Organizações não-governamentais – ONGs |

Organizações que não fazem parte de uma estrutura governamental. Incluem grupos ambientalistas, instituições de pesquisa, grupos empresariais e associações de governos urbanos e locais. Muitas ONGs participam das negociações climáticas como observadores. Para ser credenciado para participar das reuniões sob a UNFCCC, as ONGs devem ser sem fins lucrativos.

P

Países Menos Desenvolvidos – PMD | *Least Developed Countries – LDCs*. Os países mais pobres do mundo. Os critérios atualmente usados pelo Conselho Econômico e Social (ECOSOC) para designação como um PMD incluem baixa renda, fraqueza de recursos humanos e vulnerabilidade econômica. Atualmente, 48 países foram designados pela Assembleia Geral da ONU como PMDs.

Parte | *Party*. Um Estado (ou organização regional de integração econômica, como a União Europeia), que concorda em estar obrigado por um tratado e para o qual o tratado entrou em vigor.

Partes do Anexo I | *Annex I Parties*. Definido pela UNFCCC. É a lista de países industrializados que teriam metas de mitigação a cumprir obrigatoriamente pelo Protocolo de Quioto. Na lista estão os países do chamado Primeiro Mundo e as economias em transição, do Leste Europeu.

Partes (não) Anexo I da UNFCCC | Refere-se aos países que ratificaram ou aderiram à UNFCCC e que não estão incluídos no Anexo I da Convenção. Atualmente, constam 154 Partes (não) Anexo I.

Partes do Anexo II da UNFCCC | *Annex II Parties*. Os países listados no Anexo II da Convenção, que têm a obrigação especial de fornecer recursos financeiros e facilitar a transferência de tecnologia para os países em desenvolvimento. As Partes do Anexo II incluem 24 membros, integrantes da OCDE e da UE.

Particulados Totais em Suspensão – PTS | Partículas de material sólido ou líquido que ficam



suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., com tamanho < 100 micra (unidade de medida que corresponde à milionésima (1 milhão) parte do metro. Principais fontes antropogênicas: processos industriais, veículos automotores, (exaustão), poeira de rua res-suspensa, queima de biomassa. Principais fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.

Perdas e danos | Na COP 16 (Cancún, 2010), os governos estabeleceram um programa de trabalho para considerar abordagens para lidar com perdas e danos associados aos impactos das mudanças climáticas em países em desenvolvimento, que são particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança climática, como parte do *Cancun Adaptation Framework*.

Permafrost | Também designado de pergelissolo é o tipo de solo encontrado na região do Ártico, constituído por terra, gelo e rochas permanentemente congelados.

Pesquisa e observação sistemática | Uma obrigação das Partes da UNFCCC, que são chamados a promover e cooperar em pesquisa e observação sistemática do sistema climático, e convocados a ajudar os países em desenvolvimento a fazê-lo.

PIB – Produto Interno Bruto | É a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, geralmente em um ano. Todos os países calculam o seu PIB nas suas respectivas moedas.

Pluviosidade | É o volume (quantidade) de chuvas que ocorre em uma determinada área (cidade, bairro ou região) em um determinado período de tempo (dia, mês ou ano).

Políticas e Medidas | *Policies And Measures – PAMs*. Expressão frequentemente usada referente às medidas implementadas ou a serem tomadas pelos países para reduzir as emissões de GEE sob a UNFCCC e o Protocolo de Quioto. Algumas políticas e medidas possíveis estão listadas no Protocolo e podem oferecer oportunidades para cooperação intergovernamental.

Potencial de Aquecimento Global | *Global Warming Potential – GWP*. Índice utilizado para representar o potencial de aquecimento de um GEE em relação ao potencial de aquecimento do CO₂.

ppb | unidade de concentração. Representa partes do elemento em questão por bilhão de partes do meio que o envolve.

ppm | unidade de concentração. Representa partes do elemento em questão por milhão de partes do meio que o envolve.

Protocolo | Um acordo internacional vinculado a uma convenção existente, mas como um acordo separado e adicional que deve ser assinado e ratificado pelas Partes da convenção em questão.

Os protocolos normalmente fortalecem uma convenção, adicionando novos compromissos mais detalhados.

Protocolo de Montreal | *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer* – Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, um acordo internacional adotado em Montreal, em 1987.

Protocolo de Quioto | *Kyoto Protocol*. Um acordo internacional que se mantém independente e requer ratificação separada por parte dos governos, mas ligado à UNFCCC. O Protocolo de Quioto, entre outras coisas, estabelece metas obrigatórias para a redução das emissões de GEE pelos países industrializados.

R

Radiação ultravioleta – R-UV | É a parte do espectro eletromagnético referente aos comprimentos de onda entre 100 e 400 nm.

Ratificação | Aprovação formal, muitas vezes por um Parlamento ou outra legislação nacional, de uma convenção, protocolo ou tratado, permitindo que um país se torne uma Parte. A ratificação é um processo separado que ocorre após um país ter assinado um acordo. O instrumento de ratificação deve ser depositado junto a um “depositário” (no caso da UNFCCC, o Secretário-Geral da ONU) para iniciar a contagem regressiva para se tornar uma Parte (no caso da Convenção do Clima, a contagem regressiva é de 90 dias).

Recomendação | Um ato formal da COP ou da CMP que é mais fraco que uma decisão ou uma resolução, e não é vinculante para as Partes da UNFCCC ou do Protocolo de Quioto.

REDD | *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*. Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal.

Reduções Certificadas de Emissões | *Certified Emission Reductions – CER*. Unidade do Protocolo de Quioto igual a 1 tonelada métrica de CO₂ equivalente. CERs são emitidos para reduções de emissões de atividades de projeto de MDL. Dois tipos especiais de CERs denominados redução temporária de emissões certificadas (*tCERs – temporary Certified Emission Reduction*) e reduções certificadas de emissão de longo prazo (*long-term Certified Emission Reductions*) são emitidos para remoções de emissões de projetos de florestamento e reflorestamento de MDL.

Reflorestamento (Reforestation) | Re-plantar florestas em terras que anteriormente continham florestas, mas que foram convertidas para algum outro uso.

Região Metropolitana da Baixada Santista – RMBS | A RMBS é integrada por nove municípios

– Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente. A região responde por 3,15% do PIB paulista (2016) e concentra 4,09% da população do estado (1,81 milhão de pessoas).

Região Metropolitana de São Paulo – RMSP

| A RMSP concentra 39 municípios e é o maior polo de riqueza nacional. Com uma população de 20,99 milhões de pessoas (2019), participa com 54,36% no PIB do Estado (2016). Fazem parte da RMSP: São Paulo; Sub-região Leste: Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel, Suzano; Sub-região Norte: Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, Mairiporã; Sub-região Oeste: Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba; Sub-região Sudeste: Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul; Sub-região Sudoeste: Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra, Vargem Grande Paulista.

Reservatórios ou sumidouros | Um componente ou componentes do sistema climático onde um GEE ou um precursor de um GEE é armazenado. As árvores são “reservatórios de GEE”.

Revolução industrial | processo marcado pela transformação do modo de produção artesanal para o modo industrial, aproximadamente entre 1750 e 1840. Neste período ocorreram o desenvolvimento de máquinas e a substituição da madeira pelo carvão mineral como fonte de energia.

RIO 92 | Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também designada como “Cúpula da Terra”. Evento marco para três convenções ambientais, duas das quais foram adotadas na “Cúpula da Terra” de 1992 no Rio de Janeiro: a Convenção-Quadro das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNFCCC) e a Convenção sobre Biodiversidade (CBD), enquanto a terceira, a Convenção das Nações Unidas. Combat Desertification (UNCCD), foi adotada em 1994. As questões abordadas pelos três tratados estão relacionadas - em particular, as alterações climáticas podem ter efeitos adversos na desertificação e biodiversidade - e através de um Grupo de Ligação Conjunta, os secretariados das três convenções tomam medidas para coordenar as atividades para alcançar um progresso comum.

Rio + 20 | Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro, Brasil, de 4 a 6 de junho de 2012.

Runoff | Escoamento superficial. Fluxo de água que ocorre na superfície do solo quando este se encontra saturado de umidade.

S

Secretaria de Mudanças Climáticas | *Climate Change Secretariat*. O escritório é composto por funcionários públicos internacionais responsáveis por “atender” à UNFCCC e garantir o seu bom funcionamento. O secretariado organiza as reuniões, compila e prepara relatórios e realiza a coordenação de ações com outros organismos internacionais relevantes. A Secretaria de Mudanças Climáticas, com sede em Bonn, na Alemanha, está institucionalmente vinculada à ONU.

Sequestro de carbono | *Carbon sequestration*. O processo de remoção de carbono da atmosfera e seu depósito em um reservatório.

SIDS – Small Island Developing States | Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento.

Sink – Sumidouro | Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um GEE, um aerossol ou um precursor de um GEE da atmosfera. Florestas e outras vegetações são consideradas sinks por que elas removem o dióxido de carbono através da fotossíntese.

T

Transferência Tecnológica | Um amplo conjunto de processos cobrindo os fluxos de know-how, experiências e equipamentos para mitigação e adaptação às mudanças climáticas entre os diferentes interessados.

U

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change | *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*.

União Europeia – UE | Enquanto uma organização regional de integração econômica, a UE é parte da UNFCCC e do Protocolo de Quioto. No entanto, ela não tem um voto separado daquele de seus Estados membros. Dado que a UE assinou a Convenção quando era conhecida como CEE (Comunidade Econômica Européia), a UE conserva este nome para todos os fins formais relacionados à UNFCCC. Os membros são: Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polônia, Portugal, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia e Reino Unido.



Unidade de Redução de Emissões | *Emission Reduction Unit – ERU*. Unidade do Protocolo de Quioto igual a uma tonelada métrica de CO₂ equivalente. As ERUs são geradas para reduções de emissões ou remoções de emissões de projetos conjuntos de implementação.

Unidade de Remoção | *Removal Unit – RMU*. Uma unidade de remoção do Protocolo de Quioto é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. As RMUs são geradas nas partes do Anexo I pelas atividades LULUCF que absorvem dióxido de carbono.

Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas | *Land Use, Land Use Change and Forestry – LULUCF*. Um setor de inventário de GEE que cobre as emissões e remoções de GEE resultantes do uso direto da terra, mudanças no uso da terra e atividades florestais.

V

Vazamento | A parcela de corte das emissões de GEE pelos países desenvolvidos – países que tentam cumprir os limites obrigatórios do Protocolo de Quioto – que podem reaparecer em outros países não limitados por tais limites. Por exemplo, as corporações multinacionais podem transferir fábricas de países desenvolvidos para países em desenvolvimento para escapar de restrições às emissões.

Vulnerabilidade | O grau em que um sistema é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade climática e os extremos. A vulnerabilidade é uma função da característica, magnitude e taxa de variação climática à qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa.

W

WEOG – Western European and Others Group | Grupo regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental e outros.

PARTE 2

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO



2.4 REGULAÇÃO CLIMÁTICA

Coordenador

Augusto José Pereira Filho | IAG/USP

Autores

Augusto José Pereira Filho | IAG/USP

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Frederico Luiz Funari | IAG/USP

Foto da abertura do capítulo:
Inversão térmica na
Cidade de São Paulo,
a partir do Pico do Jaraguá.
Fonte: Augusto José Pereira
Filho (2006).



SUMÁRIO



Resumo	373
1 Introdução	374
2 O clima na RBCV.....	375
3 Clima e ecossistemas.....	387
4 Ilhas de calor urbano	393
5 Serviço ecossistêmico de regulação climática e bem-estar humano.....	404
Conclusões	407
Referências	408
Glossário.....	411

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Esquema do ciclo hidrológico no sistema terrestre global, Precipitação (P); Evaporação/ Evapotranspiração (E); Transporte de vapor d' água (Q); Escoamento superficial (Ro); Escoamento subterrâneo (Ru).
- Figura 2** Imagem da RBCV, com a RMSP ao centro e localizações da EMC do IAG/USP, na avenida Paulista até 1932 (EMC) e, depois, no PEFI. Cores marrons, verde escuro e claro indicam áreas urbanas, vegetadas e represas, respectivamente.
- Figura 3** Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo.
- Figura 4** Distribuição espacial da precipitação média (A) e fração de dias de chuva média anual (B) no estado de São Paulo no período de 1947 a 1997. Escala de cores indica acumulação (mm).
- Figura 5** Evolução temporal da precipitação diária (A) e temperatura diária (B) máximas absolutas anuais medidas no PEFI entre 1933 e 2018. As respectivas médias e desvios padrão são 74,3 mm +/- 22,5 mm e 33,4°C +/- 1,1°C.
- Figura 6** Projeção de aumento da temperatura média global entre 2071 e 2100 para os hemisférios Norte e Sul (A) e anomalia de temperatura da superfície do mar em 5 de julho de 2018 (B).
- Figura 7** Evolução temporal das anomalias de temperatura do ar (T), umidade relativa (UR) (A), vento zonal (u) e meridional (v) e pressão (B), definidas a partir das médias anuais do período de 1936 a 2005 estimadas com os dados da Estação Meteorológica do IAG USP.
- Figura 8** Ilha de calor registrada em imagem IR do satélite GOES-12 às 1540 UTC de 29 de março de 2007. Escala de cores indica temperatura (°C) estimada.
- Figura 9** Imagem de satélite (EOS 2008) da RBCV, com RMSP, ao centro (A); média mensal da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) para períodos diurnos (B) e noturnos (C), em outubro de 2001. A figura (A) mostra as localizações de áreas rurais (r), centro urbano (u) e limite (b) da RMSP.
- Figura 10** Ilustração dos efeitos da ilha de calor, provocadas pelo homem (A), na variabilidade e localização de precipitação (B).
- Figura 11** Baixada Santista e suas áreas urbanizadas (A) e a orla alterada de Santos (B).
- Figura 12** As diferentes fontes de vapor de água que abastecem a RBCV, vindas do Nordeste, Pantanal, Amazônia e Oceano Atlântico.
- Figura 13** Campos de vento em 850 hPa ($m s^{-1}$) (A) e umidade específica ($kg kg^{-1}$) (B).
- Figura 14** Espessura ótica da pluma de material particulado proveniente das queimadas na Amazônia sobre a RBCV, em 19 de agosto de 2019.
- Figura 15** Imagem do satélite GOES-16 dos canais IR (A) e VIS (B), precipitação ($mm h^{-1}$) com radar meteorológico de São Paulo (C) e registro fotográfico (D) às 16h29, de 19 de agosto de 2019.
- Figura 16** Imagem da RBCV, com destaque para a RMSP e 20 sites selecionados para integrar a rede Micronet de estações meteorológicas automáticas. A letra "P" corresponde às estações previstas e a letra "I" para as áreas com estações instaladas no PEFI (Parque CienTec) e EACH/USP.
- Figura 17** Cercado da Estação Meteorológica com o abrigo meteorológico no primeiro plano, pluviômetros no segundo plano e torre metálica da Estação Meteorológica Automática ao fundo (A); rede de sensores de umidade de solo (B); e sensor de nível do lago do PEFI (C) instalados no Parque CienTec.



- Figura 18** Evolução temporal da temperatura do solo e do ar média mensal (A) e energia onda curta e saldo de energia (B); chuva acumulada mensal (C) e volume de água total armazenada no solo até 3 m de profundidade (D); perfil médio, máximo e mínimo de umidade no solo (E) e variação mensal da umidade do solo (F).
- Figura 19** As 10 maiores precipitações diárias e temperaturas horárias registradas na cidade de São Paulo, medidas pela Estação Meteorológica do IAG/USP, entre 1933 e 2018; estão indicados o ano da ocorrência e respectivo valor.
- Figura 20** Radiação solar e refletida (albedo) e fluxos de calor sensível e latente para diferentes usos e ocupações do solo: floresta (A); pastagem (B) e urbano (C), para condições de calmaria.
- Figura 21** Cobertura arbórea (A) e temperatura aparente de superfície em 2008 (B) e em 2015 (C) no município de Guarulhos.
- Figura 22** Projetos implantados pelo PIV em Guarulhos. Avenida Paulo Facchini (centro), trecho entre a av. Tiradentes até a av. Monteiro Lobato, em 2009 (A) e 2017 (B) e ilha verde implantada no Parque CECAP/SEMA, em 2009, com temperatura ao sol registrada de 35°C (C) e em 2017, com temperatura de superfície 17°C, registrada à sombra (D).
- Figura 23** Temperatura de brilho do canal IR do satélite GOES-8 em 11 de outubro de 2002. Tons escuros indicam temperaturas mais altas e, tons mais claros, mais baixas. Contorno geográfico do Estado de São Paulo está indicado em preto, RBCV em contorno branco. Horários em UTC.
- Figura 24** Evolução temporal de variáveis meteorológicas de 18 eventos de enchentes associadas à brisa marítima e ilha de calor.
- Figura 25** Distribuição espacial de chuva acumulada estimada com o radar meteorológico de São Paulo, para 18 eventos de enchentes associados com brisa marítima e ilha de calor na RBCV.
- Figura 26** Distribuição espacial da frequência (%) de chuva acumulada, acima (A) e abaixo (B) de 10 mm h⁻¹ para todos os 18 eventos de enchentes associadas com brisa marítima e ilha de calor na RBCV.
- Figura 27** Número de danos causados por eventos severos na RMBS, registrados por município (1980-2015).
- Figura 28** Registros fotográficos de impactos relacionados a eventos climáticos na RMBS: queda de marquise de um posto de combustíveis em Santos (A); maré alta e ressaca em Santos (B); desabamento do teto do shopping de Praia Grande (C); árvore que caiu sobre dois ambulantes, na Praça Carlos Antonio Menon, em São Vicente (D); queda de árvore com destruição de calçada em Santos (E).
- Figura 29** Imagem aérea do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, com a localização do Parque CienTec, em São Paulo. Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo.
- Figura 30** Vista aérea do Parque CienTec/USP, localizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga.
- Figura 31** Entrada do Parque CienTec/USP.
- Figura 32** Áreas de estudo sobre potencial da arborização viária na redução do consumo de energia, na cidade de São Paulo.

QUADROS

Quadro 1 O Programa Ilhas Verdes Urbanas do município de Guarulhos.

Quadro 2 Estudo de caso: O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga.

Quadro 3 Estudo de caso: Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica.

TABELAS

Tabela 1 Valores médios mensais de variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica, insolação, radiação solar e evaporação.

Tabela 2 Balanço hídrico (mm) da bacia hidrográfica PEFI (1999-2000).

Tabela 3 Valores da Temperatura Aparente em Superfície °C (TAS) de acordo com o tipo de cobertura da terra.

Tabela 4 Eventos severos na cidade de São Paulo, entre 2002 e 2004.

Tabela 5 Ocorrência mensal de pontos de alagamento na cidade de São Paulo.

Tabela 6 Precipitação mensal e anual (mm) para a cidade de São Paulo para o período de 1998/1999 e 2010/2011.

SIGLAS

BM Brisa marítima

CIENTEC (Parque) Parque de Ciência e Tecnologia/USP

°C Graus Celsius

CGE Centro de Gerenciamento de Emergências

CLP Camada Limite Planetária

e.g. por exemplo

DEA Descargas elétricas atmosféricas

DCA Departamento de Ciências Atmosféricas

DT Deslizamento de terra

EM Estação Meteorológica

EMA Estação Meteorológica Automática

FSP Faculdade de Saúde Pública

IAG Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IR Infravermelho

PA Pontos de alagamento

PEFI Parque Estadual das Fontes do Ipiranga

PCR Pico de congestionamento registrado

Pmax Precipitação máxima

PMSP Prefeitura Municipal de São Paulo

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

RMBS Região Metropolitana da Baixada Santista

RMSP Região Metropolitana de São Paulo

RFV Rajadas de vento forte

TAI Transporte aéreo interrompido

TAS Temperatura Aparente de Superfície

Tdmx Temperatura do ponto de orvalho máxima

Tmax Temperatura do ar máxima

USP Universidade de São Paulo

VT Vítimas fatais



RESUMO

AVila de São Paulo de Piratininga, atualmente cidade de São Paulo, assim como outras grandes cidades do mundo, cresceu ao longo dos seus rios, essenciais para as atividades humanas. Com a urbanização, na área central da RBCV, a rede de drenagem foi recoberta por ruas e avenidas e alterou o ciclo da água e a circulação do ar. As características de tempo e clima da região se configuram como objeto de análise, destacando-se as consequências da ação antrópica na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e na Serra do Mar (SM). Os principais sistemas de tempo locais são discutidos à luz das suas características morfológicas e respectivos impactos, tais como enchentes e deslizamentos. A climatologia e evolução climática são objeto de análise a partir das séries de dados da Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP), que possibilitou a avaliação do papel do clima no estabelecimento dos ecossistemas e a regulação destes nas condições climáticas da RBCV. Com a degradação, diminuição e desaparecimento dos ecossistemas originais, o ambiente perde sua capacidade de proporcionar benefícios ecossistêmicos. Sinergicamente, devido às mudanças no microclima da RBCV, a população está mais exposta aos riscos ambientais advindos do desenvolvimento urbano. Enchentes, inundações, deslizamentos, trovoadas, rajadas de vento, granizo, entre outras ocorrências meteorológicas no período de primavera e verão têm causado perdas de vidas e materiais cada vez maiores e mais frequentes. Da mesma forma, as inversões térmicas, altas temperaturas, baixa umidade relativa e altas concentrações de poluentes no outono e inverno contribuem para reduzir a qualidade de vida e o bem-estar humano da população da metrópole. Esse quadro exige ações adequadas para prevenir e mitigar eventos extremos e para integrar governo, defesa civil, instituições públicas e privadas, mídia e sociedade, de modo a se antecipar às situações de risco, bem como atuar fortemente na recuperação dos ambientes degradados.

1 | INTRODUÇÃO

As grandes cidades do mundo cresceram ao longo de rios, essenciais para o desenvolvimento das atividades humanas. A então Vila de São Paulo de Piratininga, hoje cidade de São Paulo, se desenvolveu, a partir de 1554, em uma colina entre os rios Anhangabaú e Tamanduateí, tributários ao Rio Tietê. Os moradores e movimentos das bandeiras se utilizaram do Rio Tietê para seu deslocamento no estado de São Paulo. Mais tarde, no século 19, a produção agrícola do interior de São Paulo foi escoada até o Porto de Santos por meio de ferrovias que passavam pela cidade de São Paulo.

As ferrovias, aliadas ao clima e à disponibilidade de recursos hídricos e de serviços ecossistêmicos, deram impulso ao crescimento populacional. A partir dessas condições iniciais, a indústria, o comércio e o setor de prestação de serviços se desenvolveram e atraíram mais investimentos e ondas de emigração e imigração, que resultaram em um crescimento urbano mais rápido a partir do final da primeira metade do século 20, com o fim da Segunda Guerra Mundial, em 1945.

O ambiente paulista, mais rural no início do século, mudou para mais urbano, com contínuo adensamento e transformação. Rios foram canalizados (e.g. Tamanduateí) e retificados (e.g. Alto Tietê), além de córregos que foram canalizados e aterrados (e.g., Anhangabaú) na primeira metade do século 20, para dar lugar às ruas e avenidas marginais e permitir o desenvolvimento da cidade, com base no transporte individual por carros.

Concomitantemente, o clima tropical de altitude úmido é adequado para o desenvolvimento e a manutenção de uma vegetação abundante e diversificada, denominada de Mata Atlântica. O clima úmido e fresco mudou gradualmente ao longo do tempo para um mais seco, quente e poluído por causa das atividades antrópicas. A superfície vegetada mais permeável à chuva se modificou com a urbanização, e passou a escoar mais água pela superfície. Há relatos históricos da Vila de São Paulo de Piratininga do século 16 que sugerem chuvas abundantes e intensas naquela época.

Havia amplas planícies de inundação ao longo do rio Tietê e ao longo de seus principais tributários, tais como Tamanduateí, Aricanduva e Pinheiros que ficavam alagadas no período chuvoso. Com a urbanização, canalização e aterros na bacia do rio Tietê, as chuvas passaram a causar maiores transtornos por causa do aumento do volume de água escoado superficialmente pela rede de drenagem, que foi recoberta por ruas e avenidas.

A população mais antiga usava os rios e seus serviços ecossistêmicos para consumo, alimentação, recreação e transporte fluvial. A mudança de uso e ocupação do solo impermeabilizou a superfície e transformou os rios remanescentes em esgotos a céu aberto, com a impossibilidade de obter dos rios os serviços ecossistêmicos anteriormente disponíveis.

No ambiente mais rural, a maior parcela da chuva infiltrava no solo. No ambiente mais urbano, a maior parcela da chuva, de duração e intensidade similar, escoava pelas superfícies vertentes sem infiltrar. Esse maior volume de água causa enxurradas, inundações e enchentes de maiores proporções. O ambiente urbano também provoca mudanças na circulação do ar, que somadas ao sobreaquecimento da superfície e à influência da brisa marinha, em especial na primavera e no verão, aumenta a intensidade das tempestades e das chuvas associadas a essas.

O resultado tem sido um aumento ainda maior do volume de chuvas, com transtornos, perdas, riscos e degradação ambiental mais pronunciada nas bordas da mancha urbana que cresce radialmente para fora em direção às porções mais preservadas da RBCV. No outono e inverno, as frequências e intensidade de chuvas diminuem com a redução da temperatura do ar e da umidade. O ar mais estável reduz a circulação e aumenta a poluição do ar produzida por emissões de gases orgânicos.

Essa poluição é visível no horizonte na forma de uma camada rasa acinzentada (foto do capítulo). A exposição à baixa umidade e à alta concentração de poluentes causa doenças respiratórias nos seres vivos (humanos, animais e vegetais). Esses assuntos de tempo e clima serão tratados nas próximas seções à luz das mudanças ambientais antrópicas, com apresentação de estratégias para amenizar os impactos antrópicos mais significativos.



O sistema terrestre resulta da interação dos continentes, oceanos, geleiras polares, atmosfera e biosfera com a energia solar. As inter-relações são complexas e ocorrem em escalas de tempo que variam de segundos a milhares de anos e em escalas espaciais que variam de micro a macro distâncias, isto para acomodar mudanças e estabelecer o equilíbrio entre esses componentes sistêmicos.

Clima e tempo serão tratados do nível mais elevado do sistema para a escala local da RBCV. Uma condição climática, em uma dada área do sistema terrestre, é determinada pelas interações das escalas espaço-temporais, da maior para a menor. Elas determinam as condições de desenvolvimento e crescimento da vida, que, por sua vez, podem causar mudanças locais no sistema com impactos adversos ou benéficos às diversas formas de vida condicionada à ação antrópica.

Neste contexto, constitui objetivo deste capítulo descrever o papel do clima no estabelecimento de ecossistemas e a regulação destes nas condições climáticas da região compreendida pela RBCV, incluindo a avaliação dos distúrbios climáticos causados pela eliminação ou empobrecimento desses ecossistemas e seus reflexos na relação entre o serviço ecossistêmico e o bem-estar humano.

2 | O CLIMA NA RBCV

O sistema Terra é composto pela atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera. Sua evolução espaço-temporal depende da evolução destes cinco componentes e dos vários mecanismos de interação com eles, enquanto se utilizam da energia solar disponível. A substância água é um dos elementos de interligação entre estes

subsistemas que produz o ciclo hidrológico global terrestre e é responsável pela complexidade e diversidade da vida no planeta.

O ciclo hidrológico global (Figura 1) é composto pela Hidrosfera (Oceanos), Atmosfera, Litosfera (Continentes), Criosfera (Geleiras) e Biosfera. As letras na Figura 1 indicam: (E) evaporação (oceanos e continentes); (P) precipitação; (Q) transporte de vapor de água; (Ro) escoamento superficial (continentes) e (Ru) escoamento subterrâneo. A energia geradora do ciclo da água é a radiação solar que interage com os cinco componentes do sistema terrestre em escalas de tempo e espaço de poucos segundos a milhares de anos, de centímetros (turbulência) a milhares de quilômetros (ondas de Rossby). Há um equilíbrio entre o volume de água evaporado da superfície terrestre e o volume de água precipitado durante longos períodos de tempo em escala global. Porém, na medida em que as escalas de tempo e espaço decrescem, os regimes de evaporação e precipitação se tornam mais complexos e o balanço entre estas variáveis não é mantido; algumas regiões do planeta sofrem estiagem permanente, como no Deserto do Saara; enquanto em outras, como na Amazônia, a chuva é superabundante. Enchentes e estiagens são exemplos de fenômenos extremos de tempo e clima que afetam a vida e as atividades humanas, e são manifestações das interações do sistema climático global.

Os processos responsáveis pelo aplainamento das fases terrestre e atmosférica do ciclo hidrológico, seus impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente são objeto de pesquisa em estudos de variabilidade e mudanças climáticas e de estratégias para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis.

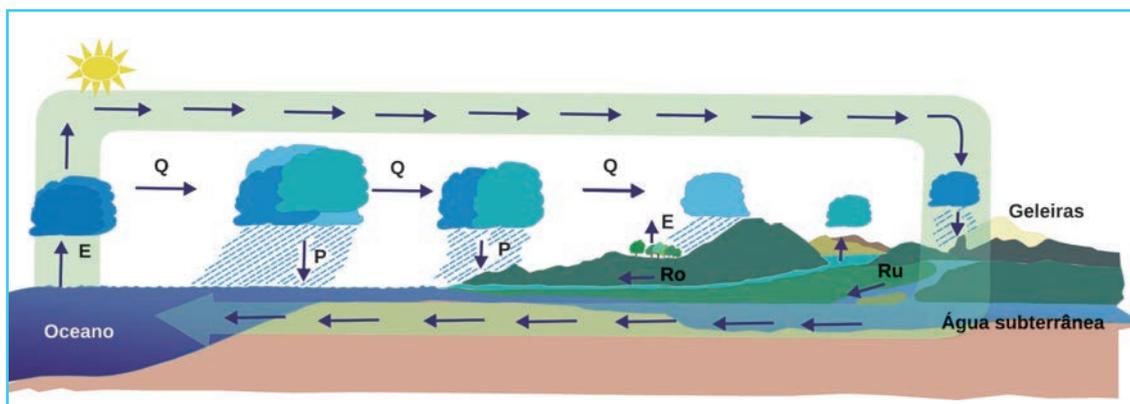


Figura 1 | Esquema do ciclo hidrológico no sistema terrestre global. Precipitação (P); Evaporação/Evapotranspiração (E); Transporte de vapor d' água (Q); Escoamento superficial (Ro); Escoamento subterrâneo (Ru). Fonte: Adaptado de Peixoto e Oort (1992).

Uma das abordagens é estudar a previsibilidade das alterações dos recursos hídricos em diversas escalas de tempo e espaço, em escalas de poucas horas para pequenas bacias e de meses para grandes bacias.

O ciclo hidrológico determina a vasta maioria dos serviços ecossistêmicos disponíveis no planeta. O ciclo global da água depende de mecanismos locais e remotos de controle de precipitação sobre os continentes. Esse ciclo é dependente, ainda, da variabilidade global dos mecanismos locais de controle da precipitação e dos mecanismos de realimentação do ciclo hidrológico e suas relações com períodos chuvosos e secos. O ciclo da água requer a medição da evaporação (oceanos) e evapotranspiração (continentes) e precipitação, entre outras variáveis hidrometeorológicas, de modo a monitorar e antecipar o balanço de água local na escala das bacias hidrográficas, na periodicidade de horas a meses. Esse conhecimento permite avaliar situações de excesso de chuva, como as enchentes e de escassez, como as secas. Estas situações podem comprometer os demais serviços ecossistêmicos.

O ciclo hidrológico global pode ser subdividido em áreas menores para estudar o efeito destas escalas regionalizadas na escala global e vice-versa. O procedimento utilizado sobre áreas continentais é a seleção de unidades hidrológicas formadas por bacias hidrográficas. A partir destas unidades hidrológicas, pode-se estudar e entender os processos físicos associados ao fluxo de água na superfície e subsolo e a evaporação de água de volta à atmosfera. Similarmente, o fluxo do vapor de água para a atmosfera e subsequente precipitação de volta à superfície pode ser estudado, porém com uma exceção: a atmosfera não possui fronteiras rígidas.

Normalmente, as fronteiras na atmosfera são determinadas arbitrariamente pela disponibilidade de dados e/ou em função da escala do fenômeno gerador de chuva. A vazão dos rios é produto da precipitação sobre a bacia hidrográfica e dos processos físicos na superfície e solo. Estimativas precisas de precipitação têm importância fundamental para o entendimento hidrológico. Por outro lado, a distribuição espaço-temporal do vapor de água, entre outras variáveis, modula os processos dinâmicos e termodinâmicos da atmosfera.

A evapotranspiração é serviço ecossistêmico de suporte, importante para o ciclo hidrológico regional, e que influencia, direta e indiretamente, outros serviços ecossistêmicos

A RMSP, que é uma das maiores áreas urbanas do planeta (UN-HABITAT, 2016), está integralmente inserida na RBCV. O rápido crescimento populacional e a concomitante expansão da mancha urbana nos últimos cem anos resultaram em mudanças ambientais muito significativas. Ressaltam-se aquelas associadas ao tempo e ao clima. Enchentes, inundações, deslizamentos, trovoadas, rajadas de vento, granizo, entre outras ocorrências meteorológicas no período de primavera e verão, têm causado perdas de vidas e materiais cada vez maiores e mais frequentes.

As inversões térmicas, altas temperaturas, baixa umidade relativa e altas concentrações de poluentes no outono e inverno também contribuem para reduzir a qualidade de vida da população da metrópole. As análises de dados meteorológicos da cidade de São Paulo, para um período de 75 anos, mostram um aumento da temperatura do ar de 2,1°C; diminuição da umidade relativa em 7%; aumento das chuvas em quase 400 mm (litros por metro quadrado); diminuição da intensidade dos ventos; aumento do número de horas de brilho solar ou diminuição da nebulosidade; entre outras alterações tais como a redução da garoa e aumento das temperaturas mínimas do ar (PEREIRA FILHO *et al.*, 2007).

Em anos recentes, 65% dos eventos de enchentes foram causados pela combinação de ilha de calor urbana e brisa do mar (PEREIRA FILHO *et al.*, 2004), que produzem tempestades com muita chuva, granizo, ventos fortes e descargas elétricas concentradas sobre a metrópole. Medidas estruturais para prevenir inundações, tais como a canalização de rios e a construção de reservatórios, falham todas as vezes que um dado evento de chuva é maior do que aquele utilizado para dimensionar o projeto hidráulico.

Um canal projetado para escoar chuvas que ocorrem mais ou menos a cada 50 anos transborda toda vez que ocorrer um evento de chuva com período de recorrência maior. Nestes casos, medidas não estruturais tais como a utilização de sistemas de alerta reduzem as fatalidades e perdas materiais.



Historicamente, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP) faz medições de variáveis meteorológicas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), há quase 90 anos. Até 1930, a sede do Serviço Meteorológico do Estado de São Paulo era o Observatório Astronômico e Meteorológico da Capital, situado na Avenida Paulista, onde também funcionava sua Estação Meteorológica Central (EMC) (Figura 2). Com o crescimento da cidade em volta da sede, transferiu-se a mesma para o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), no bairro paulista da Água Funda, inclusive a Estação Central, de modo que foi necessária a instalação de outra para substituí-la (PEREIRA FILHO *et al.*, 2007; 2007b).

Essa nova Estação Central foi instalada no local onde já havia iniciada a construção de um novo Observatório, no centro do citado parque, que por ser de propriedade do Estado, era uma garantia de manutenção das condições locais para preservação dos seus ecossistemas por tempo indeterminado. A nova Estação Central foi inaugurada em 22 de novembro de 1932, mas as operações regulares começaram mais tarde, em 1 de janeiro de 1933 (PEREIRA FILHO *et al.*, 2007a; 2007b).

A conservação dos ecossistemas florestais do PEFI (Figura 3) permitiu que, no decorrer dos anos, as condições físicas e ambientais permanecessem praticamente constantes. Isto propiciou uma boa consistência de dados da longa série climatológica temporal ali medida a partir de 1933, de modo que quaisquer variações observadas serão devidas certamente às variações no clima da RMSP.

Na sequência, são apresentadas as principais características da evolução do clima em um ambiente urbano em expansão, com degradação ambiental devido ao crescimento populacional e atividades humanas, por meio desta série climatológica temporal, no período de 1936 a 2005.¹

¹ A Estação Meteorológica do IAG-USP está na posição geográfica: latitude = 23°39' S, longitude = 46° 37' W e altitude = 799 m. As variáveis meteorológicas medidas são: visibilidade horizontal, nebulosidade, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura do ar (seca e úmida), umidade do ar (relativa, pressão do vapor e temperatura do ponto de orvalho), temperaturas do solo (várias profundidades), evaporação, precipitação, radiação solar global e horas de brilho solar (insolação), além de fenômenos diversos. No período em que não há observador (0 h às 6 h), os dados são deduzidos de instrumentos registradores completando, assim, o período de 24h.

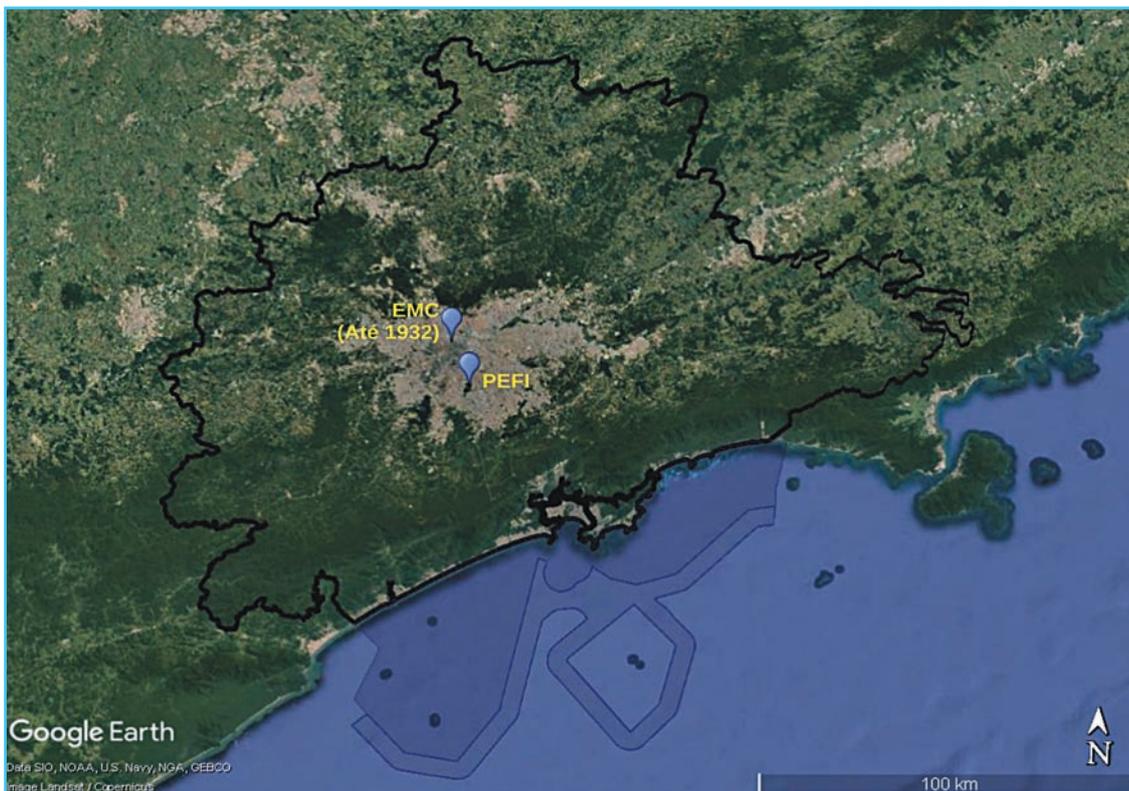


Figura 2 | Imagem da RBCV, com a RMSP ao centro e localizações da EMC do IAG/USP, na avenida Paulista até 1932 (EMC) e, depois, no PEFI. Cores marrons, verde escuro e claro indicam áreas urbanas, vegetadas e represas, respectivamente. Fonte: *Google Earth* (2019).

Figura 3 |
Parque Estadual
das Fontes do
Ipiranga,
São Paulo.
Foto: Rubens Chiri.
Fonte: FV&CP – SP
(2019).



A RBCV encerra uma população da ordem de 25,36 milhões de habitantes (IBGE, 2019); sua porção central – que corresponde à RMSP – é uma das regiões mais densamente povoadas do Brasil (com 21,73 milhões de pessoas) e é a 4ª maior região metropolitana do planeta (UN-HABITAT, 2016; IBGE, 2019). A metrópole paulista abrange, em linhas gerais, a área dos depósitos terciários da Bacia do Alto Tietê e abarca o sítio urbano da cidade de São Paulo, com seus bairros, subúrbios e a zona rural dos campos, residencial ou agrícola (horticultura), e as grandes e pequenas aglomerações urbanas dos outros 38 municípios que pertencem à região metropolitana. Ao redor desta imensa metrópole, há um Cinturão Verde com 1,8 milhão de hectares, dos quais 757 mil hectares são ecossistemas da Mata Atlântica. Outros usos da terra, como áreas cultivadas, residenciais e outras áreas verdes, reservatórios de água, infraestrutura e solo descoberto, compõem esse território de 78 municípios (SÃO PAULO, 2010).

Na RMSP, a topografia é de planícies aluviais com meandros divagantes. Um horizonte irregular de colinas baixas vai encontrar limites em serras e morros, que chegam a ultrapassar 1000 m de altitude, formando barreiras ao norte e oferecendo a ocidente e a oriente obstáculos menores. A parte sul sofre a influência da proximidade com o oceano Atlântico do qual o centro da cidade dista menos de 60 km. Na parte sul da região se encontram as represas Guarapiranga e Billings. Considerando-se a posição geográfica da RMSP, cortada pelo trópico de Capricórnio, predomina um clima tropical temperado pela altitude.

É indispensável ainda no estudo do clima desta região, considerar as posições relativas das massas de ar sobre o continente e sobre o

oceano. Das massas de ar, em face das condições locais, dependem todas as características do tempo e, conseqüentemente, a variação dos tipos de tempo que ocorrem durante o ano. As principais massas de ar que atuam na região são: Tropical Atlântica, Polar Atlântica, Tropical Continental e Equatorial Continental. A fonte de perturbações na circulação geral da atmosfera na região é a massa Polar Atlântica que perturba e produz fenômenos, como as frentes frias. Antes da chegada das frentes, sopram na superfície ventos locais de componente N-NW, com grande intensidade, que prenciam a invasão do ar polar. A frequência maior dessas ondas é na primavera, outono e inverno e são mais raras no verão.

A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), assim como a RMSP, está integralmente inserida na RBCV. A Baixada Santista é uma região separada da RMSP pela escarpa de linha de falha geológica da Serra do Mar e apresenta características climáticas semelhantes à da RMSP, apenas com influência maior da presença do mar e da menor altitude. As massas de ar são as mesmas, acrescidas da brisa marítima que atinge com frequência a bacia paulistana, trazendo nevoeiros e precipitação.

A **Tabela 1** mostra as normais climatológicas representativas da RBCV. Nota-se um ciclo anual bem definido dessas variáveis. Por exemplo, a temperatura média do ar varia entre 21,7°C (fevereiro) e 15,1°C (julho), a umidade relativa 84,5% (março) e 78,7% (agosto), a precipitação média mensal é máxima em janeiro (219,8 mm) e, mínima, em agosto (39,1 mm). Esses valores normais têm sido alterados em grande parte pelo uso e ocupação do solo, em especial na porção central da RBCV, com acentuado crescimento da área urbana. Estes aspectos de evolução do microclima são tratados nas próximas seções.

A variabilidade da precipitação no leste do estado de São Paulo, onde está localizada a RBCV, é muito alta. Os campos da precipitação anual média e dias chuvosos são mostrados na **Figura 4**. Notam-se núcleos de maior precipitação nas regiões serranas do estado, o maior deles ao longo da Serra do Mar, modulado pela circulação de brisa marítima e proximidade do oceano (PRADO *et al.*, 2007) e o segundo na Serra da Mantiqueira, modulado pela circulação de



Mês	Temperatura °C	UR %	Vento km h ⁻¹	Precipitação mm	Pressão hPa	Insolação h	Radiação MJ m ⁻²	Evaporação Mm
Jan.	21,6	83,4	8,7	219,8	923,1	158,4	611,1	56,4
Fev.	21,7	83,8	8,1	207,0	923,8	150,0	535,6	50,6
Mar.	21,0	84,5	7,8	165,0	924,5	168,8	537,4	51,9
Abr.	19,1	84,2	7,8	79,6	926,1	168,5	464,5	48,3
Mai.	16,9	83,7	7,2	64,1	927,3	167,7	397,2	44,8
Jun.	15,8	82,2	7,2	50,7	928,6	162,9	351,5	46,5
Jul.	15,1	80,6	7,6	40,0	929,4	175,6	385,5	52,3
Ago.	16,3	78,7	8,1	39,1	928,6	184,2	448,4	61,9
Set.	17,0	81,3	8,9	77,1	927,1	143,2	456,1	57,0
Out.	18,3	83,2	9,4	125,5	925,2	145,4	544,4	55,1
Nov.	19,3	82,8	9,5	123,3	923,5	157,3	601,0	56,4
Dez.	20,5	83,3	9,5	181,3	922,8	154,1	617,9	57,6
Ano	18,5	82,6	8,3	1372,5	925,8	161,3	495,9	638,7

Tabela 1 | Valores médios mensais de variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica, insolação, radiação solar e evaporação. Fonte: EM-IAG/USP.

Nota: Período das medições: Temperatura 1933/2007; Umidade Relativa 1936/2007; Vento 1936/2007; precipitação 1933/2007; Pressão Atmosférica 1936/2007; Insolação 1933/2007; Radiação Solar global 1961/2007; Evaporação Piche Abrigado 1950/2007.

vale montanha. A precipitação decresce em direção ao interior do estado em parte pela queda em altitude (**Figura 4A**).

A precipitação média anual é diretamente proporcional ao seu desvio padrão. O campo da fração média de dias chuvosos está mostrado na **Figura 4B**. A região litorânea apresenta maior fração de dias chuvosos do que o interior do estado, com máximos na região de Ilha Comprida e Registro. O campo da fração de dias chuvosos e o da precipitação anual média sugerem que a brisa marítima tenha impacto até cerca de 100 km continente adentro.

A fração de dias chuvosos decresce de 0,4 para 0,2 da região litorânea para o oeste do estado de São Paulo, respectivamente. Similarmente, a precipitação média anual varia de 2500 mm na região litorânea a 1200 mm no extremo oeste do estado de São Paulo. Estes resultados indicam que essa variação no sentido do interior para o litoral ocorre em função do menor número de dias de chuva do que em relação à diminuição da intensidade média dos sistemas precipitantes. Nota-se ainda que

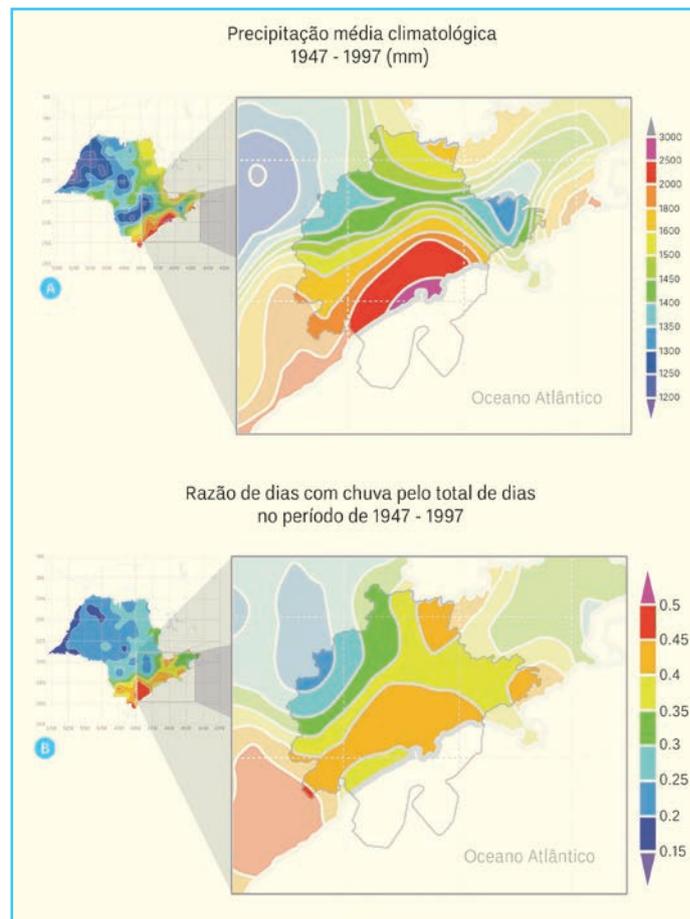


Figura 4 | Distribuição espacial da precipitação média (**A**) e fração de dias de chuva média anual (**B**) no estado de São Paulo, no período de 1947 a 1997. Escala de cores indica acumulação (mm). Fonte: Adaptado de Prado *et al.* (2007).

ao longo da Serra da Mantiqueira a fração média de dias chuvosos é relativamente pequena quando comparada ao total anual médio de chuva, o que sugere que a intensidade dos sistemas precipitantes nesta região seja maior.

Como a maior parte da população encerrada pela RBCV (21,7 milhões de pessoas, que correspondem a 85,7% da população) está concentrada na RMSP (IBGE, 2019), sendo esta parcela a mais afetada pela perda do serviço ecossistêmico de regulação climática, esta área central da RBCV foi considerada o ponto focal das análises climatológicas realizadas neste capítulo.

Para a RMSP, as médias diárias de temperatura do ar, umidade relativa, intensidade e direção do vento, pressão atmosférica, insolação e precipitação diária da EM do IAG/USP foram utilizados nas análises, no período de 1936 a 2005. Assim, foram obtidas para estas variáveis as médias diárias e totais. As análises da evolução

temporal das médias mensais de temperatura do ar, umidade relativa, insolação, pressão atmosférica mínima, precipitação e rosa dos ventos foram analisadas. Verificou-se que houve mudanças significativas no ciclo anual das variáveis ao longo das últimas oito décadas com aumento da temperatura (+2,1°C), precipitação (+ 400 mm), insolação e diminuição da umidade relativa do ar (-7%).

Entretanto, os extremos de precipitação diária e temperatura do ar sofreram alterações menos significativas. Os valores máximos de precipitação acumulada diária anual medidos no PEFI pela Estação Meteorológica do IAG/USP estão mostrados na **Figura 5**.

As temperaturas máximas anuais indicam uma tendência de aumento ao longo das décadas em virtude de efeitos locais associados à ilha de calor urbano da RMSP, com uma tendência de diminuição da nebulosidade e aumento

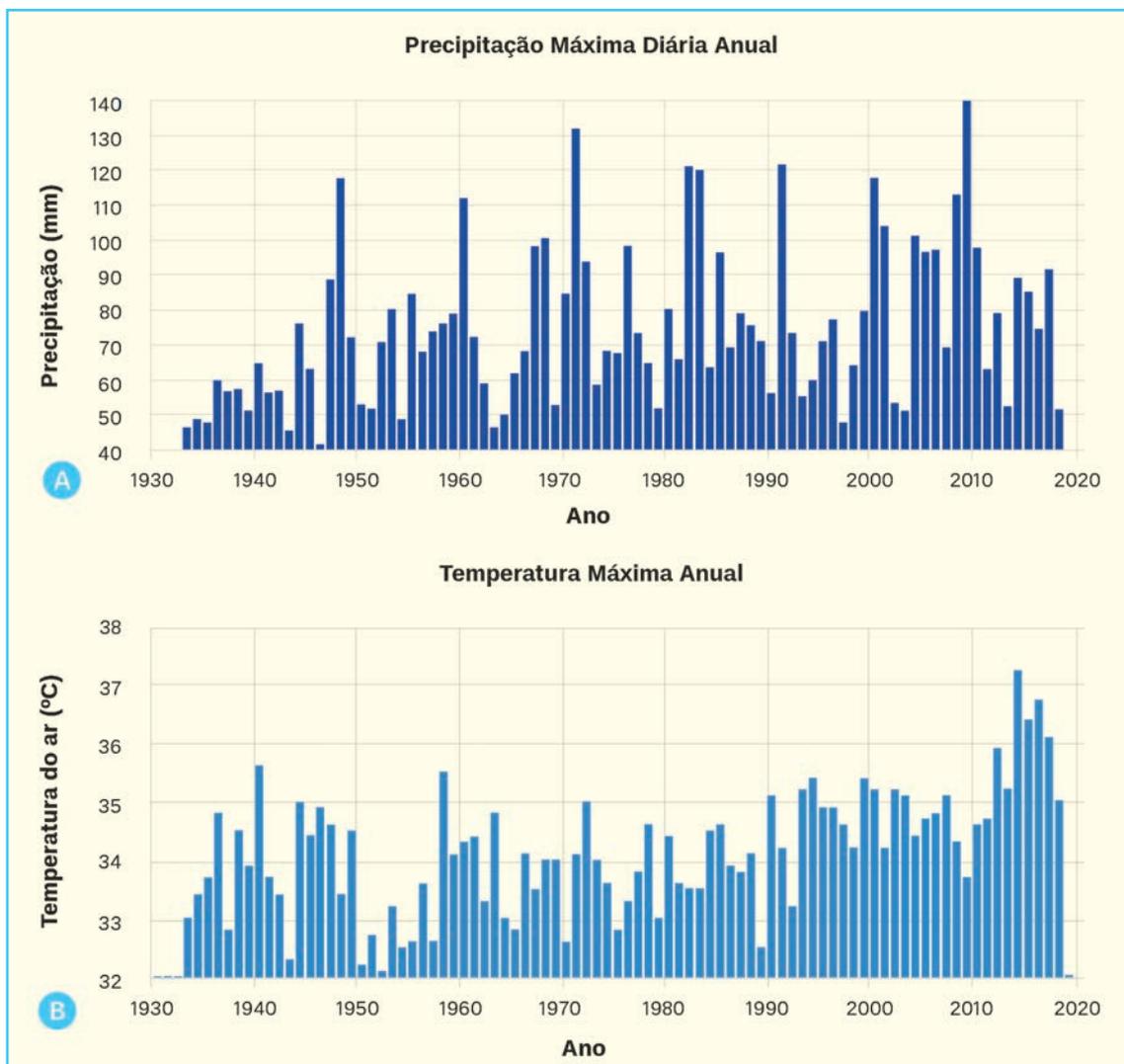


Figura 5 | Evolução temporal da precipitação diária (A) e temperatura máxima (B) anuais medidas no PEFI entre 1933 e 2018. As respectivas médias e desvios padrão são 74,3 mm +/- 22,5 mm e 33,4°C +/- 1,1°C. Fonte: Estação Meteorológica do IAG/USP.



da incidência de radiação solar. De fato, o recorde absoluto ocorreu em 2014 durante o período de intensa estiagem sob o efeito do sistema de alta pressão atmosférica do Atlântico Sul. Tal tendência na precipitação máxima diária anual é menos evidente ou ausente porque esta variável depende de outros fatores dinâmicos e termodinâmicos locais, regionais e globais. Mesmo assim, nota-se que o recorde absoluto de precipitação diária ocorreu em 2009, durante um episódio de El Niño. Nos anos subsequentes os valores máximos de precipitação diárias voltaram ao padrão das décadas anteriores.

Apesar de os resultados indicarem que houve um aumento da precipitação anual na RMSP da ordem de 400 mm por causa do efeito local de ilha de calor, os parâmetros da estatística de extremos de precipitação diária foram pouco alterados. Sugere-se que os efeitos antrópicos locais são mais significativos sobre a temperatura do ar máxima horária anual do que na precipitação máxima diária anual.

O aquecimento generalizado da atmosfera (Figura 6A), decorrente das mudanças climáticas globais (MCG), tenderia a aumentar a umidade do ar e, conseqüentemente, aumentar

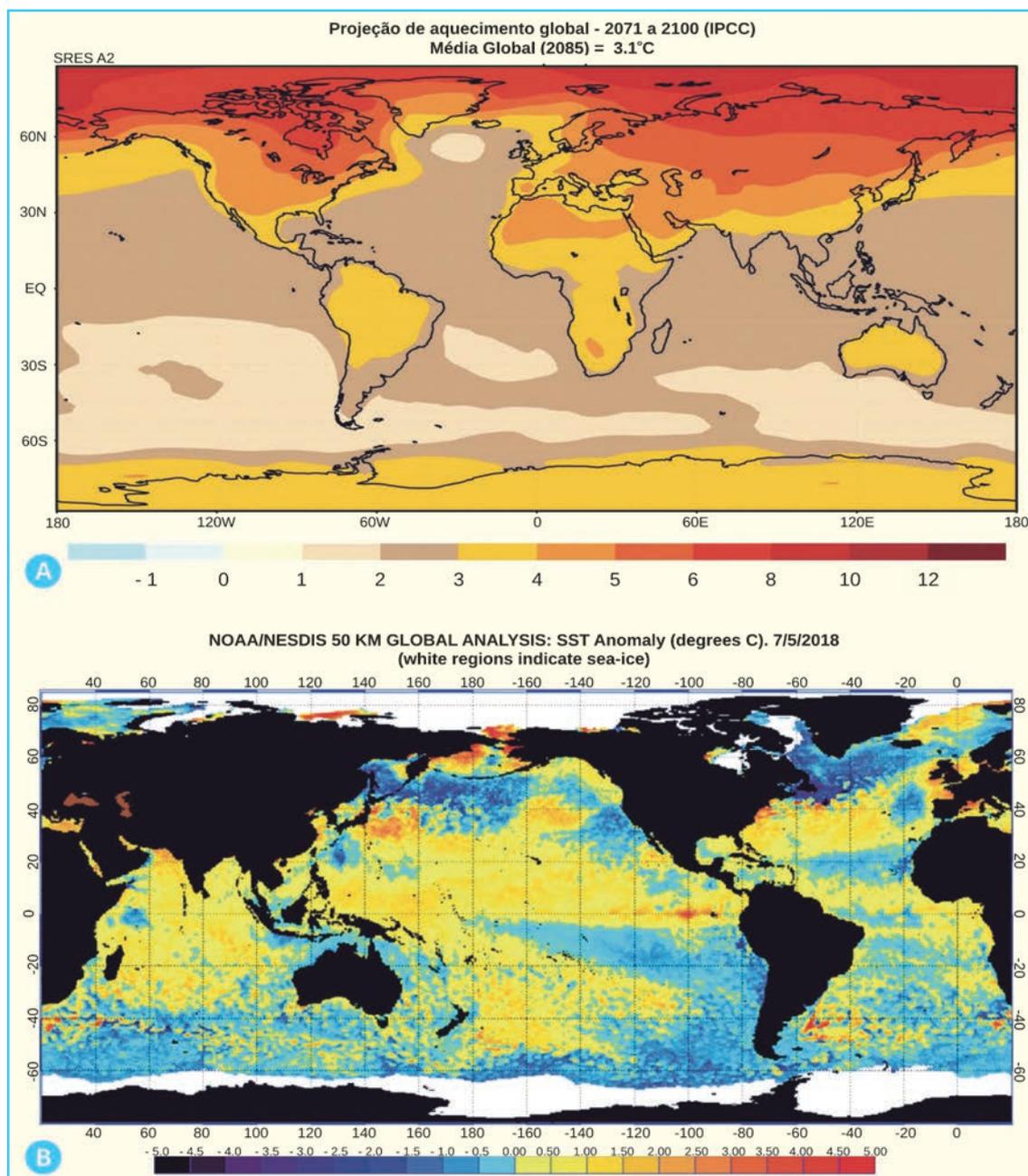


Figura 6 | Projeção de aumento da temperatura média global entre 2071 e 2100 para os hemisférios Norte e Sul (A) e anomalia de temperatura da superfície do mar, em 05 de julho de 2018 (B).
Fontes: (A) IPCC (2002); (B) NASA.

o volume de precipitação, em especial no Hemisfério Sul, onde há maior superfície de oceanos. Entretanto, resultados recentes de Pereira Filho *et al.*, (2018) indicam uma ligeira tendência de diminuição da precipitação média anual sobre o Brasil, ou seja, uma tendência de diminuição da umidade associada à diminuição da temperatura do ar próximo à superfície terrestre onde se concentra a umidade do ar, corroborado pelo histórico de diminuição de temperatura da superfície do mar, ilustrado na **Figura 6B**.

Essas análises indicam uma tendência de resfriamento no Hemisfério Sul que pode ser corroborada por meio da temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico Sul. Portanto, sugere-se que os fatores antrópicos locais são mais significativos do que os globais no Hemisfério Sul.

O referido cenário é reforçado pelas projeções de aquecimento global do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), para o período 2071-2100 (**Figura 6A**). Embora

a média global de aumento da temperatura do ar para 2085, neste cenário, seja de de 3.1°C, a **Figura 6B** ilustra o maior aquecimento esperado para o Hemisfério Norte, em relação ao Hemisfério Sul.

Observa-se, ainda, uma marcante mudança na pressão mínima diária ocorrida na década de 1970, quando houve uma mudança sazonal, com mínimas relativas no período de inverno e máximas relativas na primavera e verão; também houve uma queda na insolação diária média no mesmo período. A precipitação média diária mensal aumentou significativamente, principalmente no período chuvoso. As magnitudes das mudanças de longo período são apresentadas adiante.

A **Figura 7** apresenta a evolução temporal das anomalias de temperatura, umidade relativa, vento zonal e meridional e pressão. A rápida expansão da área urbana da RMSP até a década de 1960 resultou em um aumento da temperatura do ar sem, necessariamente, um aumento concomitante da quantidade de vapor de água

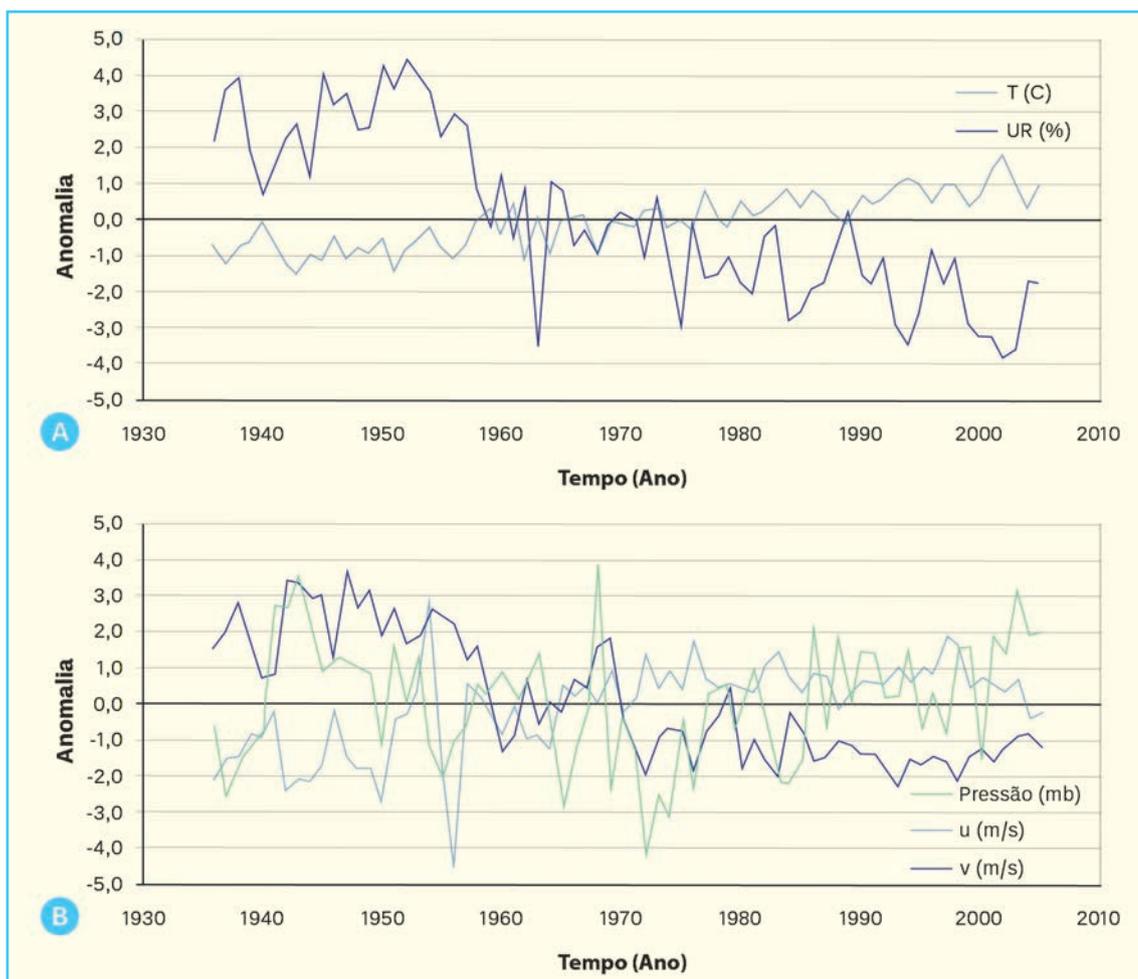


Figura 7 | Evolução temporal das anomalias de temperatura do ar (T), umidade relativa (UR) (A); vento zonal (u) e meridional (v) e pressão (B), definidas a partir das médias anuais do período de 1936 a 2005 estimadas com os dados da Estação Meteorológica do IAG USP. Fonte: Pereira Filho *et. al.* (2007).

próxima à superfície ou, como se sugere, houve uma diminuição da quantidade de vapor de água em virtude da redução das áreas vegetadas.

Na RMSP, os remanescentes florestais maiores e mais numerosos se localizam principalmente nas áreas de encosta da Serra do Mar (MITTERMEIER *et al.*, 1999), em virtude da topografia acidentada e das dificuldades de utilização dessas áreas para a agricultura. Fragmentos mais significativos também são encontrados nas regiões periféricas, principalmente nas cabeceiras e áreas de proteção aos mananciais (CATHARINO *et al.*, 2006). Na metrópole paulista, a expansão urbana se deu sobre áreas e habitats biologicamente críticos, com alterações severas na forma da paisagem, com consequências sobre suas funções e usos. Essa expansão envolveu especulação em terras varzeanas, grilagem de espaços baldios, construção de marginais em terraços artificiais beiradeiros, com quebras da funcionalidade do organismo urbano (AB'SABER, 2004).

Nessas condições de expansão urbana, o aumento da temperatura do ar e a manutenção ou diminuição da quantidade de vapor de água têm resultado em um contínuo decréscimo da umidade relativa do ar, mais significativamente a partir da década de 1960. Por outro lado, as anomalias de vento que eram de sudoeste até a década de 1970 mudaram para nordeste.

Sugere-se que essa mudança esteja relacionada com circulações térmicas induzidas pela ilha de calor, evidenciada na **Figura 8**.

De qualquer forma, as anomalias de vento até a década de 1970 traziam ar relativamente seco e frio e, depois desta década, ar relativamente quente e úmido. O aumento de temperatura do ar na RMSP no período de 1961 a 1991 foi maior do que 1,0°C, acima da estimativa global de 0,5°C (SHEIN, 2006). Isto sugere que, somado ao aumento global da temperatura, houve um aumento local da temperatura mais significativo, que contribuíram para as mudanças climáticas observadas na RMSP.

Análises complementares realizadas com as séries de dados de temperatura do ar, pressão do ar, vento zonal (leste-oeste) e vento meridional (norte-sul), umidade relativa, precipitação e insolação possibilitaram várias evidências. Além dos ciclos de insolação anual e sazonal intensos, foram verificados ciclos de dois a onze anos com ciclos menos significativos de mais longo prazo (maiores do que trinta anos) – exceto para a temperatura média do ar, que apresentou apenas ciclos mais curtos de dois a sete anos, possivelmente associados ao fenômeno El Niño (La Niña)/Oscilação do Sul (ENOS). Ou seja, há fatores de mudanças associadas a sistemas transientes globais e outros associados

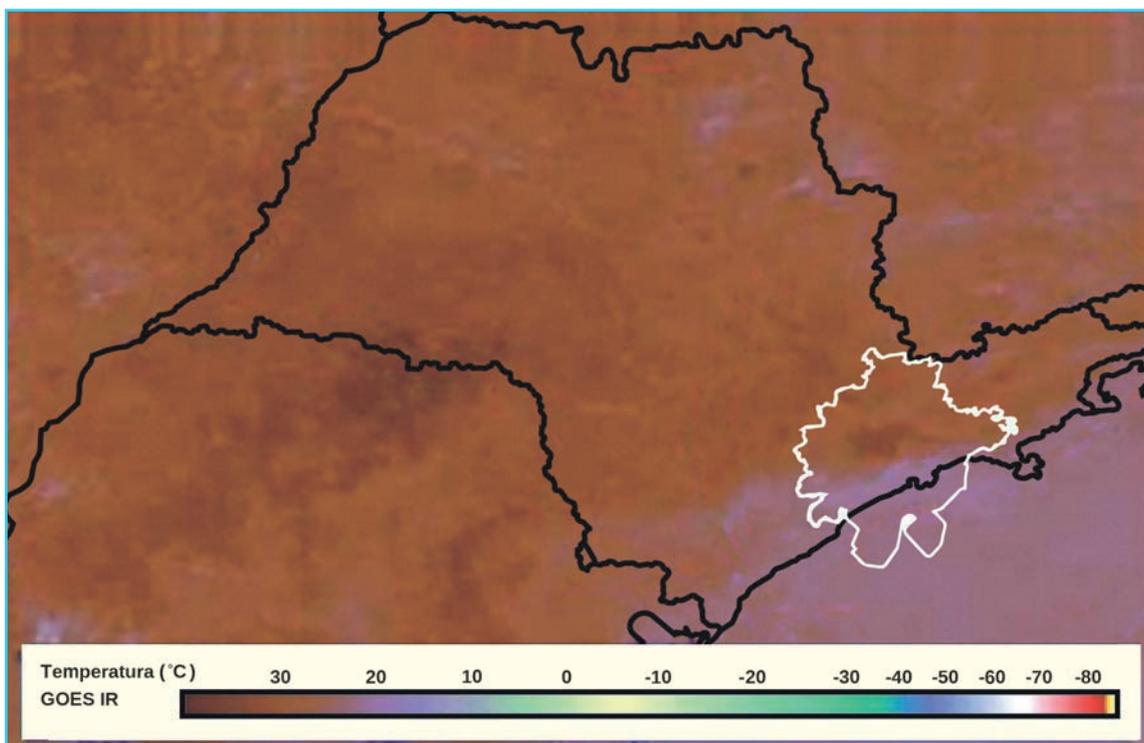


Figura 8 | Ilha de calor registrada em imagem IR do satélite GOES-12 às 1540 UTC de 29 de março de 2007. Escala de cores indica temperatura (°C) estimada. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2007).

com mudanças locais de origem antrópica, ao se considerar, notadamente, o intenso processo de urbanização da RMSP, entre 1950 e 2010 – neste período, a metrópole paulista aumentou dez vezes, passando de 2 milhões para mais de 20 milhões de habitantes nos últimos 60 anos, acumulando problemas dramáticos em relação à mudança do uso da terra (FLORES *et al.*, 2016).

Nas áreas urbanas, a introdução de materiais de superfície, tais como concreto, asfalto e ladrilhos, bem como a emissão de calor, de umidade e de poluentes que produzem a turbidez atmosférica modificam a troca de energia e de umidade entre superfície e atmosfera. Com frequência, tem-se alteração dramática das propriedades do sistema superfície-atmosfera (radioativas, térmicas, hídricas e transporte turbulento) que fazem com que as temperaturas locais do ar e da superfície subam vários graus acima das temperaturas dos locais rurais envoltoiros. Assim, os microclimas urbanos são, em geral, mais quentes do que seus arredores, para qualquer hora do dia, nas cidades de latitude média (FLORES *et al.*, 2016). Esta situação para a RMSP é visualizada na **Figura 9**.

Da análise do agrupamento das variáveis médias anuais se verificou que o vento é altamente correlacionado com a temperatura média. Estas duas variáveis se relacionam com a umidade relativa e, estas, com a insolação. Agrupando-se à precipitação e pressão com as demais variáveis, estes resultados sugerem que, embora o volume de precipitação diário dependa da circulação do ar, quantidade de energia solar, temperatura do ar e umidade relativa, a pressão atmosférica determina o total anual de precipitação. Este resultado sugere que a intensidade do anticiclone subtropical do Atlântico Sul influencia o total anual de precipitação. O deslocamento deste para Oeste deve reduzir as chuvas, enquanto para Leste tende a aumentar a precipitação. Esta

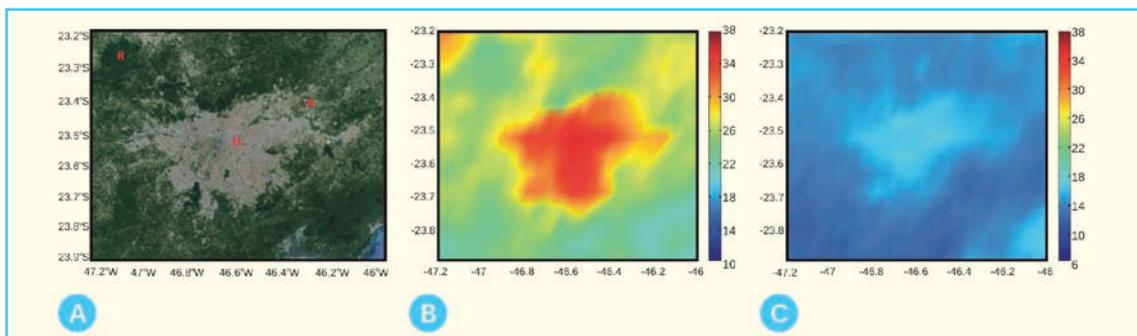
alteração climática, de origem antrópica na qual a baixa pressão atmosférica causada pela ilha de calor gera correntes convectivas, causam deslocamento dos focos de precipitação.

Esses resultados sugerem que as grandes cidades tropicais do planeta sofrem mais por causa da mudança do balanço energético na camada da atmosfera próxima do solo. Nessa camada limite planetária houve aumento das temperaturas mínimas, em particular decorrente da urbanização e eliminação dos ecossistemas naturais e, em menor grau, devido às mudanças globais relacionadas ao aumento dos gases do efeito estufa. As medições obtidas demonstram que a densa área urbana da RMSP tende a ser mais aquecida do que o cinturão verde que a abraça, por causa da menor capacidade térmica das várias estruturas civis em relação às áreas verdes (PEREIRA FILHO *et al.*, 2013).

Em um cenário de aumento do contraste de temperatura entre o centro geométrico da área urbana e sua periferia, a tendência é de maior concentração de sistemas de tempestades sobre ela (**Figura 10**). Menos precipitação haveria sobre as bacias de mananciais, nas bordas da RBCV do Planalto. Ainda, enchentes, rajadas de vento e descargas elétricas seriam mais intensas, com o agravamento dos conhecidos impactos negativos sobre a população da área urbanizada da RBCV, em especial, na RMSP e na RMBS. Eventos intensos de precipitação, rajadas de vento, descargas elétricas e granizo no período de verão e os eventos de intensa poluição e baixas umidades no outono e inverno têm impacto significativo na população (PEREIRA FILHO *et al.*, 2004) e sobre os ecossistemas e os serviços que proporcionam.

A Região Metropolitana da Baixada Santista, também integralmente inserida na RBCV, faz limite com o Litoral Norte, Litoral Sul e com a RMSP. Em relação a seus aspectos físicos,

Figura 9 | Imagem de satélite (EOS 2008) da RBCV, com RMSP, ao centro (A); média mensal da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) para períodos diurnos (B) e noturnos (C), em outubro de 2001. A figura (A) mostra as localizações de áreas rurais (r), centro urbano (u) e limite (b) da RMSP. Fonte: Flores *et al.* (2016).



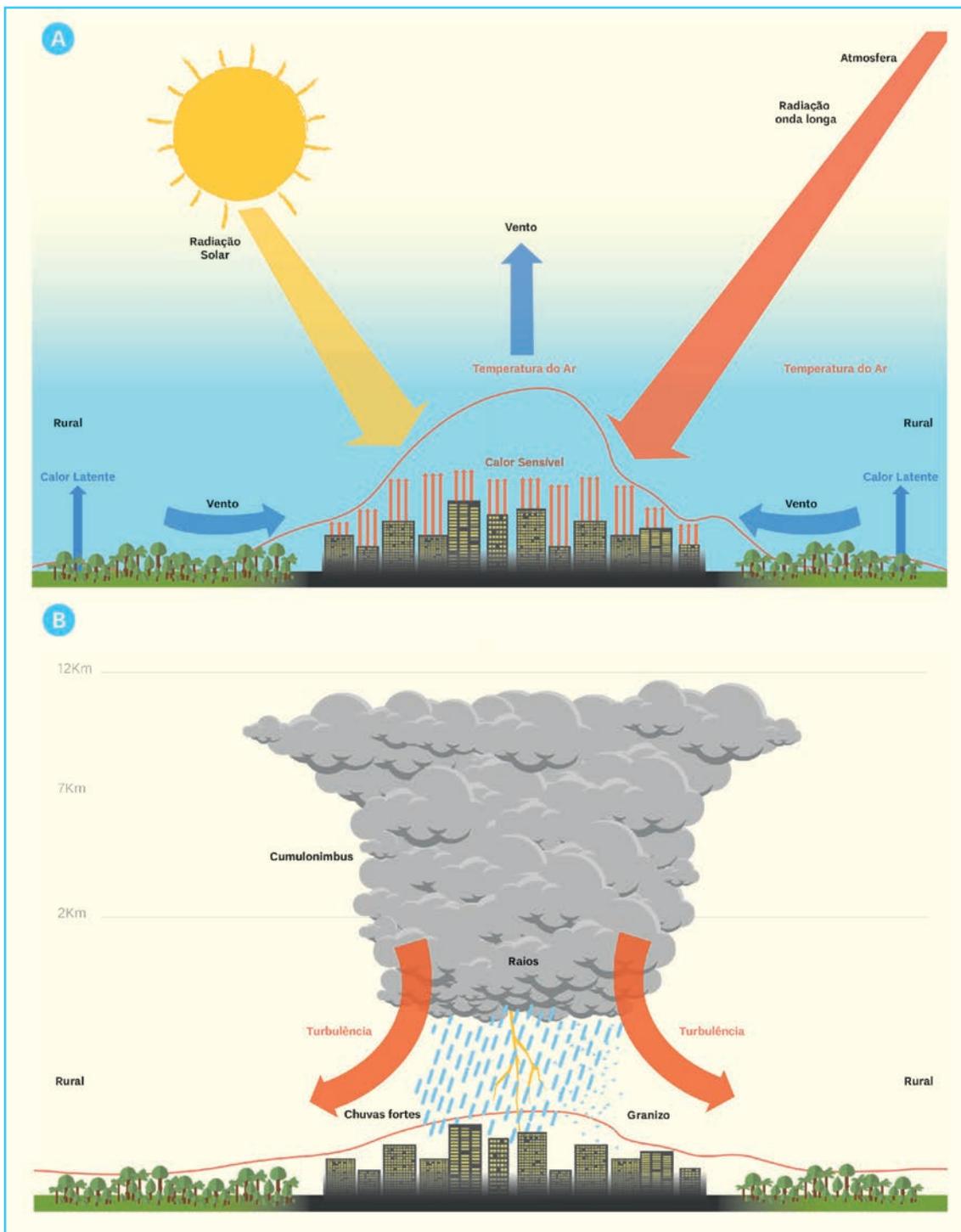


Figura 10 | Ilustração dos efeitos da ilha de calor, provocada pelo homem (A), na variabilidade e localização de precipitação (B). Fonte: Elaboração própria.

destaca-se sua grande fragilidade, caracterizada por limiares muito baixos de estabilidade física natural que, constantemente, vêm sendo diminuídos por ocupação irregular, poluição, desmatamento, entre outros fatores (SANTOS, 2017).

Por tratar-se de região costeira, o clima é altamente associado à interface que se dá entre continente-oceano-atmosfera, cujas manifestações podem ser observadas pela ocorrência

de chuvas extremas, inundações e alagamentos dependentes tanto da frequência como da intensidade no sistema chuva-vazão-maré associados aos sistemas atmosféricos regionais (NASCIMENTO JUNIOR, 2019).

As escarpas da Serra do mar apresentam vales entalhados, bem como elevada declividade e variação altimétrica, o que resulta na formação de solos pouco evoluídos e altamente

instáveis, com suscetibilidade a movimentos de massa diante da ocorrência de eventos pluviométricos intensos ou contínuos, em especial nos municípios nos quais a faixa de terra ocupada pela população é bastante próxima à Serra do Mar (Cubatão, Guarujá, São Vicente e Santos). O ambiente tropical úmido associado a esses aspectos favorece o intemperismo químico decorrente das condições pluviométricas, temperaturas elevadas e pressão. Já as planícies litorâneas se caracterizam pela baixa declividade, pequena variação altimétrica e sedimentos inconsolidados, com destaque para suscetibilidade natural do solo a inundações e acomodações de terrenos. A região se insere em um clima de transição em latitude subtropical permanentemente úmido, com atividade frontal intensa ao sul e, ao norte, marcado por um período menos úmido, no outono e inverno (SANTOS, 2017). As variações

o ou resfriamento em pequeno intervalo de tempo) são favorecidas na região da baixada santista, em função da alternância de estações combinada com variações bruscas do ritmo e da sucessão dos tipos de tempo (TARIFA; ARMANI, 2000).

A expressiva urbanização observada na RMBS favorece a formação de ilha de calor e a altaverticalização dos imóveis funcionam como barreira para a circulação local, o que influencia as condições climáticas. Nos municípios de Guarujá, Praia Grande, Santos e São Vicente a verticalização observada na orla da praia modifica tanto a dinâmica de circulação dos ventos como a insolação na praia, desencadeando processos que aumentam os riscos de instabilidade (SANTOS, 2017). A paisagem litorânea alterada, com destaque para a densa urbanização, é visualizada na **Figura 11**.



Figura 11 | Baixada Santista e suas áreas urbanizadas (em cinza) (A) e a orla alterada de Santos (B).
Fonte: *Google Earth* (2019).

As características relacionadas às variações atmosféricas abruptas, à ocupação de encostas suscetíveis a movimentos de massa recorrente, à presença de temperaturas médias elevadas (22°C), umidade alta e precipitação elevada, combinados com a configuração do espaço urbano da RMBS e às desigualdades socioespaciais (deficiência e disparidade de infraestrutura pública e de serviços), concorrem para vulnerabilidade crescente desta região face à perda de serviços ecossistêmicos relacionados à regulação climática.

3 | CLIMA E ECOSSISTEMAS

Os ecossistemas se desenvolvem a partir das condições climáticas e de solo. Estudos indicaram que há 18 mil anos, na última grande era glacial, quando o planeta estava mais frio, a Amazônia e seus ecossistemas foram reduzidos aos típicos de regiões de savanas, com menor diversidade e densidade desses, por causa da menor quantidade de água disponível no sistema. Entretanto, resultados mais recentes de Pinaya *et al.* (2019) sugerem que houve uma mudança no regime de precipitação e temperaturas que possibilitaram a propagação de vegetação típica do sul do Brasil até a Amazônia. De fato, em São Paulo há remanescentes da floresta Araucária que remonta ao último período glacial. De qualquer forma, a quantidade de vapor de água no ar depende essencialmente da temperatura do ar. Quanto maior a temperatura, maior o estado de agitação molecular, que permite o maior entranhamento de vapor de água, ou seja, quanto maior a temperatura do ar maior a capacidade deste manter maior massa de umidade. Na medida em que os ecossistemas se desenvolvem com a vegetação, estes alteram as condições climáticas locais. Há um aumento da umidade do ar, da oxigenação, uma diminuição do albedo (fração da luz solar incidente refletida pela Terra e sua atmosfera) e da temperatura do ar, maior infiltração de água no solo, maior bombeamento da umidade do solo de volta para a atmosfera, desde o sistema radicular até ao sistema estomatal na folhagem da vegetação. Assim, se estabelece um equilíbrio ecossistêmico enquanto as condições edafoclimáticas persistirem.

Trata-se de uma interação importante entre a litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera, mais intensa nas regiões equatoriais e tropicais do planeta. As escalas de mudanças espaciais e temporais associadas à fonte de energia solar estão no intervalo de anos (manchas solares) até centenas de milênios (variações orbitais da Terra). As interações mais locais e curtas ocorrem quando há mudanças nas circulações atmosféricas com impacto nos ecossistemas. Essas mudanças nas circulações atmosféricas ocorrem em função da disponibilidade de energia solar e do estado de cada um dos cinco componentes sistêmicos (litosfera, criosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera).

Por sua vez, os ecossistemas têm um impacto das condições microclimáticas (como RBCV) às climáticas regionais (e.g., Amazônia). Os ecossistemas da Amazônia são resultado de radiação solar, temperaturas do ar e chuvas elevadas, além dos solos. As chuvas na região amazônica resultam do alto transporte de vapor de água do Oceano Atlântico. Sem este importante fator ambiental, a floresta amazônica seria reduzida a condições mais secas, similares ao nordeste brasileiro por causa da falta de chuvas. No passado, a área abrangida pela RBCV foi caracterizada pela diversidade de ecossistemas e vegetação abundante, por causa dos solos, chuvas abundantes e radiação solar. O vapor de água que produz as chuvas na RBCV tem origem na Amazônia, da evapotranspiração da floresta trazida por circulações atmosféricas de Noroeste, e circulações locais que transportam água do Oceano Atlântico na borda continental por meio da circulação de brisa marítima. A região do Pantanal e mesmo o Nordeste Brasileiro também contribuem secundariamente como fontes de umidade (Figura 12). A análise da razão isotópica do oxigênio 16/18 na água de chuva coletada no interior de São Paulo realizada por Gastmans *et al.* (2017) indica três regiões fontes de vapor d'água na Amazônia, Pantanal e Nordeste com características mais estratiformes, prolongadas e de maior volume total de chuva associadas à primeira fonte e mais convectiva e de curta duração associadas com a segunda e terceira. Na RBCV há também o transporte de vapor d'água diretamente do Oceano Atlântico



Figura 12 |
As diferentes fontes de vapor de água que abastecem a RBCV, vindas do Nordeste, Pantanal, Amazônia e Oceano Atlântico. Fonte: Elaboração própria.



associado com a circulação de brisa marítima. A razão isotópica do vapor d'água da Amazônia é similar ao do Oceano Atlântico enquanto que a do Nordeste com massa molecular maior sugere um regime de alta evaporação. O vapor d'água com origem no Pantanal está entre estes dois extremos isotópicos.

Recentemente, os ventos de noroeste, que normalmente trazem umidade da Amazônia (Figura 13A) e vento (Figura 13B) para a RBCV, trouxeram também material particulado (Figura 14C) (espessura ótica) com origem nas áreas de queimada no sul da Amazônia.

Esse excesso de material particulado causou alterações na microfísica das nuvens e das gotas de chuva associadas a uma frente fria que se deslocava para RBCV mostrada nas Figura 15A (IR) e Figura 15B (VIS) do satélite GOES-16 na tarde de 19 de agosto de 2019. A concentração

de material particulado foi muito acima do normal e causou alteração nas nuvens de chuva para nuvens nimbostratus, caracterizada por grande extensão vertical e baixa precipitação que reduzem a incidência solar na superfície. A Figura 15C (radar) mostra a distribuição de taxa de chuva no momento de maior chuva na Cidade de São Paulo. A baixa radiação solar observada naquela tarde (Figura 15D) (fotos) foi mais em decorrência do tipo de nuvem nimbostratus do que ao material particulado associado.

A região abrangida pela RBCV é caracterizada por um período menos úmido, por causa da diminuição da temperatura do ar, que reduz a capacidade de entranhamento de vapor de água. Entre maio e agosto, as condições atmosféricas removem umidade da vegetação com a queda de folhas com sistema radicular mais raso. A partir de setembro, com o aquecimento

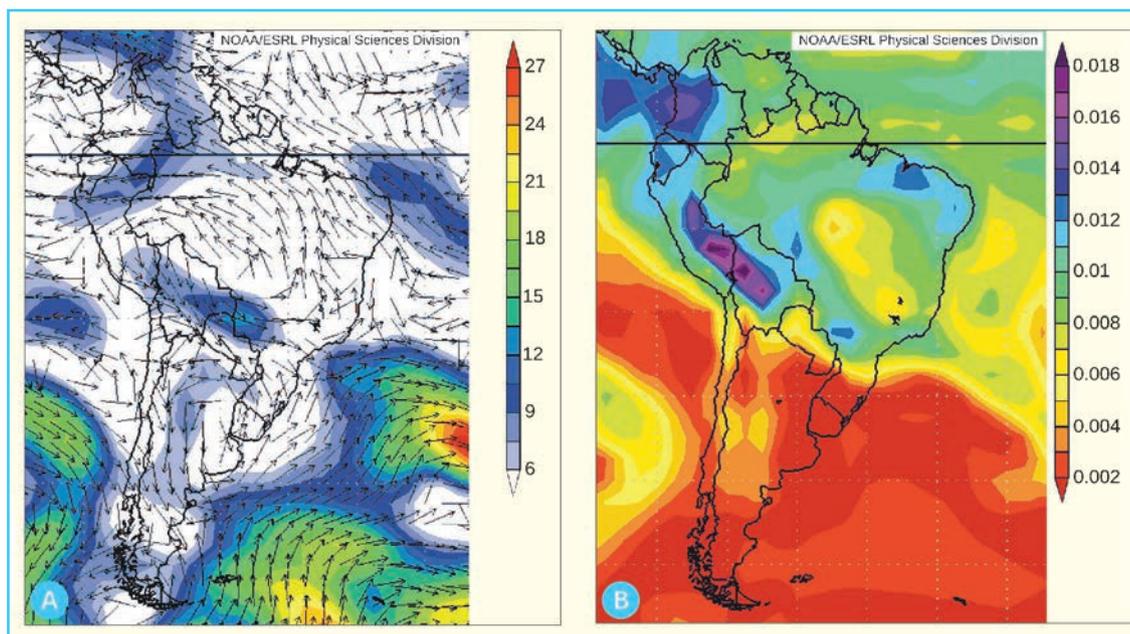


Figura 13 | Campos de vento em 850 hPa ($m s^{-1}$) (A) e umidade específica ($kg kg^{-1}$) (B).
Fonte: Elaboração própria. Com base em NOAA/ESRL/PSD (vento e umidade).

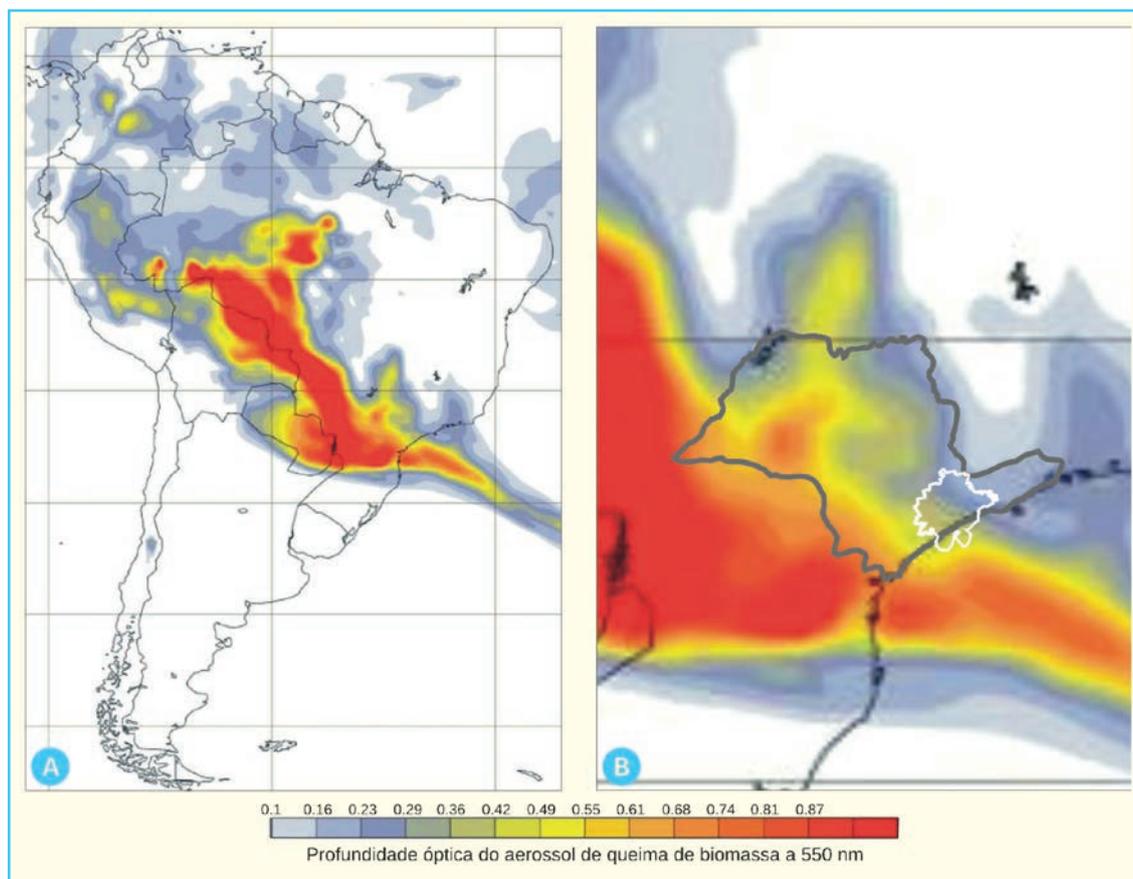


Figura 14 | Espessura óptica da pluma de material particulado proveniente das queimadas na Amazônia sobre a RBCV, em 19 de agosto de 2019.
Fonte: ECMWF (espessura óptica).

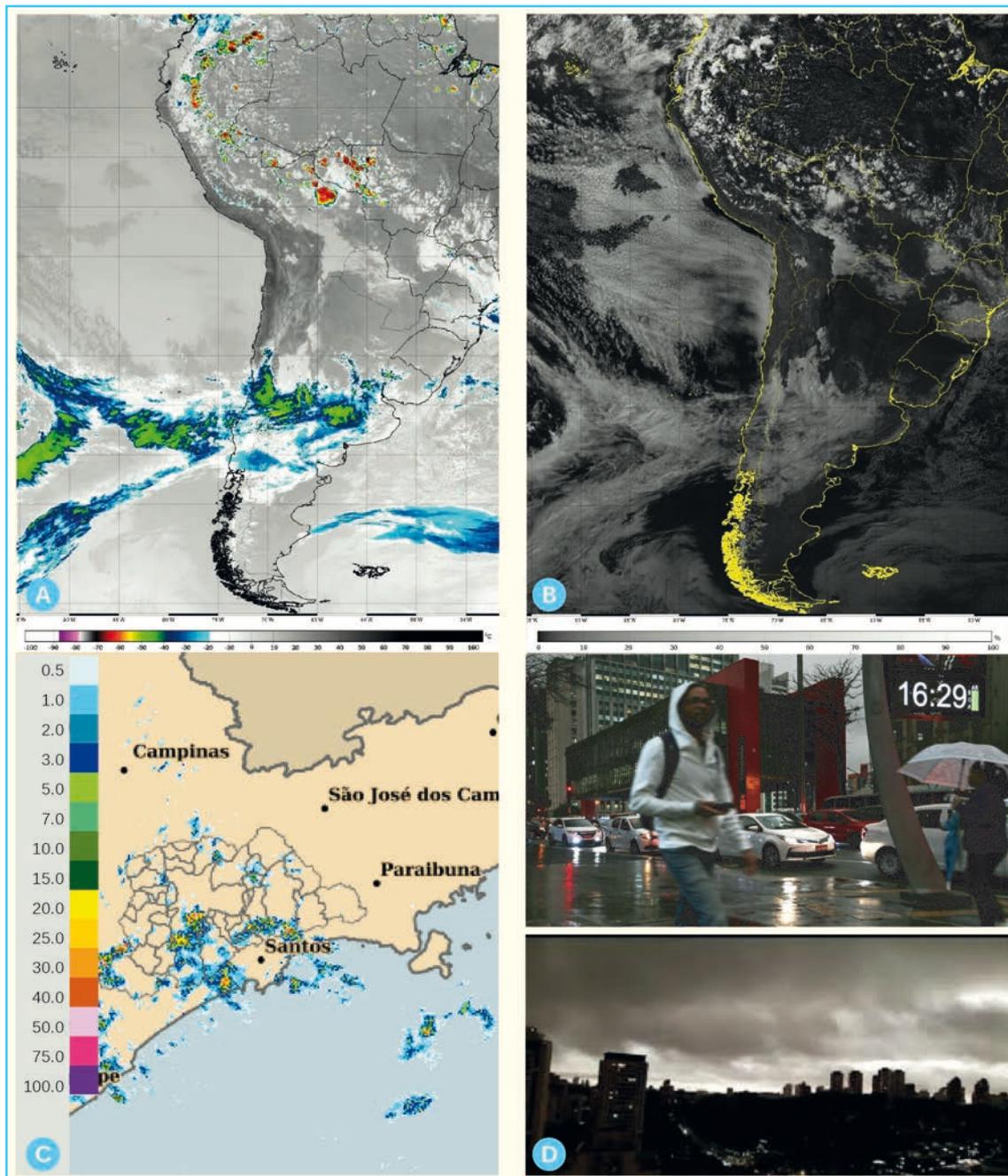


Figura 15 | Imagem do satélite GOES-16 dos canais IR (A) e VIS (B), precipitação (mm h^{-1}) com radar meteorológico de São Paulo (C) e registro fotográfico (D) às 16h29, de 19 de agosto de 2019. Fontes: NOAA/ESRL/PSD; SAISP (radar). Fotos: G1 - São Paulo (2019); Estadão (2019).

e injeção de umidade no ar, as chuvas se intensificam, umidificam o solo e permitem o desenvolvimento de folhagem no dossel da vegetação (copa das árvores). Esta por sua vez contribui para o aumento da umidade do ar numa sucessão de interações que levam ao pleno funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas.

Desde que estas condições foram alteradas ao longo do tempo, com o surgimento e crescimento da RMSP na área central RBCV e seu avanço sobre o cinturão verde, que

proporciona os serviços ecossistêmicos necessários à economia e à sustentação da vida na metrópole, houve uma mudança no microclima induzida pela redução, simplificação e remoção dos ecossistemas típicos de Mata Atlântica, bioma no qual está inserida a RBCV.

Para compreender as características de tempo e clima na região, foi realizada uma análise hidrometeorológica no Parque de Ciência e Tecnologia (CienTec/USP), localizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI),

que indica as condições ambientais originais existentes antes da intensa urbanização ocorrida na RMSP. As estações meteorológicas instaladas no Parque CienTec e na Escola de Artes e Ciências Humanas (EACH/USP) constituem duas unidades de uma rede idealizadas para o monitoramento da RMSP. Trata-se da Micronet, rede de 20 estações meteorológicas automáticas, idealizada para monitorar o

tempo e o clima da RBCV (Figura 16). Em complemento, a Figura 17 mostra os vários sensores instalados no Parque CienTec e na EACH/USP.

Para melhor compreender os resultados obtidos com os sistemas de medição, é importante observar que se tratam de dados de balanço hídrico, temperatura e armazenamento de água no solo, relacionados a elementos básicos do ciclo hidrológico.

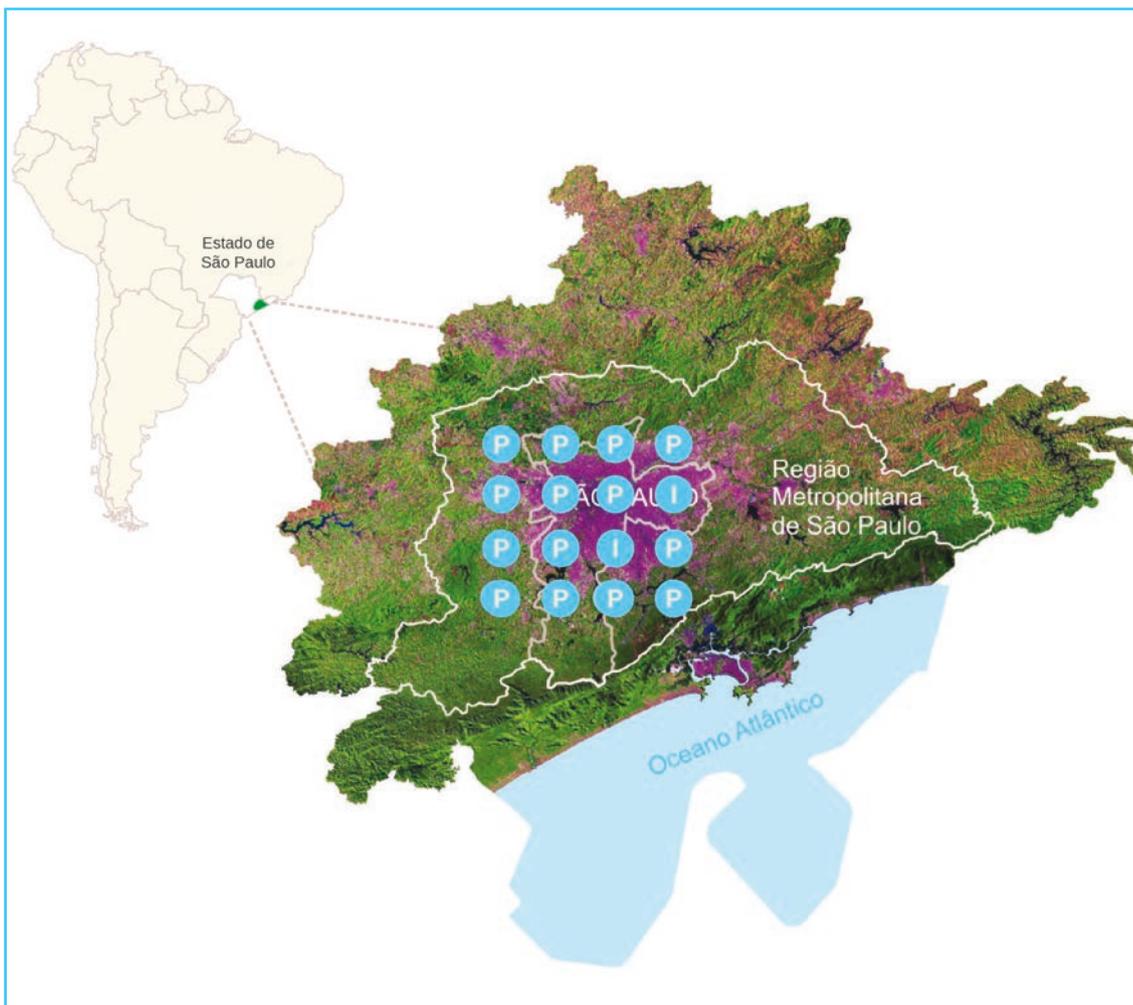


Figura 16 | Imagem da RBCV, com destaque para a RMSP e 20 sites selecionados para integrar a rede Micronet de estações meteorológicas automáticas; a letra "P" corresponde às estações previstas e a letra "I" para as áreas com estações instaladas no PEFI (Parque CienTec) e EACH/USP. Fonte: Elaboração própria.



Figura 17 | Cercado da Estação Meteorológica com o abrigo meteorológico no primeiro plano, pluviômetros no segundo plano e torre metálica da Estação Meteorológica Automática ao fundo (A); rede de sensores de umidade de solo (B); e sensor de nível do lago do PEFI (C) instalados no Parque CienTec.

Em relação aos resultados obtidos com os sistemas de medição, a **Figura 18** mostra o comportamento térmico e hídrico da atmosfera integrado aos do solo e da vegetação no âmbito da Mata Atlântica.²

A evolução temporal das médias de temperatura do solo até 40 cm de profundidade e temperatura do ar a 1,5 m acima do solo apresenta um ciclo anual bem definido

(**Figura 18A**). Em geral, a evolução da temperatura do ar acompanha a do solo. A radiação solar global e saldo de energia radiante indicam um ciclo anual também marcante.

O saldo de energia positivo varia entre 25 $W m^{-2}$ e 100 $W m^{-2}$ (**Figura 18B**), e é devido à temperatura do solo muito mais alta do que na atmosfera ao longo dos meses. A maior amplitude de temperatura ocorre na superfície

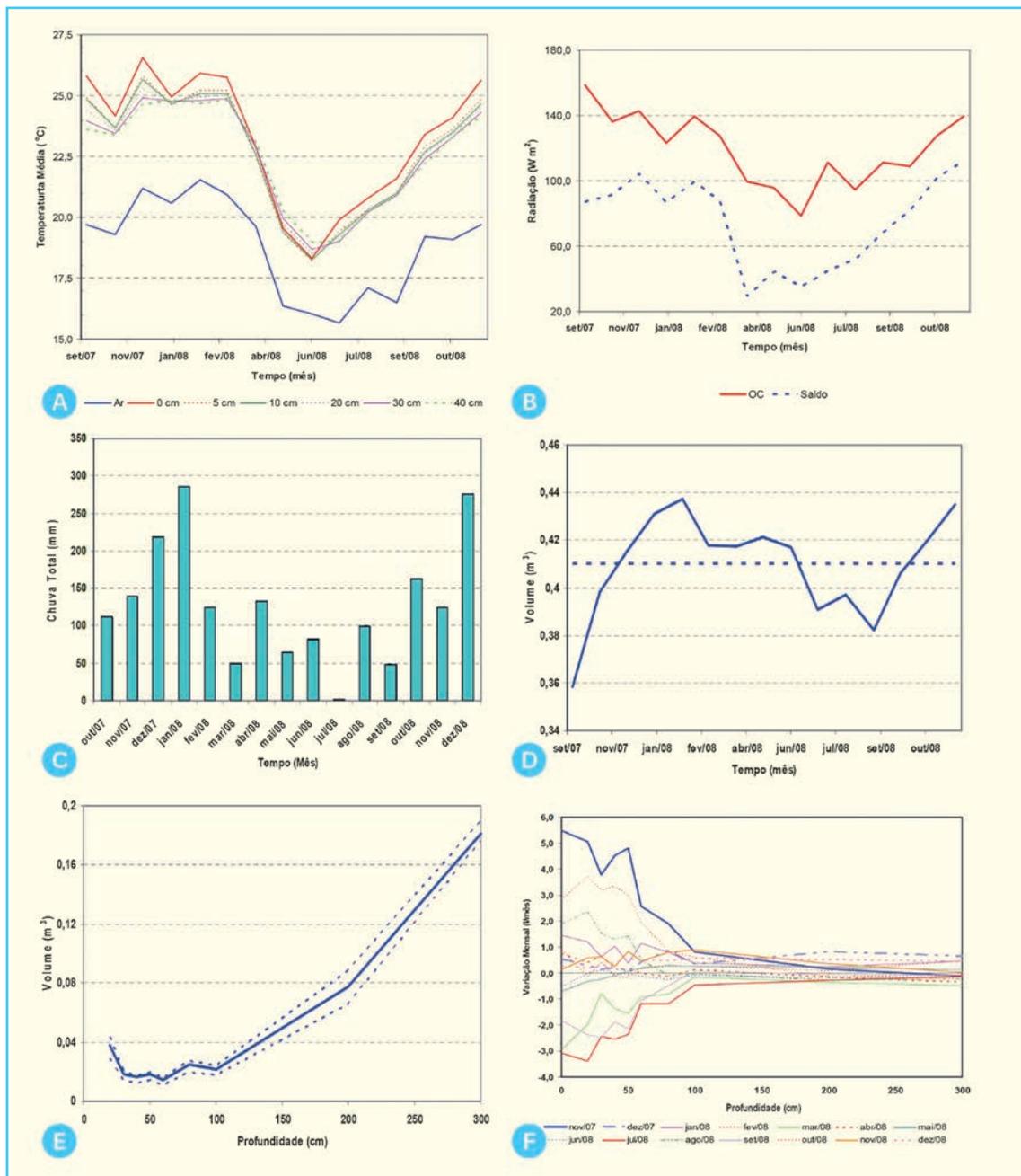


Figura 18 | Evolução temporal da temperatura do solo e do ar média mensal (A) e energia onda curta e saldo de energia (B); chuva acumulada mensal (C) e volume de água total armazenada no solo até 3 m de profundidade (D); perfil médio, máximo e mínimo de umidade no solo (E) e variação mensal da umidade do solo (F).
Fonte: Elaboração própria

Nota: Unidades e variáveis estão indicadas. Dados da EMA e SOLO do Parque CienTec medidos entre 10/2007 e 12/2008.

² As médias mensais de variáveis foram medidas com a Estação Meteorológica Automática e com os sensores de umidade do solo e nível de vazão instalados no Parque CienTec entre outubro de 2007 e dezembro de 2008.



do solo, em contato direto com a radiação solar. Os totais mensais de precipitação indicam um ciclo anual que também evoluiu de acordo com a temperatura do ar, com pico em janeiro e mínimo em julho (**Figura 18C**).

A evolução temporal do armazenamento total da água no solo até 3 m de profundidade (**Figura 18D**) é modulada pela precipitação. Nota-se o impacto da evapotranspiração, particularmente no fim do período seco com o maior bombeamento de água do solo para a atmosfera. O perfil médio de umidade do solo (**Figura 18E**) e a sua variação mensal (**Figura 18F**) indicam menor armazenamento até 1 m de profundidade do solo devido aos efeitos de infiltração e percolação (passagem de água pelo solo e rochas permeáveis) e a evapotranspiração da vegetação mais significativa até 1 m de profundidade. O estrato superior da vegetação (árvores) remove umidade de profundidades maiores abaixo do nível freático. No início do período chuvoso (setembro), o armazenamento de água no solo até 1 m de profundidade é máximo positivo.

No fim do período seco (julho) o armazenamento de água no solo até 1 m de profundidade é mínimo negativa. Estes resultados indicam o comportamento térmico e hídrico da atmosfera integrado aos do solo e da vegetação no âmbito da Mata Atlântica. Estes interagem com os outros componentes do sistema terrestre de maneira complexa e determinam o clima regional. Mas, as condições microclimáticas são em geral moduladas pela interação local entre atmosfera, litosfera, hidrosfera (Oceano Atlântico) e biosfera (Mata Atlântica).

A microbacia do PEFI foi monitorada por meio de medições de precipitação, vazão, transprecipitação e evapotranspiração estimada entre 1999 e 2000. O balanço hídrico indica um volume total de precipitação de 1290,5 mm, com 22,3% interceptado pela vegetação e 77,3% que chegou à superfície. Destes, 22,1%

foram escoados superficialmente e 77,9% evapotranspiraram. (**Tabela 2**).

Esta estimativa contrasta com as realizadas na Bacia Amazônica onde a evapotranspiração corresponde a cerca de 60% do total precipitado. Este resultado sugere que a bacia do PEFI, dentro da mancha urbana da RMSP, esteja em um processo de estresse térmico permanente devido à ilha de calor urbano. Ou seja, a diferença de evapotranspiração entre a Amazônia e a RBCV é decorrente de distúrbio provocado pela urbanização e não por outros fatores climáticos e fitofisionômicos.

De qualquer forma, nota-se que a água da chuva infiltrada no solo retorna à atmosfera no período seco por meio da evapotranspiração. Quando o nível de umidade do solo, particularmente próximo à superfície baixa muito, o estrato da vegetação com sistema radicular mais raso tende a murchar permanentemente. Apenas as árvores com raízes mais profundas e que se utilizam da umidade de solo de níveis abaixo de 1 m de profundidade permanecem folhadas nos períodos secos (inverno). Assim, a estratificação vertical da vegetação aumenta a evapotranspiração nas primeiras camadas do solo, o que contribui para maior infiltração e armazenamento de água de chuva no período chuvoso.

4 | ILHAS DE CALOR URBANO

As ilhas de calor urbano se desenvolvem com o processo de urbanização, no qual os ecossistemas existentes são diminuídos, simplificados ou substituídos por áreas construídas. As ilhas de calor ocorrem em todas as grandes metrópoles do planeta com alta densidade populacional, tais como as cidades de São Paulo, do Rio de Janeiro, de Nova Iorque, da Cidade do México e de Tóquio, entre outras. As ilhas de calor na RBCV se desenvolveram ao longo do século 20, com mudanças graduais nas condições climáticas.

Componentes do Balanço Hídrico	Balanço Hídrico	Percentual (%)
Precipitação	1290,5	100
Transprecipitação	1002,1	77,7
Interceptação	288,4	22,3
Vazão	285,6	22,1
Evapotranspiração	1004,9	77,9

Tabela 2 | Balanço hídrico (mm) da bacia hidrográfica PEFI (1999-2000).
Fonte: Castilhanos; Pereira Filho (2001).

Para a RMSP houve um aumento na temperatura média do ar de 2,1°C, elevação essa muito superior ao aumento da temperatura média global do planeta, que foi de 0,5°C, registrado no período entre 1933 e 2007. O histórico dos recordes de precipitação diárias e temperatura para a cidade de São Paulo entre 1933 e 2018 é apresentado na **Figura 19**.

Em ambientes rurais, a energia solar é usada no processo de fotossíntese que resulta em produção de oxigênio e vapor de água por meio da evapotranspiração. Em ambientes urbanos, a radiação solar aquece a superfície construída. Por causa da baixa capacidade térmica da superfície construída, há um rápido

aquecimento do ar logo acima da superfície. A remoção da vegetação reduz a umidade do ar devido à redução da evapotranspiração. Este processo é ilustrado pela **Figura 20**.

Nas áreas cobertas de vegetação (**Figura 20A**), o baixo albedo do dossel da floresta fornece energia suficiente para as plantas fotossintetizarem e transpirarem, levando a uma alta perda de calor latente que esfria a superfície. Nas áreas desmatadas (**Figura 20B**), o albedo mais alto do solo descoberto reduz a quantidade de energia absorvida na superfície. A perda de calor latente é reduzida e a superfície aquece, o processo de remoção da energia é menor. Nas áreas densamente urbanizadas (**Figura 20C**), a

Figura 19 | As 10 maiores precipitações diárias e temperaturas horárias registradas na cidade de São Paulo, medidas pela Estação Meteorológica do IAG/USP, entre 1933 e 2018; estão indicados o ano da ocorrência e respectivo valor. Fonte: Elaboração própria.

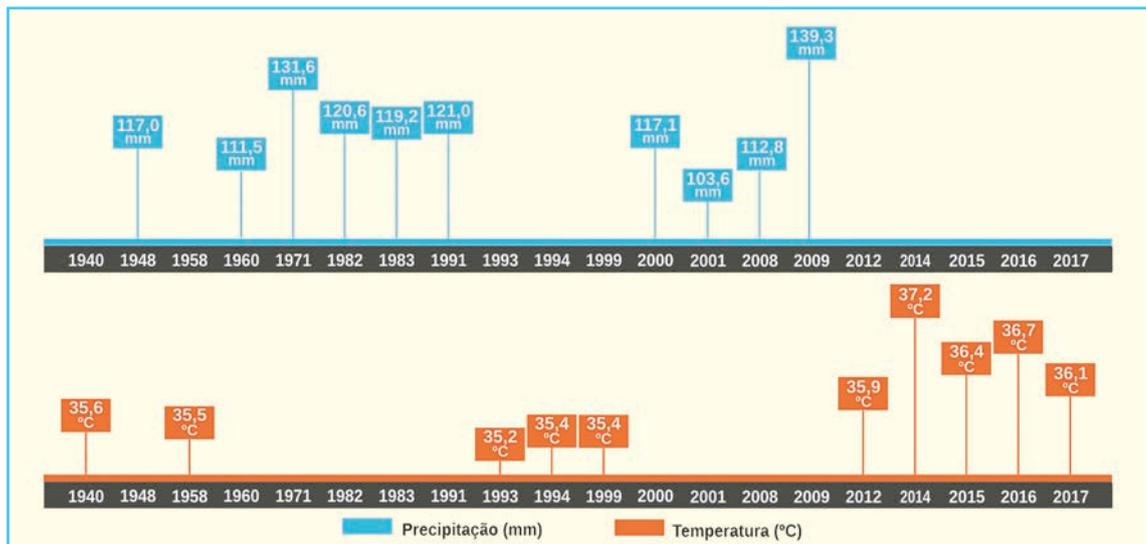
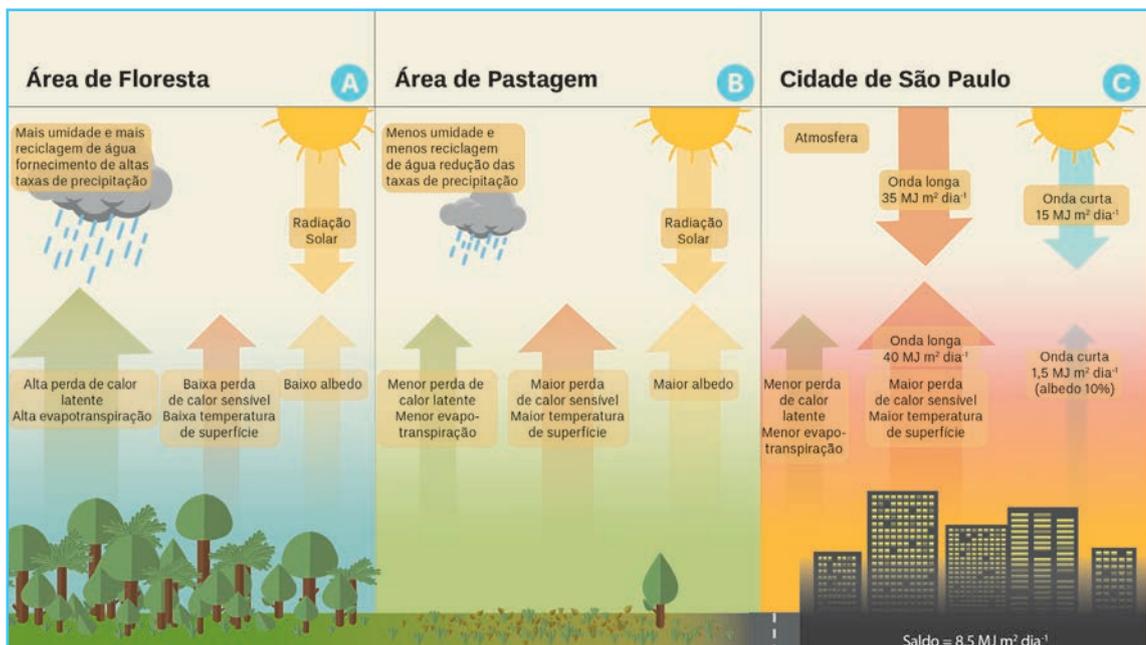


Figura 20 | Radiação solar e refletida (albedo) e fluxos de calor sensível e latente para diferentes usos e ocupações do solo: floresta (A); pastagem (B); e urbano (C), para condições de calmaria. Fonte: Elaboração própria. Com base em Foley *et al.* (2003); Ferreira *et al.* (2012).



radiação solar aquece a superfície construída, com rápido aquecimento do ar.

A tendência atual de expansão da área urbanizada da RMSP para o seu cinturão verde envoltório concorre para a ampliação do efeito das ilhas de calor e as consequências destas no desconforto térmico, hídrico e outros impactos diversos associados aos eventos de tempo severos que se desenvolvem para neutralizar ou reduzir as ilhas de calor. A ausência de políticas públicas adequadas neste contexto deve agravar ainda mais os impactos sobre os serviços ecossistêmicos e sobre o bem-estar da população na RBCV.

Atualmente, há inúmeros estudos e experimentos para quantificar os impactos das ilhas de calor no balanço de energia, no balanço hídrico e nos ecossistemas, como o Programa Ilhas Verdes Urbanas, desenvolvido no município de Guarulhos (**Quadro 1**). Entretanto, esses esforços são muito recentes, com uma grande lacuna quanto ao desenvolvimento de índices para medir os impactos e sua evolução temporal.

Estudos de Pereira Filho *et al.*, (2004) mostram que as chuvas de verão são mais intensas na RMSP devido aos efeitos de ilha de calor e circulação de brisa marítima. A **Figura 23** mostra uma imagem no canal infravermelho (IR) do dia 11 de outubro de 2002, onde se observa a ilha de calor da RMSP, que apresenta temperaturas acima de 30°C no início da tarde. As temperaturas nas bordas da RMSP são pelo menos 5°C menor em relação ao centro da ilha de calor urbano. Estimativas de chuva acumulada foram obtidas na área de abrangência do radar meteorológico de São Paulo. A precipitação acumulada é obtida da integração temporal das taxas de precipitação. A chuva acumulada total foi estimada apenas para os eventos de enchente associados com brisa marítima e ilha de calor entre 2002 e 2004 (PEREIRA FILHO *et al.*, 2004).

Para melhor compreender esse fenômeno das ilhas de calor e seus reflexos sobre o bem-estar humano, destaca-se um estudo sobre enchentes na RMSP, associadas com ilha de calor e brisa marítima. A RMSP é a maior área urbana brasileira onde tem havido uma degradação ambiental marcante devido à expansão urbana desordenada. Essa mancha urbana tem produzido alterações químicas, energéticas e hídricas na camada limite planetária, que é aquela camada do ar mais próxima da superfície terrestre.

Na **Figura 23**, é possível verificar o aquecimento diurno que causou desconforto térmico e consumo elevado de água (PEREIRA FILHO *et al.*, 2004). Observam-se várias regiões com elevadas temperaturas de brilho no norte e sudoeste do estado de São Paulo, na RMSP e no Vale do Paraíba na imagem das 14h45 UTC (**Figura 23C**). Há ainda forte contraste térmico sobre o rio Tietê, do centro para o norte do estado de São Paulo, Vale do Ribeira, no Litoral Sul de São Paulo e, mais significativamente, entre o continente e oceano Atlântico.

Particularmente na RBCV, a maioria dos episódios de enchentes está associada ao forte aquecimento diurno, convergência induzida pelo aquecimento e interação com a circulação de brisa marítima. Somente para o período entre 2000 e 2004, o número de eventos anuais de enchentes relatados foram 9, 15, 17, 13 e 11, respectivamente³. Estes eventos causaram perdas de vidas humanas e materiais. As crianças e idosos foram as vítimas mais frequentes dos deslizamentos de terra. As enchentes tiveram, ainda, um impacto direto sobre os sistemas de transporte e de distribuição de energia elétrica.

Trata-se, portanto, de fenômenos atmosféricos de grande relevância para a sociedade e o governo, e requer ações coordenadas contínuas para mitigar essas perdas e transtornos. A seguir, são apresentadas análises de eventos de enchentes com ênfase aos eventos associados com a ilha de calor e brisa marítima. Para a cidade de São Paulo, os eventos de enchentes foram selecionados a partir de registros jornalísticos entre 2002 e 2004. A maioria dos eventos foi monitorada em tempo real por meio de dados do radar meteorológico de São Paulo, imagens de satélite e dados de altitude e superfície.

As informações jornalísticas enfatizam apenas os impactos mais significativos das enchentes, com destaque para o número de vítimas fatais, extensão total de congestionamentos, interrupção do fornecimento de energia elétrica, número de pontos alagados, trechos inundados, regiões mais afetadas pelas chuvas, fechamento de aeroportos e algumas outras informações menos frequentes.

³ Dados meteorológicos da estação meteorológica do Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da USP, para os registros de enchentes de grande impacto ambiental e socioeconômico.



Com uma área de 318 km² e uma população estimada em 1,33 milhões de habitantes em 2019 (IBGE), o município de Guarulhos é um dos 39 municípios que compõem a RMSP, limitado ao sul e oeste pela cidade de São Paulo. Em uma abordagem ecossistêmica, a partir da análise da Temperatura Aparente da Superfície (TAS), verificou-se que as áreas do município com maiores temperaturas

(cores em tons vermelhos) estão naqueles setores com ausência de vegetação arbórea, identificando-se os *hotspots* de TAS superiores a 40°C, como as regiões industriais e o aeroporto internacional de Guarulhos. Por outro lado, foram observados valores da TAS inferiores a 20°C na porção nordeste do município, que apresenta melhor cobertura vegetal (Figura 21).

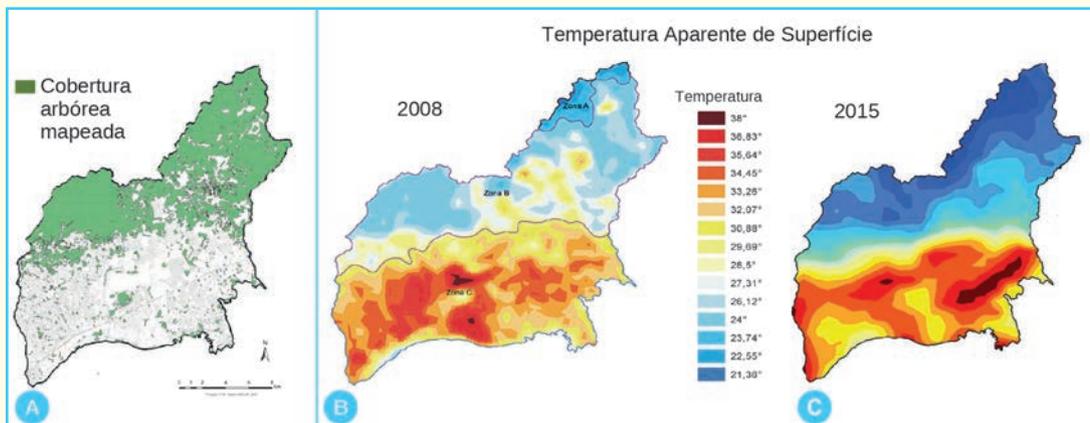


Figura 21 | Cobertura arbórea (A) e temperatura aparente de superfície em 2008 (B) e em 2015 (C) no município de Guarulhos. Adaptado de UnG LABGEOPRO (apud VIEIRA, 2017).

Tabela 3 | Valores da Temperatura Aparente em Superfície °C (TAS) de acordo com o tipo de cobertura da terra. Fonte: BALISA (2016).

Classe	TAS °C				
	Min.	Máx.	Média	Média total	Média entre tipo de solo e média total
Corpo d'água	24,84	36,37	28,89	31	-2,11
Vegetação arbórea	22,83	38,89	27,36		-3,64
Vegetação arbustiva/herbácea	23,59	38,97	30,80		-0,2
Área urbana	26,88	40,39	36,39		4,39
Solo exposto	26,75	39,74	32,56		1,56

Na Tabela 3 é possível observar que os maiores valores de TAS são aqueles referentes às áreas urbanas, que também apresentaram as maiores discrepâncias em relação a TAS por tipo de solo e a TAS média. Com base na correlação entre TAS e cobertura da área ocupada por vegetação, verificou-se que cerca de 94% dos dados de temperatura podem ser explicados pela presença ou não de vegetação, assim, os bairros com maiores temperaturas são aqueles mais carentes de vegetação (BALISA, 2016). Com o objetivo de nortear a política ambiental para conservação e implantação de áreas verdes no município, foi editada a Lei municipal 6.551, de 24 de agosto de 2009, disciplinando que, com base em dados de mapeamento termal por imagem de satélite, deverão ser priorizadas as regiões para adoção de medidas de combate às ilhas de calor, por meio da intensificação da arborização urbana (GUARULHOS, 2009). Esta política pública implantada em Guarulhos tem o propósito de reduzir as altas temperaturas na cidade, provocadas pelas ilhas de calor, e expressas em uma diferença de quase

2 graus entre bairros localizados em um raio de apenas 1 km. Estes fenômenos microclimáticos intensificam a temperatura e provocam desconforto à população e agravam as ondas de calor, que podem causar morbidade e mortalidade, em especial de idosos e doentes com redução da capacidade de termorregulação corpórea (BOAVENTURA, 2018) As ações do PIV são desenvolvidas em quatro focos: 1) escolas - mini bosques e telhados verdes; 2) empresas - mini bosques e telhados verdes; 3) praças, parques e viário - mini bosques, arborização, reflorestamento, recuperação de áreas de preservação permanente, vegetação em vias, canteiros, alças e rotatórias; 4) empreendimentos - mini bosques, arborização, telhado verde (VIEIRA, 2017). Desde a sua implantação em 2009, mais de 30 mil árvores foram plantadas em dois anos de Programa, por meio de diversos projetos (Figura 22), como o projeto de paisagismo no no córrego dos Cavalos; o Programa Ilhas Verdes nas escolas, que distribui mudas e realiza palestras sobre conscientização ambiental e sobre os plantios e sua importância (BALISA, 2016).

Quadro 1 | O Programa Ilhas Verdes Urbanas do município de Guarulhos. (continuação)

Ademais de amenizar a temperatura, a vegetação em área urbana presta outros serviços ecossistêmicos para a população, diretamente associados ao bem-estar humano, como a redução de gás carbônico, da poluição do ar e da poluição sonora; barreira de vento e poeira; habitat para pássaros e outras espécies de fauna; aumento da umidade relativa do

ar; maior permeabilidade do solo e drenagem das águas da chuva; fornecimento de sombra; embelezamento da paisagem; valores educativos sobre preservação e conservação (VIEIRA, 2017). Em 2010 o PIV foi reconhecido como exemplo de política pública pela UNESCO, com suas ações divulgadas para Argentina, Chile, Costa Rica e Peru (BALISA, 2016).



Figura 22 | Projetos implantados pelo PIV, em Guarulhos. Avenida Paulo Facchini (centro), trecho entre a av. Tiradentes até a av. Monteiro Lobato, em 2009 (A) e 2017 (B); e ilha verde implantada no Parque CECAP/SEMA, em 2009, com temperatura ao sol registrada de 35°C (C) e em 2017, com temperatura de superfície de 17°C, registrada à sombra (D).
Fonte: Vieira (2017).

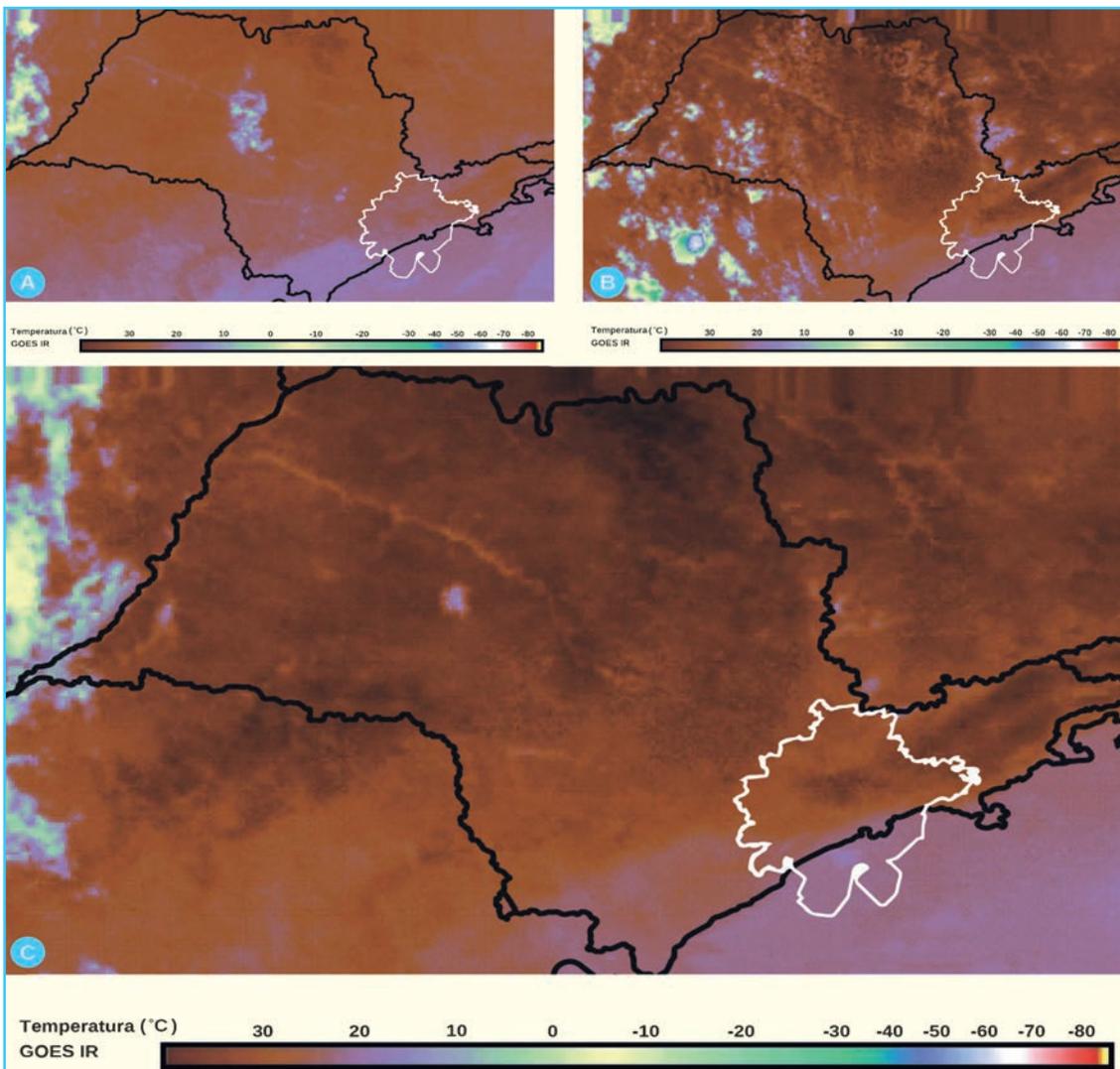


Figura 23 | Temperatura de brilho do canal IR do satélite GOES-8 em 11 de outubro de 2002. Tons escuros indicam temperaturas mais altas e, tons mais claros, mais baixas. Contorno geográfico do Estado de São Paulo está indicado em preto, RBCV em contorno branco. Horários em UTC.
Fonte: Pereira Filho *et al.* (2004).

Os eventos de enchentes associados à ilha de calor e circulação de brisa marítima foram utilizados para caracterizar a distribuição espacial e distribuição de frequências de taxas de precipitação mais e menos intensas, associadas com brisa marítima. Estes perfazem 65% do total de eventos do período analisado. A **Tabela 4** mostra eventos meteorológicos e seus impactos na cidade de São Paulo (PEREIRA FILHO *et al.*, 2007a; 2007b). Esse

levantamento foi realizado por meio de reportagens do Jornal Folha de São Paulo (FSP), dados do Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), do radar meteorológico de São Paulo e da Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Atmosféricas da USP.

As datas dos eventos em azul correspondem a eventos de ilha de calor e brisa marítima, num total de 65% dos eventos de enchente

Data	FSP	VF	PA	RVF	PCR	DT	TAI	PMax	Norte	Sul	Centro	Leste	Oeste	RADAR	BM	TMax	Td Max
24/03/2002	sim		21	sim		sim				sim	sim	sim			FF	24.3	20.7
07/07/2002	sim			sim						sim					FF	18.1	10.0
20/09/2002	sim		23	sim	198			39.5	sim	sim		sim	sim	sim	FF	25.8	18.2
29/10/2002	sim		8		80			33.5				sim		sim	sim	32.4	21.2
28/11/2002	sim		51	sim	154	sim		81.0		sim			sim	sim	sim	32.8	22.9
01/12/2002	sim		17	sim						sim	sim			sim	sim	33.5	20.4
17/12/2002	sim	2	41		93	sim					sim	sim		sim	sim	29.2	21.1
02/01/2003	sim		23	sim							sim				sim	32.3	21.6
03/01/2003	sim		37	sim	15	sim		113.0	sim					sim	sim	28.6	21.1
16/01/2003	sim		30	sim	66		sim						sim	sim	sim	28.7	19.1
21/01/2003	sim		9								sim			sim	sim	29.7	22.7
27/01/2003	sim	8				sim				sim				sim	FF	24.4	19.7
28/01/2003	sim		69							sin		sim		sim	FF	23.5	20.4
17/02/2003	sim												sim	sim	FF	25.2	20.0
03/03/2003	sim		29									sim		sim	sim	33.7	23.2
05/03/2003	sim		24		60		sim	73.0	sim					sim	sim	29.7	21.8
07/03/2003	sim		36	sim	129								sim	sim	sim	30.2	21.4
09/10/2003	sim		19	sim	162					sim			sim		sim	30.4	18.9
17/11/2003	sim			sim	89									sim	JJ	28.1	19.4
23/12/2003	sim		11		128	sim			sim					sim	FF	27.5	19.8
12/01/2004	sim			sim	98	sim			sim					sim	sim	27.9	19.5
23/01/2004	sim	3	20	sim	147	sim							sim	sim	sim	27.8	20.1
30/01/2004	sim		33	sim	151	sim		62.4		sim		sim		sim	sim	31.3	20.1
31/01/2004	sim		19					32.7	sim					sim	sim	30.8	19.1
02/02/2004	sim		47	sim	85			65.0				sim	sim	sim	sim	32.3	22.7
04/02/2004	sim		32	sim				73.3				sim		sim	sim	32.6	21.0
19/02/2004	sim		14	sim	106		sim	43.7		sim				sim	sim	32.6	18.3
22/02/2004	sim		26									sim		sim	FF	23.4	20.2
04/04/2004	sim		15							sim		sim	sim	sim	JJ	25.8	18.4
06/04/2004	sim		291		142	sim		79.5		sim			sim	sim	sim	26.3	20.6
21/04/2004	sim	1	13			sim					sim		sim	sim	sim	25.2	19.8

Tabela 4 |
Eventos severos na cidade de São Paulo, entre 2002 e 2004. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2007a; 2007b).

Nota: A legenda acima indica, da esquerda para a direita, a data do evento (ano, mês, dia), disponibilidade de registro jornalístico da FSP, número de vítimas fatais (VF), pontos de alagamento (PA), ocorrência de rajadas de vento forte, pico de congestionamento registrado (PCR) em km, ocorrência de deslizamento de terra (DT), de transporte aéreo interrompido (TAI), precipitação máxima (Pmax) em mm, regiões da PMSP atingidas (Norte, Sul, Centro, Leste e Oeste), disponibilidade de dados de radar (RADAR), ocorrência de brisa marítima (BM), temperatura do ar máxima (Tmax) e temperatura de ponto de orvalho máxima (Td max) em °C. Os símbolos JJ e FF se referem a eventos de jato de altos níveis e frente fria, respectivamente. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2004).



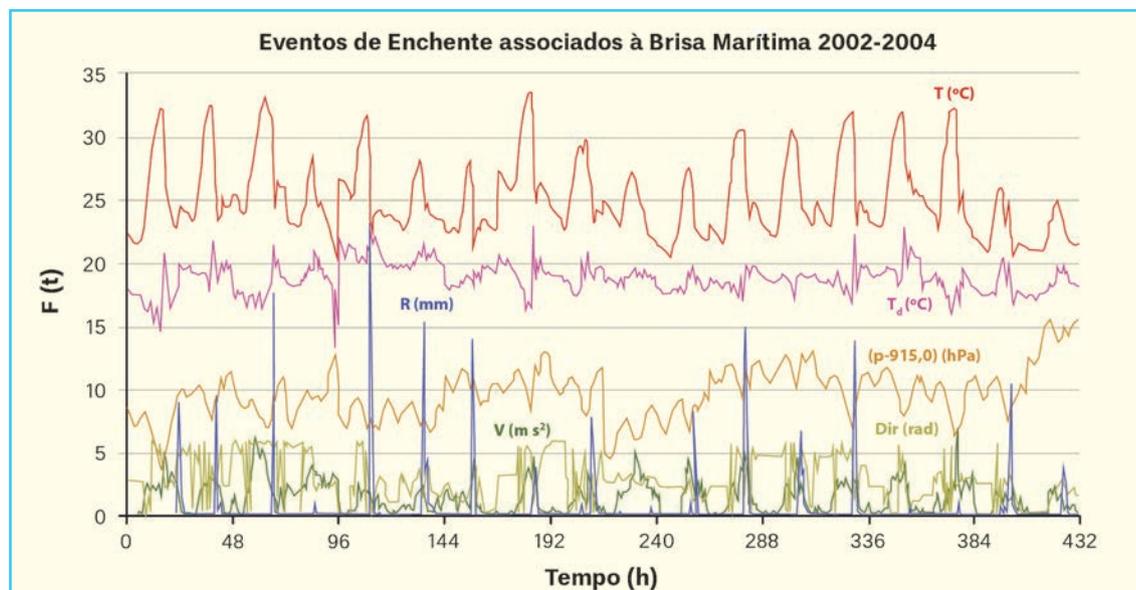
no período. O monitoramento da brisa marítima com o radar MXPOL e com a rede Micronet (ainda não implantada) permitem uma antecipação de trinta minutos a duas horas antes mesmo da formação das tempestades, o que pode auxiliar na mitigação de tais eventos.

Utilizaram-se dados meteorológicos da estação automática do DCA/ USP, localizada na zona Oeste da RMSP. Obteve-se a temperatura do ar e temperatura de ponto de orvalho máxima. Os eventos com penetração de brisa foram identificados a partir dos dados de direção do vento, pressão e temperatura do ar e temperatura de ponto de orvalho. Estimativas da chuva acumulada foram obtidas na área de abrangência do radar meteorológico de São Paulo.

Os dados de chuva estimada com radar meteorológico possuem resolução espacial de 2-km x 2-km e temporal de 5 minutos. As taxas de precipitação são interpoladas na altitude de 3 km e armazenadas com 16 níveis de intensidade entre 1 e 100 mm h⁻¹. A chuva acumulada é obtida da soma das taxas de precipitação ao longo do tempo. As acumulações de chuva diária foram realizadas em 0000 UTC do dia e 0000 UTC do dia seguinte.⁴

A **Figura 24** mostra a evolução temporal de variáveis meteorológicas de 18 eventos de enchentes associadas à brisa marítima e ilha de calor (**Tabela 4**). Mais da metade dos eventos está associada com temperatura do ar acima de 30°C no período da tarde. A maioria dos eventos de chuvas intensas está relacionada com temperaturas de ponto de orvalho acima de 20°C antes do início da chuva. Nota-se também uma diminuição da umidade do ar entre o início da manhã e meio da tarde quando da chegada da frente de brisa. Esta diminuição é causada pela maior mistura vertical do ar devido à expansão da camada limite planetária (CLP) pelo aquecimento radiativo diabático. Os ventos são em geral de noroeste e nordeste e giram para sul e sudeste após a penetração da frente de brisa. Esta pode ser também identificada pela mudança da tendência de baixa para alta pressão. A queda da pressão em geral varia em torno de 3 hPa.

A intensidade do vento aumenta em geral entre a manhã e fim da tarde devido à mistura vertical de momento da atmosfera acima da CLP. Portanto, a característica mais significativa é o aumento de umidade do ar devido à brisa marítima. A mistura de ar urbano



Nota: Evolução temporal da temperatura do ar (vermelho), temperatura de ponto de orvalho (rosa), pressão atmosférica (laranja), precipitação acumulada (azul), direção (amarelo) e intensidade do vento (verde) dos 18 eventos de enchentes associadas com brisa marítima e ilha de calor. Dados medidos com a estação meteorológica do DCA. Unidades indicadas no gráfico. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2004).

Figura 24 | Evolução temporal de variáveis meteorológicas de 18 eventos de enchentes associadas à brisa marítima e ilha de calor. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2007a; 2007b).

⁴ Ressalta-se que a qualidade das estimativas de chuva acumulada é afetada por erros inerentes ao radar meteorológico. Utilizaram-se nas análises de eventos de enchentes e de ilha de calor sequências de imagens do satélite GOES-8 do canal IR obtidas no laboratório de sinótica MASTER do DCA. Estas imagens possuem resolução espacial de 4 km x 4 km e permitem o monitoramento espaço-temporal das temperaturas de brilho da superfície na ausência de nuvens, e destas, quando presentes.

relativamente quente e seco com ar relativamente frio e úmido oceânico, além do empuxo gerado pela frente de brisa, resultam numa desestabilização do ar próximo à superfície, que ascende até a tropopausa impulsionada pela liberação de calor latente. Essas células profundas geram também correntes descendentes intensas e frentes de rajadas.

A maioria dos eventos com quedas de árvores devido a rajadas de ventos intensas está associada com eventos de enchentes devido à brisa marítima e ilha de calor. De fato, todos os casos de interrupção no fornecimento de energia elétrica no período analisado estão associados com quedas de árvores sobre a rede elétrica. A distribuição espacial das células convectivas e a distância entre as mesmas podem organizar outras células convectivas por meio da colisão das respectivas frentes de rajadas (PEREIRA FILHO *et al.* 2002). A **Figura 25** mostra a distribuição espacial de chuva acumulada nos 18 eventos de enchentes. Nota-se um núcleo de maior acumulação coincidente com a área da RMSP.

Há um alinhamento dos núcleos de alta acumulação paralelo à costa da Serra Mar, uma outra característica dos eventos de chuva associados com brisa marítima. As acumulações de chuva decrescem rapidamente para além de 120 km do radar meteorológico em virtude do efeito da distância (PEREIRA

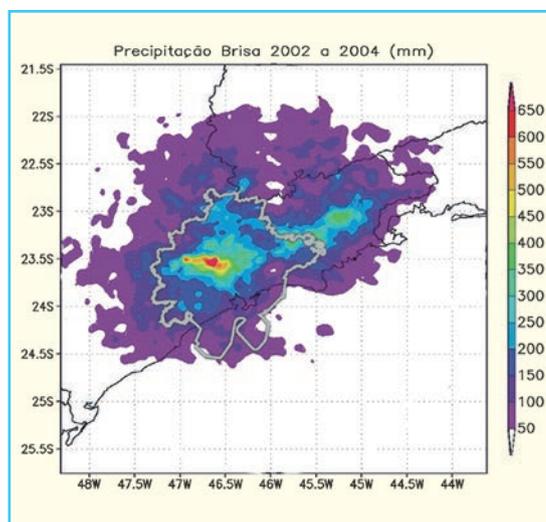
FILHO; NAKAYAMA, 2001). Por último, nota-se também que as chuvas mais intensas estão sobre o continente, padrão típico de verão.

A **Figura 26** apresenta informações similares, exceto para a distribuição espacial de frequências de taxas de precipitação abaixo (direita) e acima (esquerda) de 10 h^{-1} para todos os 18 eventos de enchentes associadas com brisa marítima e ilha de calor. Novamente, as frequências de ambas as categorias é maior sobre a RMSP. O núcleo de alta frequência de chuvas intensas na RMSP é até três vezes maior do que o das áreas vizinhas. Ou seja, nos casos de enchentes causadas por brisa marítima e ilha de calor há maior probabilidade de eventos extremos sobre a RMSP, especialmente sobre a região Leste da cidade de São Paulo.

Supondo-se que a umidade não deva variar muito ao longo da frente de brisa em toda extensão da costa, o núcleo de maior precipitação é devido ao maior empuxo vertical e concomitante convergência próxima à superfície produzida pela ilha de calor. Assim, o aquecimento devido à ilha de calor induz maior precipitação sobre a RMSP. A baixa capacidade de infiltração da RMSP resulta em enchentes e inundações. A frequência maior de chuvas intensas na região leste da cidade de São Paulo é devida, em geral, à predominância de ventos de Noroeste nos níveis médios da atmosfera (BAIK; CHUN, 1997). A maior frequência de chuvas menos intensas sobre a região costeira do litoral do estado de São Paulo indica que alguns sistemas se deslocam para sudeste na fase de decaimento. A configuração circular no mapa de frequência das chuvas menos intensas indica o efeito de preenchimento do feixe do radar para os sistemas precipitantes mais distantes do radar meteorológico na fase de decaimento.

Uma média de 13 eventos de enchente por ano ocorreu entre 2000 e 2004; um número bastante elevado. Esta alta probabilidade de enchentes na RMSP requer medidas estruturais e não estruturais para mitigar os impactos de tais eventos. Uma medida não estrutural importante é o uso de sistemas de monitoramento e previsão do tempo. Estes sistemas se utilizam de densa rede de estações meteorológicas, radares meteorológicos, com maior sensibilidade para a detecção dos estágios iniciais

Figura 25 | Distribuição espacial de chuva acumulada estimada com o radar meteorológico de São Paulo, para 18 eventos de enchentes associados com brisa marítima e ilha de calor na RBCV.



Nota: Escala de cores indica total de chuva (mm). Estão indicados os contornos geográficos de São Paulo, Sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Circunferência indica o raio de abrangência do radar meteorológico de 240 km. Latitudes e longitudes estão também indicadas. Fonte: Pereira Filho *et al.* (2004).

de formação dos sistemas precipitantes e, ainda, a utilização de modelos numéricos de altíssima resolução espacial para uma maior antecipação dos eventos de chuva intensa. Estudos hidrológicos e de modelagem numérica de mesoescala na RMSP podem ser obtidos em Barros *et al.* (2004) e Hallak *et al.* (2004).

O levantamento atualizado de eventos reportados pelo Jornal Folha de São Paulo até 2012 indica a ocorrência de 237 eventos no período ou uma média de 18 eventos de enchentes e deslizamentos por ano na cidade de São Paulo. Assim, houve um aumento em

relação aos eventos analisados entre 2000 e 2004 acima descritos.

A **Tabela 5** mostra a ocorrência mensal de pontos de alagamento na cidade de São Paulo e a **Tabela 6** os totais mensais de chuva no período chuvoso (novembro do ano a abril do ano seguinte) entre 1998/1999 e 2010/2011. Em geral, o número de alagamentos está correlacionado com os totais de precipitação mensal. Nota-se que houve um aumento de alagamentos anos de 2010 e 2011 no mês de janeiro por causa do aumento do total de precipitação do mês nestes dois anos.

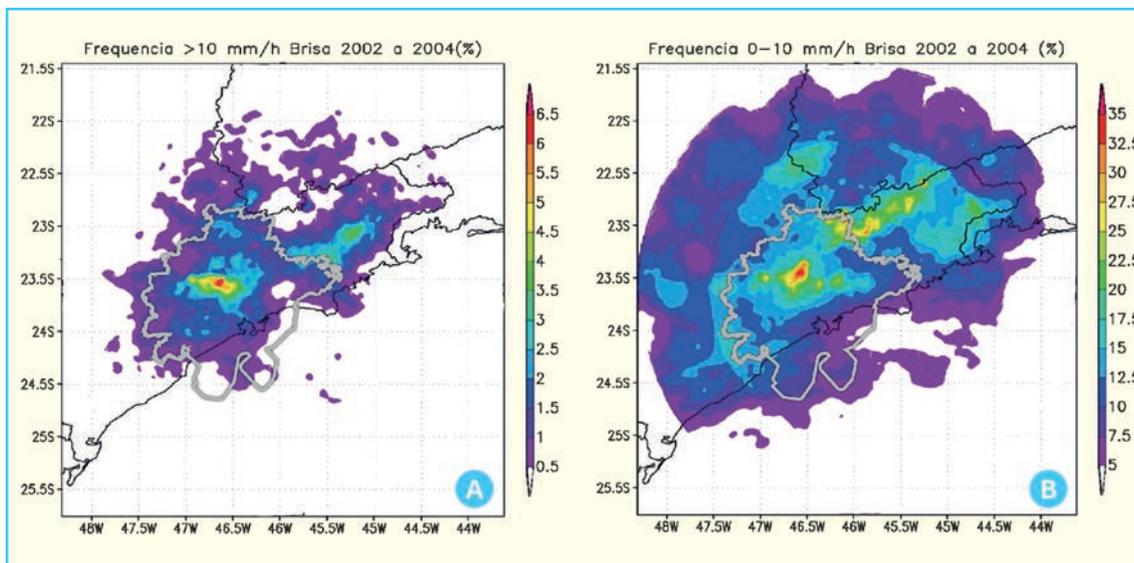


Figura 26 | Distribuição espacial da frequência (%) de chuva acumulada chuvas acima (A) e abaixo (B) de 10 mm h⁻¹ para todos os 18 eventos de enchentes associadas com brisa marítima e ilha de calor na RBCV. (Tabela 4 e Figura 23) Fonte: Pereira Filho *et al.* (2004).

Período	Mês						TOTAL
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	
1998/1999	7	163	175	467	240	29	1081
1999/2000	37	93	403	206	94	3	836
2000/2001	109	217	239	177	248	24	1014
2001/2002	69	186	249	83	265	35	887
2002/2003	208	181	324	140	143	22	1018
2003/2004	31	67	149	160	58	86	551
2004/2005	174	162	331	105	162	138	1072
2005/2006	115	197	378	58	378	19	1145
2006/2007	225	261	69	260	184	51	1050
2007/2008	90	85	217	192	86	66	736
2008/2009	96	137	245	210	120	11	825
2009/2010	114	270	537	377	150	48	1496
2010/2011	83	194	581	324	39	41	1262
Média	104	170	300	212	167	45	998

Tabela 5 | Ocorrência mensal de pontos de alagamento na cidade de São Paulo.

Tabela 6 |
Precipitação
mensal e anual
(mm) para a
cidade de São
Paulo para o
período de
1998/1999 e
2010/2011.

Período	Precipitação mensal e anual (mm)						TOTAL
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	
1998/1999	33,4	191,3	244,5	339,4	157,1	44,9	1010,6
1999/2000	70	115,4	286,1	286,2	119,8	3,6	881,1
2000/2001	206,9	249,8	180,1	176,4	204	33,3	1050,5
2001/2002	155,9	198,1	265,9	169,8	220	41,9	1051,6
2002/2003	182,5	203	269	129,7	134,9	46,4	965,5
2003/2004	84,4	117,2	207,3	235,1	111,3	127,3	883,2
2004/2005	183,3	159,4	290,2	116,2	167,3	81	997,4
2005/2006	78	200,8	277,8	137,4	341,6	43,5	1079,1
2006/2001	217,2	221,8	131,2	211,3	144,9	70,7	997,1
2007/2008	152,8	171,8	242,6	172,1	101,3	93,1	933,7
2008/2009	101,6	123,6	246,4	184,3	115,5	46,2	817,6
2009/2010	118,2	260,4	461,3	243,5	167,9	104	1415,3
2010/2011	125	239,9	412,5	239	73,4	101,4	1191,2
Média	136	189	270	203	158	64	1021

A partir de 2012, houve uma diminuição de eventos de enchente, alagamento e deslizamento, mais marcante em 2014, por causa da seca provocada por condições atmosféricas (alta pressão) e oceânicas (anomalias frias) de grande escala. Naquele período, os volumes de reservação de água para abastecimento urbano na RBCV diminuíram tanto que houve rodízio de abastecimento e severas restrições ao consumo. Destaca-se que a rápida diminuição das reservas de águas foi causada pelo aumento do consumo em razão do calor excessivo da ilha de calor da RMSP e, concomitantemente, as temperaturas elevadas nas bacias hidrográficas dos sistemas de reservatórios da SABESP aumentaram a evaporação nos espelhos d'água das represas e da transpiração da vegetação nos seus entornos.

Assim, a RMSP é cada vez mais vulnerável a situações de excesso e escassez de precipitação com enchentes em um extremo e secas no outro, respectivamente. Esta última tem tido um impacto sócio econômico muito maior por afetar toda a sociedade. Por outro lado, em situações mais próximas da normalidade de precipitação e temperatura no período chuvoso, aumenta-se o risco da incidência de doenças infecciosas causadas pelo *aedes aegypti*, conforme estudo realizado por Karam *et al.* (2016). Ainda, no período de outono e inverno, com a diminuição da temperatura do ar e das

chuvas, há um aumento de doenças cardíaco-respiratórias com de vítimas fatais por causa da poluição do ar urbano com as suas múltiplas fontes em situação de baixa dispersão de poluentes.

Na contextualização histórica e configuração socioespacial do litoral santista, destaca-se a fundação de São Vicente, em 1532, primeira cidade organizada no país e a criação da RMBS, em 1996. O crescimento significativo da metrópole santista entre 1940 e 2000 (cerca de 700%), decorrente tanto das atividades do pólo petroquímico de Cubatão e do Porto de Santos, como às melhorias na infraestrutura de transportes que favorecem a ligação com a RMSP. Dos nove municípios que atualmente compõem a RMBS, três se formaram a partir do desmembramento de Santos (Guarujá, 1934; Cubatão, 1948; Bertiooga, 1991); um a partir de São Vicente (Praia Grande, 1964) e dois a partir de Itanhaém (Peruíbe e Mongaguá, em 1959), no que se observa o crescimento regional a partir de Santos e São Vicente, municípios mais centrais. Com a imigração e o crescimento econômico da região, intensificaram-se o uso e ocupação do espaço sem o necessário planejamento e ordenamento territorial, o que levou a problemas urbanos como impactos ambientais e distribuição desigual da população no espaço (SANTOS, 2017).



Em uma análise de desastres naturais relacionados a eventos climáticos na Baixada Santista, verificou-se que a RMBS apresenta histórico de diversas ocorrências calamitosas, que decorrem tanto de episódios pluviométricos extremos, como de eventos considerados dentro do habitual, mas que deflagram impactos significativos em função da desestruturação socioespacial. Entre 1980 e 2015, foram identificados 12.613 registros de impactos, a maioria concentrada no setor central da Baixada Santista, especialmente Guarujá, Santos e Cubatão. Estes impactos afetaram mais de 50 mil pessoas, sendo cerca de 17 mil em Peruíbe e mais de 16 mil no Guarujá (Figura 27).

Fortes rajadas de vento de até 88 km h^{-1} provocaram a queda de árvores na metrópole santista e da marquise de um posto de combustíveis em Santos, em 2018. A maré alta, com elevação de até 1,8 m na Baía de Santos e mais de 2 m no interior do Estuário, somada às chuvas moderadas, provocou alagamentos em diversas regiões. Em 28 de abril de 2019 o temporal que atingiu a Baixada Santista provocou desabamentos, interrupção no fornecimento de energia elétrica, queda de árvores provocando obstrução de vias públicas e vítima fatal registrada no município de São Vicente. Os municípios de Santos, São Vicente e Praia Grande registram o maior número de ocorrências,

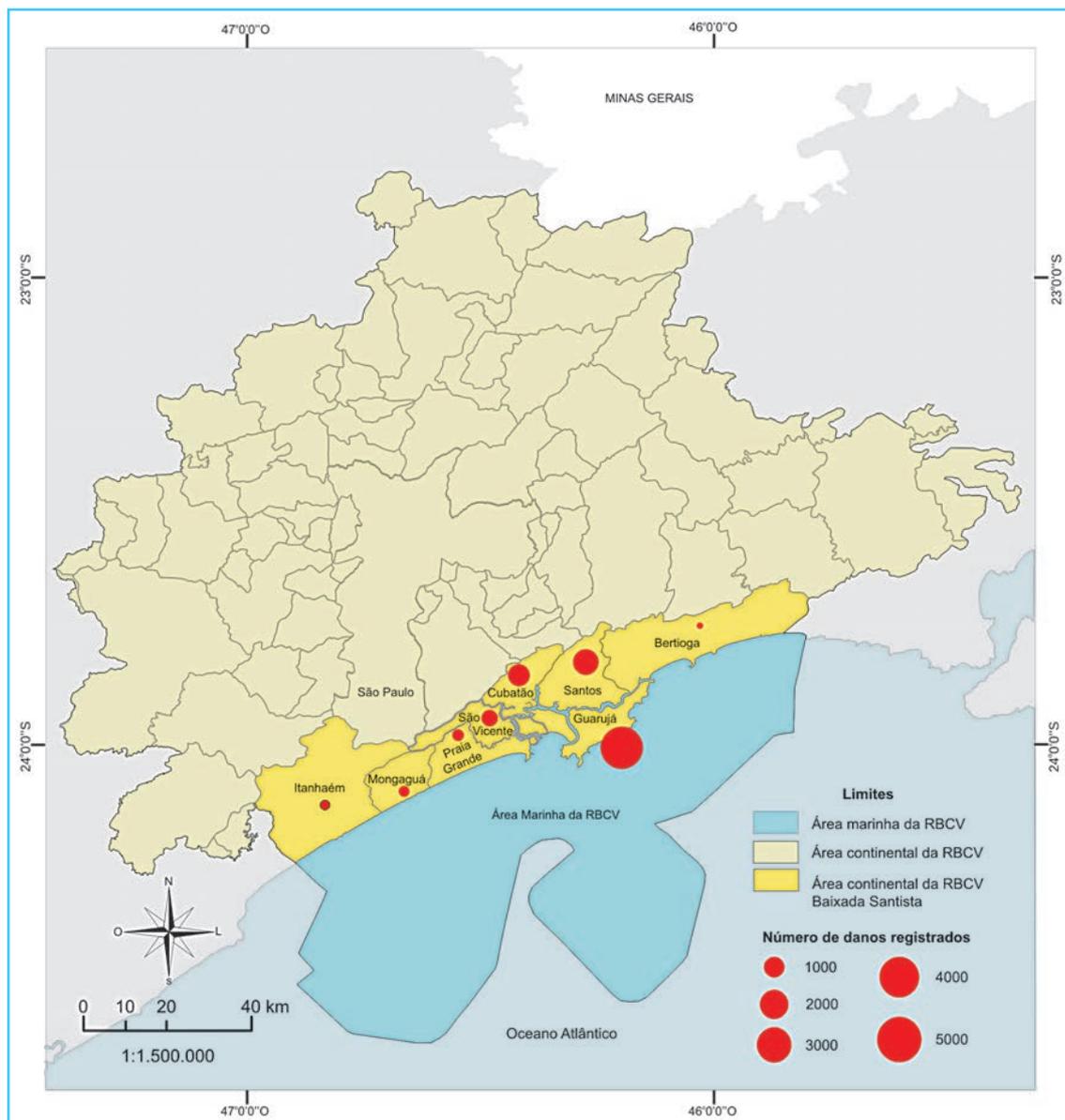


Figura 27 | Número de danos causados por eventos severos na RMBS, registrados por município (1980-2015). Fonte: Elaboração própria. Com base em Santos (2017).

com rajadas de vento que chegaram na Ponta da Praia a 150 km h^{-1} (Figura 28).

Estas ocorrências ilustram que, com o crescimento contínuo da população urbana na RBCV, há um potencial risco de diminuição dos serviços ecossistêmicos com perda maior da qualidade de vida, e de perdas materiais e humanas de toda a população. Políticas públicas apropriadas estruturantes são necessárias e urgentes à luz dos crescentes impactos antrópicos na RBCV de cunho econômico às custas da sustentabilidade ambiental e da própria sociedade.

5 | SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE REGULAÇÃO CLIMÁTICA E BEM-ESTAR HUMANO

As interações dos componentes do sistema terrestre litosfera, criosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera produzem ambientes e ecossistemas diversos. Na escala local, o microclima, determinado pelos componentes do sistema global, favorece o desenvolvimento de certos tipos de ecossistemas e seus serviços disponíveis para regulação do microclima e do bem-estar dos seres vivos, em particular o bem-estar humano.

Os serviços ecossistêmicos na RBCV foram degradados ou reduzidos na proporção do crescimento e expansão da RMSP. A chuva na bacia do Alto Tietê, antes da degradação do ambiente, era armazenada no solo, escoada pelo sistema de drenagem e evapotranspirada da vegetação para a atmosfera. A água era utilizada pelos ecossistemas para a sua própria sustentação e, estes em contrapartida, devolviam-na na forma de evapotranspiração para a atmosfera e produção de biomassa a partir da energia solar disponível.

O ambiente assim estabelecido provia água, alimento, energia e materiais para o desenvolvimento humano. Outros benefícios sistêmicos associados eram uma atmosfera sem poluentes antropogênicos, temperaturas amenas, cursos de água limpos, reservas de água naturais, harmonia e beleza ambiental, entre outros serviços importantes para a saúde, lazer e bem-estar humanos. Este quadro foi se transformando ao longo do tempo para um cenário com poluição do ar, poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição sonora, poluição visual, com degradação e diminuição e desaparecimento dos ecossistemas originais.

Nestas condições, a população está mais exposta aos riscos ambientais advindos do

Figura 28 | Registros fotográficos de impactos relacionados a eventos climáticos na RMBS: queda de marquise de um posto de combustíveis em Santos (A); maré alta e ressaca em Santos (B); desabamento do teto do shopping de Praia Grande (C); árvore que caiu sobre dois ambulantes, na Praça Carlos Antonio Menon, em São Vicente (D); queda de árvore com destruição de calçada em Santos (E).
Fotos: Marcela Pierotti/G1 (A); Francisco Arrais/Prefeitura de Santos (B); Reprodução (C); Bruno Maraccini (D); Vanessa Rodrigues (E).
Fonte: G1 Santos e Região (2018; 2019).





Quadro 2 |
Estudo de caso:
O Parque Estadual das
Fontes do Ipiranga.



Figura 29 |
Imagem aérea do
Parque Estadual das
Fontes do Ipiranga,
com a localização do
Parque CienTec, em
São Paulo.
Fonte: *Google Earth*.

Os estudos realizados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Parque do Estado), em um ambiente de Mata Atlântica original da RBCV, indicam uma redução do escoamento superficial em 400% em relação a um ambiente urbanizado. Ainda, temperatura do ar 10% mais baixa, redução das chuvas em 30% e aumento da umidade relativa em 10%, além da maior oxigenação do ar e bombeamento de água do solo para a atmosfera, com aumento da complexidade e diversidade dos ecossistemas.

Portanto, a ampliação de áreas verdes tende a reduzir o escoamento superficial, com redução do impacto das enchentes, aumento da capacidade de infiltração, menor amplitude térmica e menor efeito de ilha de calor. As ilhas verdes reduzem a intensidade das ilhas de calor. Essas, nos casos mais significativos de verão, aumentam a profundidade das tempestades em 50%. Este aumento, em geral, eleva a probabilidade de chuvas mais intensas com rajadas de vento mais fortes e ocorrência de granizo. Tais aumentos resultam em mais alagamentos, enxurradas, enchentes, quedas de árvores, danos a equipamentos elétricos e eletrônicos, comprometimento de sistemas de sinalização; os impactos mais severos relacionam-se à perda de vidas e de bens materiais.

O retorno às condições originais na RMSP é impraticável. Mas, é possível ampliar as áreas verdes por meio de programas e de leis, tais como o dia da consciência da arborização, já estabelecido por lei estadual. Sugere-se ainda reduzir a velocidade de aumento da urbanização por meio de planos diretores que incorporem índices e metas ambientais mais objetivos e com base em medições hidrometeorológicas, de qualidade do ar e cartas geotécnicas de riscos aos ecossistemas e aos respectivos ambientes. Sugere-se também a educação ambiental nos níveis fundamental e médio, em especial com visitas a ambientes degradados pela urbanização, como a zona leste de São Paulo, e em espaços com os remanescentes de Mata Atlântica do

Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, que surgiu no século 19 com o objetivo de proteger as nascentes do Riacho Ipiranga. No Parque do Estado, foi construído em 1928 o Observatório de São Paulo e, neste mesmo espaço, a USP criou em 2001 o Parque CienTec, que se tornou uma das reservas ecológicas da Universidade de São Paulo, em 2012. Além do Parque CienTec e do Observatório de São Paulo, o Parque do Estado abriga o Jardim Botânico e o Jardim Zoológico.



Figura 30 |
Vista aérea do Parque
Cientec/USP, localizado
no Parque Estadual das
Fontes do Ipiranga.
Foto: Monolito Nimbus.
Fonte: SANTOS (2017).



Figura 31 |
Entrada do Parque
Cientec/USP.
Foto: Marcos
Santos/USP Imagens.
Fonte: SANTOS (2017).

Figura 32 |
Áreas de estudo
sobre potencial
da arborização
viária na redução
do consumo de
energia, na cidade
de São Paulo.
Fonte:
Velasco (2007).



Pesquisa feita por Velasco (2007) investigou na cidade de São Paulo, o potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica. Por meio de ferramentas de geoprocessamento, mapas climáticos e aferição a campo, foram definidas três áreas na cidade de São Paulo (SP) diferenciadas entre si quanto a presença de vegetação. Nessas três áreas, foram coletados e analisados dados relativos à temperatura, umidade, consumo de energia elétrica, vegetação viária com o objetivo de estabelecer relações entre consumo de energia, presença de aparelhos de refrigeração e vegetação viária. Também foram aplicados questionários aos moradores das residências estudadas. Por fim, elaborou-se uma estimativa de graus-hora de calor (necessidade de refrigeração) a qual foi relacionada com os dados coletados.

O estudo comprovou que na área com maior cobertura vegetal a temperatura do ar foi menor quando comparada a áreas com menor vegetação,

chegando a diferenças de até 2,14°C entre áreas. Tal fato corrobora com diversas pesquisas que confirmam que um ambiente com maior presença de vegetação altera o microclima pela atenuação da radiação solar pela copa das árvores, reduzindo a fração de radiação que chega à superfície, tal como o asfalto, por exemplo.

A área com maior porcentagem de cobertura vegetal foi a que apresentou menores valores de graus-hora de calor o que, em outras palavras, seria a área que teria menor necessidade de refrigeração artificial. Desta forma, o uso de vegetação – seja em calçadas, quintais, praças e parques – colabora para a amenização da temperatura do ar nas cidades, reduzindo a necessidade de refrigeração artificial. Por consequência, a menor queima de combustíveis fósseis para geração desta energia, reduz a emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Quadro 3 |
Estudo de caso:
Potencial da
arborização viária
na redução do
consumo de
energia elétrica.

desenvolvimento urbano. Os mais graves se concentram na primavera e verão com maior ocorrência de chuvas mais intensas e localizadas, com rajadas fortes de vento, descargas atmosféricas, granizo, entre outras. As chuvas intensas são rapidamente escoadas pela superfície e formam enxurradas, que se acumulam nas partes mais baixas e produzem inundações ou escoam para os córregos e rios com cheias e enchentes. O saneamento básico limitado faz com que as águas das chuvas sobre as regiões urbanas se transformem instantaneamente em carga difusão altamente poluída pelo lixo e esgoto.

Esta situação reduz a oferta de água, além de aumentar e agravar os problemas de saúde pública relacionados às doenças transmitidas pela água. Atualmente, cerca de 50% da água consumida na RMSP vem de outras bacias periféricas distantes, o que aumenta o custo desse importante serviço ecossistêmico. As altas temperaturas, mesmo no inverno, resultante da ilha de calor e pelo ar mais seco induzem a um aumento de consumo de água. Isto pode levar a um colapso no abastecimento de água

urbano, como observado em setembro de 2002, durante um denominado veranico com menos chuvas, temperaturas elevadas e baixa umidade do ar. Recentemente, a escassez hídrica brasileira de 2014, afetou atividades produtivas relacionadas do abastecimento urbano à geração elétrica. Para a região sudeste do país e, em especial, para a RMSP, houve redução da precipitação, remoção de umidade da vegetação e dos solos e aumento da evaporação e da evapotranspiração. Como os mananciais da região também são utilizados para o abastecimento urbano, a menor precipitação associada à maior evaporação e ao aumento do consumo em decorrência do aumento da temperatura do ar, provocou o rápido crescimento do déficit hídrico e a crise de abastecimento de água na RMSP (PEREIRA FILHO, 2015).

Isto decorre da diminuição de áreas verdes que proporcionam serviços ecossistêmicos de regulação hídrica, térmica, da qualidade do ar, da ventilação, da umidade e conforto ambiental. O restabelecimento de ecossistemas baseado na avaliação de necessidade

de recuperação de serviços ecossistêmicos melhoraria todo um conjunto de serviços ecossistêmicos a partir do aumento da vegetação. Cita-se, como exemplo, o caso da arborização, onde áreas verdes permitem maior oxigenação do ar, maior umidade relativa, menor temperatura, além de aumento da interceptação da chuva, da infiltração no solo e da evapotranspiração.

Em especial na RMSP tem havido um empenho do poder público para reter a água em reservatórios denominados de piscinões e implementação de ações que possibilitem o aumento da infiltração de água no solo para reduzir o impacto de enchentes e inundações. Entretanto, dado o nível de perda de água tratada para o subsolo e a ausência ou diminuição da vegetação com sistema radicular profundo, a água no subsolo não é bombeada de volta para atmosfera. Além disso, a elevação do nível do lençol freático tende a resultar em maior circulação de água no solo com erosões subterrâneas e transporte de poluentes por distâncias maiores. Este tipo de degradação provocada por ações que visam, a princípio, amenizar os efeitos do clima ao bem-estar humano, provoca efeito inverso ao esperado, quer seja por comprometer e/ou prejudicar o restabelecimento de ecossistemas, quer seja por seu potencial de dano à saúde de todos os seres vivos, quer pelos prejuízos ao bem-estar humano da população abrigada pela RBCV.

CONCLUSÕES

Os ecossistemas proporcionam numerosos benefícios ou *serviços ecossistêmicos*. A regulação climática local é a influência que

um ecossistema tem em fatores climáticos locais, como a precipitação e a temperatura. Essa influência se dá por meio de efeitos como sombra, absorção ou liberação de umidade e absorção ou reflexão de luz solar. Na RBCV e, sobretudo, em suas áreas urbanizadas, a perda do serviço ecossistêmico de regulação do clima decorrente das alterações ambientais antrópicas afeta toda a sua população. Todavia, os mais expostos às mudanças microclimáticas e ecossistêmicas antropogênicas e eventos de tempo violento são as crianças e os idosos, especialmente os que vivem em áreas degradadas das periferias da metrópole paulista. Os provérbios “*prevenir é melhor do que remediar*” e “*colhe-se o que se planta*” precisam fazer parte da sabedoria ambiental da sociedade urbana. Ações governamentais para prevenir e mitigar eventos extremos são limitadas se não entendidas e compartilhadas com a sociedade. Planos de contingência devem integrar governo, defesa civil, instituições públicas e privadas, mídia e sociedade, de modo a se antecipar às situações de risco.

Embora se possa pouco para conter o poder da natureza, ao entendê-la melhor a sociedade humana pode se ajustar e se preparar adequadamente, como fazem os moradores ao longo do Rio Amazonas. A educação ambiental de toda sociedade deve produzir uma compreensão global dos problemas ambientais e motivar ações locais nas comunidades. Há necessidade de se entender melhor o passado e presente do ambiente e quais são os meios para garantir a sua sustentabilidade futura. A sociedade precisa estar engajada na recuperação dos ambientes degradados ao seu redor e preservá-los para as próximas gerações.



REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. (2004). São Paulo: ensaios entevros. Edusp, 2004.
- AKABANE, Thomas Kenji; OLIVEIRA, Paulo Eduardo de; SAWAKUCHI, André Oliveira; CHIESSI, Cristiano Mazur; PINAYA, Jorge. (2019). Assinaturas palinológicas modernas da Bacia do Amazonas como base para a interpretação do registro fóssil. Boletim de resumos. Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências-USP. São Paulo: IGc.
- ARMANI, G.; FUNARI, F. L.; SALUM, S. T. (2008). Ocorrência do Orvalho na Cidade de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, Instituto Geológico. Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo. Vol. 29 (1/2):41-48.
- BAIK, J.; CHUN, H. (1997). Um modelo dinâmico para ilhas de calor urbanas. **Meteorologia de camada limite**, v. 83, n. 3, p. 463-477.
- BALISA, E. G. (2016). **Estudo de serviços ecossistêmicos no município de Guarulhos, SP**. Dissertação (mestrado em análise geoambiental) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade de Guarulhos: Guarulhos.
- BARROS, M. T. L., *et al.* (2004). Impacto hidrológico das precipitações observadas na Região Metropolitana de São Paulo nos dias 04 de fevereiro de 2004 e 29 de janeiro de 2004. **XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Fortaleza, CE.
- BARROS, M. T. L.; BRAGA JR., B. P. F.; PEREIRA FILHO, A. J., (1987) Climatologia de precipitação na área de abrangência do radar de Ponte Nova – SP. **VII Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos**, Salvador, 1987, 2, pp. 1 – 16.
- BOAVENTURA, A. (2018). Prefeitura trabalha ampliação do Programa Ilhas Verdes para combater aquecimento. *In: Guarulhos Hoje*. Reportagem publicada em 11.07.2018. Disponível em: <<https://www.guarulhoshoje.com.br/2018/07/11/prefeitura-trabalha-ampliacao-do-programa-ilhas-verdes-para-combater-aquecimento/>>. Acesso: 11 dez. 2019.
- BORGES, A. S.; PEREIRA FILHO, A. J. (2000). Análise das condições meteorológicas de superfície antecedentes à precipitação de origem convectiva na Cidade de São Paulo. **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, SBMET, Rio de Janeiro, RJ, Outubro de 2000. II Seminário de Brasileiro de Hidrologia.
- CASTILHANO, L.; PEREIRA FILHO, A. J. (2001). Caracterização hidrológica de uma bacia rural em um mega ambiente urbano. **XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa**, Aracaju, SE,
- CATHARINO, E. L. M. *et al.* (2006). Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-18.
- DCA – DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS. (2005). Medições e observações de superfície efetuadas na Estação Meteorológica do IAG/USP. **Seção Técnica de Serviços Meteorológicos**. Publicação IAG/USP. ISSN 1415-4374, 34pp.
- ESTADÃO – FOTOS. **Dia vira noite em São Paulo, com escuridão atípica**: A avenida Paulista por volta das 16h30 nesta segunda-feira, 19; nuvens escureceram a cidade. Foto: JF DIÁRIO/ESTADÃO. Publicado em 19.08.2019. Disponível em: <<https://fotos.estadao.com.br/galerias/cidades,dia-vira-noite-em-sao-paulo-com-escurecido-atipica,40620>>. Acesso: 4 out. 2019.
- FV&CP – SP – Federação de Convention & Visitors Bureaux do Estado de São Paulo (2019). **Banco de imagens do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.fcvb-sp.org.br/bancodeimagens/>>. Acesso: nov. 2019.
- FERREIRA, M. J. *et al.* (2012). Radiation balance at the surface in the city of São Paulo, Brazil: diurnal and seasonal variations. **Theor Appl Climatol** (2012) 107:229–246.
- FLORES, J. L. *et al.* (2016). Estimation of long term low resolution surface urban heat island intensities for tropical cities using MODIS remote sensing data. **Urban Climate**, v. 17, p. 32-66.
- FOLEY, J. A. *et al.* (2003). Green Surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2. p. 38-44.
- FRANÇA, A. (1946). Estudo sobre o Clima da Bacia de São Paulo. **Boletim num. LXX da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. 59p.
- GASTMANS, D. *et al.* (2017). Controlling key drivers in isotopic variations in daily precipitation in central zone of São Paulo State (Brazil). *In: International Congress on Climate Change and its Impacts* - ICCCI, Peru.
- G1 – SANTOS E REGIÃO (2018). **Rajadas de vento de quase 90 km/h derrubam marquise e causam transtornos no litoral de SP**: Marquise de um posto de combustíveis caiu em Santos, no litoral de São Paulo. Ninguém ficou ferido. Publicado em 25.08.2018. Disponível em <g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2018/08/25/rajadas-de-vento-de-quase-90-kmh-causam-transtornos>



-em-cidades-da-baixada-santista.ghtml>. Acesso: 01 out. 2019.

G1 – SANTOS E REGIÃO. (2019). **Rajadas de vento chegam a 150 km/h e provocam destruição e morte em SP: uma idosa morreu em São Vicente. Cidades ficaram durante horas sem energia elétrica.** Publicado em 28.04.2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2019/04/28/temporal-provoca-queadas-de-arvores-nas-cidades-da-baixada-santista.ghtml>>. Acesso: 01 out. 2019.

G1 – SÃO PAULO. (2019). **Dia viara 'noite' em SP com frente fria e fumaça vinda de queimadas na região da Amazônia.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/08/19/dia-vira-noite-em-sao-paulo-com-chegada-de-frente-fria-nesta-segunda.ghtml>>. Acesso: 4 out. 2019.

GIN, R. B. B.; BENETI; C. A. A.; PEREIRA FILHO, A. J. (2004). Cloud-to-ground lightning flashes in Southeastern Brazil in 2001: case study. **4th Annual Meeting of the European Meteorological Society.** Proceedings.

GOOGLE EARTH (2019). Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso: 03 out. 2019.

GUARULHOS. **Lei nº 6.441, de 24 de agosto de 2009.** Institui o Programa Ilhas Verdes - PIV no Município de Guarulhos e dá providências correlatas.

HALLAK, R.; PEREIRA FILHO, A. J.; GANDU; A. W.; BARROS, M. T. (2004). Simulação numérica de precipitação intensa na Região Metropolitana de São Paulo com o modelo de mesoescala ARPS. *In Proceedings of the 13th Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Fortaleza, Brazil, September 2004.

HALLAK, R. (2007). **Simulações numéricas de tempestades severas na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese de doutorado em Ciências Atmosféricas. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 219 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados.** (Banco de Dados. Todos os Municípios – SP). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2002). **Climate Change and Biodiversity.** IPCC Technical Paper V – Working Group II Technical Support Unit.

KARAM, H.A. *et al.* (2016) Dynamic Modelling of Dengue Epidemics in Function of Available Enthalpy and Rainfall. **Open Journal of Epidemiology**, 6, 50-79. <http://dx.doi.org/10.4236/ojepi.2016.61007>.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* (1999). **Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.** CEMEX, SA, Agrupación Sierra Madre, SC.

NASCIMENTO JUNIOR, L. (2019). O clima urbano como risco climático. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, e, 40956.

OCCHIPINTI, A.G.; MARQUES DOS SANTOS, P. (1965). **Análise das máximas intensidades de chuva na cidade de São Paulo.** IAG/USP, 41p.

PEIXOTO, J. P.; OORT, A. H. (1992). **Physics of climate.**

PEREIRA FILHO, A. J. (1999). Radar measurements of tropical summer convection: urban feedback on flash floods. **29th Conf. on Radar Meteor.** Montreal, AMS, 939-940.

PEREIRA FILHO, A. J. (2000) Chuvas de verão e as enchentes na Grande São Paulo: El Niño, Brisa Marítima e Ilha de Calor. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 16 a 20 de Outubro de 2000 . CDROM.

PEREIRA FILHO, A. J.; NAKAYAMA, P. T. (2001). Intercomparison of radar rainfall estimates and rain gage measurements in Sao Paulo, Brazil. *In: 5th International Symposium on Hydrological Applications of Weather Radar*, Kyoto, Japan.

PEREIRA FILHO, A. J.; HAAS, R.; AMBRIZZI, T. (2002). Caracterização de eventos de enchentes na bacia do Alto Tietê por meio do radar meteorológico e da modelagem numérica de mesoescala. **3^o Seminário Brasileiro de Meteorologia por Radar e Física de Nuvens do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz do Iguaçu, PR.

PEREIRA FILHO, A. J.; RODRIGUES, L. C. T.; GINEZ, W. (2004). Impacto das condições meteorológicas no consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. **1^o Seminário de Planejamento Urbano e Desastres Naturais, XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Fortaleza, CE.

PEREIRA FILHO, A. J., *et al.* (2004) Barros, M. T. L.; Hallak, R.; Gandu, A.W. Enchentes na Região Metropolitana de São Paulo: aspectos de mesoescala e avaliação de impactos. **XIII CBMET. Anais.** Fortaleza, CE. 2004. CDROM.

PEREIRA FILHO, A. J.; HALLAK, R.; BARROS, M. T. L. (2004). Aspectos sócio- econômicos e hidrometeorológicos das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo no período de 2000 a 2004. **I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais – Riscos Geoambientais Relacionados a Episódios Pluviais Intensos.** Florianópolis.

PEREIRA FILHO, A. J.; SILVA, F. D. S. (2005). The morphology of tropical rainfall systems and their hydrological significance. **32nd Conference on Radar Meteorology**, Albuquerque, NM, 24-29 October 2005. Paper P13R.10.

- PEREIRA FILHO, A. J., *et al.* (2005). A hydrometeorological forecast system for the Metropolitan Área of São Paulo. **WWRP Workshop on Nowcasting and Very Short Term Forecasting**. Toulouse, France. Proceedings on CDROM.
- PEREIRA FILHO, A. J.; SANTOS, C. C. (2006). Modeling a densely urbanized watershed with an artificial neural network, weather radar and telemetric data. **J. of Hydrology**, 317, 31-48.
- PEREIRA FILHO, A. J. (2007). Estimativa e Previsão de Precipitação por meio de Redes de Superfície, Sensoriamento Remoto e Modelagem Numérica no Âmbito de um Sistema de Previsão Hidrometeorológica. **Tese de Livre-docência IAG USP**. 176p.
- PEREIRA FILHO, A. J.; SANTOS, P. M. dos; XAVIER, T. M. B. S (2007). **Evolução do tempo e do clima na RMSF**. IAG-USP, Linear B, 282p.
- PEREIRA FILHO, *et al.* (2007a). An operational mobile XPOL for hydrometeorological applications in Brazil. **33rd Conference on Radar Meteorology**. Paper P10.14.
- PEREIRA FILHO, A. J., *et al.* (2007b). MXPOL Measurements of weather systems. **33rd Conference on Radar Meteorology Cairns**, Australia. Paper 8A.5.
- PEREIRA FILHO, A. J.; PRADO, L. F.; SANTOS, C.C. dos (2013). Precipitação global, regional e local. *In*: **Ciclo Ambiental da Água**. (TELLES, D. D'A. org). São Paulo: Blucher, p. 93-117.
- PEREIRA FILHO, A. J. (2015). Análise da escassez hídrica brasileira em 2014. **Revista USP**, (104), 125-132.
- PEREIRA FILHO, A. J., F. *et al.* (2018). A Step towards Integrating CMORPH Precipitation Estimation with Rain Gauge Measurements. **Advances in Meteor.**, vol. 2018, DOI:10.1155/2018/2095304.
- PINAYA, J. L. D. *et al.* (2019). Brazilian montane rainforests expansion induced by Heinrich Stadial 1 event. **Scientific Reports** (In Press).
- PRADO, L. F.; PEREIRA FILHO, A. J.; HALLAK, R.; LOBO, G. A. (2006). Climatologia da precipitação no Estado de São Paulo no período de 1947 a 1997. **XVI CBMET**. Florianópolis.
- PRADO, L. F., PEREIRA FILHO, A.J.; LOBO, G. A.; HALLAK, R. (2007) Variabilidade espaço-temporal da precipitação no Estado de São Paulo e sua relação com ENOS entre 1947 e 1997. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São Paulo.
- SANTOS, C. M. (2017). **Em meio ao cinza da capital, USP conserva trechos de Mata Atlântica: divididas entre a Cidade Universitária e o Parque CienTec, reservas garantem a preservação de mata nativa da cidade**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/universidade/em-meio-ao-cinza-da-capital-usp-conserva-trechos-de-mata-atlantica/>>. Acesso: 01 out. 2019.
- SANTOS, P. M.; *et al.* (2006). Evolução climática na Região Metropolitana de São Paulo. **XIV CBMET, Anais**. Florianópolis, SC, 2006. CDROM.
- SANTOS, B. B. de O. (2017). Pluviosidade e limiares de estabilidade: uma revisão para a Região Metropolitana da Baixada Santista. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências: Campinas.
- SÃO PAULO (Estado). (2010). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (2008-2009)**, São Paulo: SMA/Instituto Florestal.
- SHEIN, K.A. (2006). State of the climate in 2005. **Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society**, 87(6).
- SILVA, F. D. S.; PEREIRA FILHO, A. J.; HALLAK, R. (2006). Características estatísticas espaço-temporais de sistemas precipitantes no Leste de São Paulo. **XVI CBMET**. Florianópolis.
- TARIFA, J. R.; ARMANI, G. (2000). Atlas geoambiental do município de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente - SVMA/PMSP; Secretaria de Planejamento - SEMPLA/PMSP
- VELASCO, G. D. N. (2007). Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo - SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativas de Graus-Hora de calor. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: Piracicaba.
- VIEIRA, F. R. M. (2017). **Programa Ilhas Verdes combate as ilhas de calor urbanas**. Lei Municipal 6.551/2009. Apresentação em Power Point. 161 slides.
- UN-HABITAT. UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. (2016). Urbanization and development emerging futures. **World cities report**.

GLOSSÁRIO



A

Albedo | Fração da luz solar incidente refletida pela Terra e sua Atmosfera.

Atmosfera | Camada gasosa que envolve a Terra composta em volume de Nitrogênio (78%), Oxigênio (21%), Argônio (0.9%) e outros gases (e.g., vapor de água).

Aquecimento radiativo diabático | Aquecimento por radiação solar e terrestre com troca de calor.

B

Bacias hidrográficas | Área coletora de precipitação que converge para um exutório de um curso d'água.

Biosfera | Sistema de fauna e flora da Terra.

C

Calor latente | Calor armazenado nas moléculas de água pela evaporação da água.

Camada limite planetária | Camada de ar mais próxima da superfície terrestre com grande mistura de massa e energia com a altura.

Ciclo hidrológico | Compreende o armazenamento, mudanças de fase e circulação da água no planeta Terra.

Condições edafoclimáticas | Características definidas por meio de fatores do meio, como o clima, a temperatura, a litologia, a midade do ar, a radiação, o tipo de solo, o relevo, a precipitação pluvial e a composição atmosférica.

Criosfera | Sistema de geleiras nos polos terrestre.

E

El Niño / La Niña | Aquecimento/resfriamento das águas do oceano Pacífico Equatorial.

Empuxo | Força de levantamento causa por diferença de densidade de uma parcela de ar (menor) e a atmosfera (maior).

Entranhamento de vapor d'água | Injeção de moléculas de vapor de água no espaço intermolecular entre as moléculas dos gases constituintes da atmosfera.

Evapotranspiração | Processo de evaporação de água do solo e transpiração da vegetação.

F

Fração de dias de chuva média anual | Total de dias chuvosos num dado ano.

H

Hidrosfera | Água líquida da Terra.

hPa | Unidade de medida de pressão atmosférica (peso da atmosfera por unidade de área) em cem (h) Newton por metro quadrado (Pascal).

I

Insolação | Luz solar que incide diretamente na superfície terrestre.

L

Litosfera | Compreende a parte sólida da crosta terrestre.

M

Manchas solares | Regiões escuras na superfície do Sol com emissão de ondas eletromagnéticas de alta energia.

Meandros divagantes |

N

Nebulosidade | Quantidade de nuvens na atmosfera.

Nível de vazão | Altura do nível de um curso d'água relacionada a vazão do mesmo.

O

Oscilação do Sul (ENOS) | Relação entre aquecimento do oceano Pacífico Equatorial e a diferença de pressão do ar entre a parte leste e oeste deste.

P

Precipitação | Vapor d'água, água líquida e sólida que se deposita na superfície terrestre.

Pressão atmosférica | Força por unidade de área produzida pelo peso da atmosfera.

R

Radiação solar global | Energia solar que incide na superfície terrestre direta ou indiretamente.

Rosa dos ventos | Frequências das direções do vento num local.

S

Saldo de energia radiante | Balanço de energia de radiação de solar (onda curta) e terrestre (onda longa) numa dada camada da atmosfera.

Sistemas precipitantes | Estruturas de nuvens de chuva associadas à frentes, linhas de instabilidade, tempestades isoladas entre outras.

T

Temperatura do ponto de orvalho | Temperatura do ar que produz condensação do vapor de água na atmosfera.

Tropopausa | Camada de ar mais estável logo acima da troposfera onde a temperatura do ar varia pouco com a altitude.

U

UTC | Medida de tempo universal utilizada em Meteorologia.

V

Variações orbitais da Terra | Variações na distância da Terra - Sol, na inclinação do eixo de rotação da Terra e sua precessão.

Vento zonal | Intensidade do vento na direção leste-oeste.

Vento meridional | Intensidade do vento na direção norte-sul.

Visibilidade horizontal | Distância máxima de observação visual horizontal.

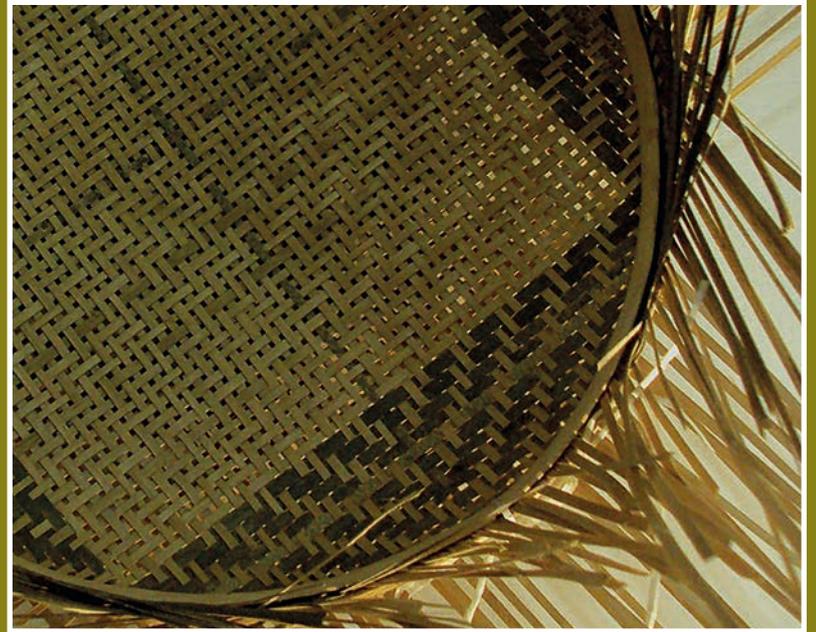
Variáveis hidrometeorológicas | Grandezas mensuráveis utilizadas para quantificar massa, força e energia na atmosfera e respectivo conteúdo de água.

W

W m⁻² | Unidade de energia.

PARTE 3

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS CULTURAIS



3.1 SERVIÇOS CULTURAIS FOLCLORÍSTICOS: A DIMENSÃO DO FOLCLORE CAIPIRA

Coordenadora
Cristina de Marco Santiago | IF/SIMA

Autora
Cristina de Marco Santiago | IF/SIMA

Autora contribuinte
Sueli Herculani | IF/SIMA

Foto de abertura do capítulo:

Arte cesteira caipira:
um produto do serviço
cultural ecossistêmico.
Peça em acabamento,
tecida com taquara.

Fonte: Cristina de Marco
Santiago (2009).



SUMÁRIO



Resumo.....	417
1 Introdução.....	418
2 O Serviço Cultural Folclorístico.....	418
2.1 Uma abordagem conceitual.....	418
2.2 Caracterização do folclore caipira.....	420
2.3 Os serviços culturais do folclore caipira na RBCV: contexto, vetores de pressão e tendências.....	423
3 Estudo de caso.....	430
3.1 A decadência dos bairros tradicionais caipiras no município de Juquitiba – Sertão de Itapeceira e a emergência do processo de industrialização e urbanização da cidade de São Paulo.....	430
3.2 A arte do trançado e os caipiras nos municípios de Ibiúna e Juquitiba.....	432
3.3 Parque Estadual do Jurupará, um depositário da cultura material e imaterial rústica caipira.....	434
4 Indicadores dos serviços dos ecossistemas.....	437
5 Contribuição dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano.....	438
Conclusões.....	441
Referências.....	442
Glossário.....	443

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** Mapa do cinturão caipira de São Paulo, com os principais núcleos caipiras e aldeamentos indígenas no século XIX.
- Figura 2** Esquema sintético da relação entre os principais vetores de alteração ambiental que incidem sobre os serviços folclóricos dos ecossistemas na RBCV.
- Figura 3** Mapa da antiga distribuição dos bairros rurais tradicionais caipiras no âmbito da RBCV e a localização das áreas de estudo.
- Figura 4** Artefatos/utensílios característicos da cultura caipira na área de abrangência do Parque Estadual do Jurupará.
- Figura 5** Alimentos característicos da cultura caipira na área de abrangência do Parque Estadual do Jurupará.
- Figura 6** Vista geral do bairro rural tradicional dos Paulo.
- Figura 7** Esquema sintético entre indicadores dos serviços ecossistêmicos, cultura caipira e ecossistemas naturais.

QUADROS

- Quadro 1** Artefatos/utensílios.
- Quadro 2** Festas religiosas típicas da cultura caipira.
- Quadro 3** As lendas da floresta: assombramentos e assombrações do mundo caipira.
- Quadro 4** A natureza na expressão literária caipira.
- Quadro 5** A presença dos elementos da floresta e outros ecossistemas naturais na habitação caipira.
- Quadro 6** Alimentação/culinária, refletindo ao mesmo tempo a dimensão dos serviços culturais e de provisão dos sistemas ecológicos naturais e agrícolas.
- Quadro 7** Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV, que impactaram as comunidades tradicionais caipiras no último século.
- Quadro 8** Exemplos dos artefatos produzidos nos municípios de Jucituba e Ibiúna.
- Quadro 9** Algumas das espécies nativas da Mata Atlântica utilizadas no processo de manufatura das cestarias.
- Quadro 10** Avaliação do impacto dos serviços culturais ao bem estar das comunidades tradicionais caipiras e tendências futuras quanto à disponibilidade desses serviços.



RESUMO

Os serviços dos ecossistemas são avaliados sob a perspectiva da cultura, adotando-se como princípio a relação intrínseca entre biodiversidade e diversidade cultural. São abordadas as manifestações folclorísticas a partir do entendimento de que o folclore exprime a relação sociedade-natureza de uma dada cultura, no caso, a tradicional caipira, uma relíquia representativa da organização social rural do Brasil Colônia. São tratados os elementos que compõem esta cultura e apresentados três estudos de caso na área de abrangência da RBCV. A avaliação dos serviços culturais se dá por meio de dados secundários que, tratados dentro do contexto histórico, permitiram analisar as forças atuantes e suas tendências. Observa-se que os núcleos caipiras foram reduzidos drasticamente devido ao processo de urbanização e industrialização, e a cultura encontra-se vulnerável em face da deficiência de políticas públicas e de estudos para embasá-las adequadamente. Assim, é eleito um conjunto de indicadores que dimensionam os serviços culturais prestados pelos ecossistemas e a relação destes serviços com o bem-estar das comunidades, prestando-se à sua aferição e monitoramento.

1 | INTRODUÇÃO

Os ecossistemas, na abrangência da RBCV, fornecem à sociedade uma gama de serviços. Entre eles, encontram-se os serviços culturais prestados às comunidades tradicionais caipiras, objeto de estudo deste trabalho.

As sociedades humanas têm se desenvolvido com forte interação com o ambiente natural. A cultura, incluindo os sistemas de conhecimento, a religião, os valores, as interações sociais, a realização artística e espiritual, o desenvolvimento intelectual e econômico, sempre foram influenciados pela natureza dos ecossistemas e pelas condições ecossistêmicas nas quais a cultura é embasada (MEA, 2005).

Assim, os serviços culturais podem ser expressos pelo folclore de uma dada cultura, todavia entende-se aqui a importância das manifestações folclorísticas pela sua função de acusar e reforçar a personalidade das comunidades, considerando-se a estrutura e a organização internas dessas (QUEIROZ, 1973a). O folclore abrange os elementos da cultura material e imaterial, os quais possibilitam a reprodução sociocultural.

No passado, a área que corresponde à Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo foi inteiramente marcada pela ocorrência da cultura caipira. Hoje, contudo, poucos são os municípios que abrigam os tradicionais bairros rurais caipiras.

Por meio da abordagem histórica de dados secundários, é possível contextualizar a abrangência e a importância da cultura caipira no estado de São Paulo e suas transformações ao longo do tempo, identificando-se os principais vetores de pressão que se exerceram, a situação atual, e antevendo-se, ainda, o provável cenário futuro.

As manifestações folclorísticas caipiras são representadas pela confecção de artefatos/utensílios, ritos, mitos, culinária, religiosidade etc; influenciadas pelas características do ambiente natural no qual esses grupos se inserem.

Essas manifestações expressam o equilíbrio social do grupo e dele com a natureza. Desse modo, a partir delas é possível extrair indicadores estratégicos de avaliação, fundamentais no monitoramento dos serviços

culturais dos ecossistemas e dos impactos ao bem-estar das comunidades, provenientes das alterações desses serviços.

2 | SERVIÇO CULTURAL FOLCLORÍSTICO

2.1 | Uma abordagem conceitual

A dimensão cultural dos serviços dos ecossistemas aqui tratada parte do pressuposto da intrínseca relação entre biodiversidade e diversidade cultural, propondo uma leitura que não se restringe à cultura em suas manifestações folclorísticas específicas, como os mitos, os ritos, os artefatos ou as técnicas tradicionais, mas enquanto um fato que descreve uma certa relação sociedade-natureza.

O folclore, dessa perspectiva, não tem valor em si mesmo, mas, em seu significado, por aquilo que ele pode revelar sobre a cultura em que se inscreve, como expressão de uma realidade sociocultural. Deve, assim, ser compreendido na sua conexão com o comportamento humano, com a dinâmica da cultura, com a organização social, com a natureza dos valores culturais de uma coletividade (FERNANDES, 1978).

Entendido dessa forma, segundo Queiroz (1973a), o folclore se liga, mais especificamente, a grupos de envergadura demograficamente modesta, caracterizados por um ambiente de relações íntimas, carregadas de afetividade, em que se formam costumes e peculiaridades, crenças, lendas os quais se incorporam à tradição de um grupo, tornando-o diferente dos demais.

A cultura caipira tradicional remonta à forma de organização social rural do Brasil Colônia, sua origem histórica está intimamente ligada à expansão geográfica dos paulistas, entre os séculos XVI e XVIII, que resultou na fixação de grupos no interior, em porções do grande território devassado pelas bandeiras e entradas (CANDIDO, 2003).

Os estudiosos da chamada civilização caipira admitem que, no passado, no estado de São Paulo, ela teria coberto todo o litoral paulista; o vale do Paraíba; as serras da Mantiqueira, de Quebra-Cangália, do Mar e de Paranapiacaba; o planalto paulista; a zona bragantina; a



depressão periférica paulista; a zona do antigo “Caminho da Mata”; e o planalto de Franca (QUEIROZ, 1973b).

Inserida no domínio das culturas tradicionais do Brasil, a cultura caipira relaciona-se ao homem do campo, resultando do ajustamento do colonizador português ao Novo Mundo, seja por transferência e modificação dos traços da cultura original, seja em virtude do contato com o aborígine, de quem passa a adotar técnicas de orientação, defesa e utilização do meio natural (CANDIDO, 2003).

Para Queiroz (1973b), o caipira pode ser incluído na categoria dos “*sitiantes tradicionais*”, os quais se situavam em uma camada social intermediária do Brasil rural, entre os fazendeiros e os escravos, no período colonial, e entre os fazendeiros e a mão de obra sem terra, no período pós-colonial, cuja existência, no passado, era totalmente ignorada na classificação da sociedade rural.

Assim como em todas as culturas tradicionais, as comunidades caipiras têm como fundamento o forte vínculo com a natureza, razão pela qual seus territórios se caracterizam por combinar em iguais intensidades, funcionalidade e identidade, ou seja, são o abrigo e a base de recursos conjugando-se, ainda, uma profunda identificação que os preenche de referenciais simbólicos, fundamentais à manutenção de sua cultura (HAESBAERT, 2005).

São, portanto, os ecossistemas naturais os promotores e guardiões da cultura caipira, como visto, amplamente distribuída por todo o estado de São Paulo no passado.

Etimologicamente, o termo caipira pode estar vinculado a “*capipiara*” que significa o que é do mato; “*capiã*”, de dentro do mato; ou, ainda, “*caapiára*”, lavrador (PIRES, 1921). Mesmo não se sabendo exatamente a sua origem, o certo é que esses significados se prendem a características marcantes do caipira.

“Caipiras ... Mas que são os caipiras?” Pergunta e responde Cornélio Pires:

São os filhos das nossas brenhas, de nossos campos, de nossas montanhas e dos ubérrimos valles de nossos piscosos, caudalosos, encachoeirados e inumeráveis rios, acostellados de milhares de ribeirões e riachos (PIRES, 1921: p. 5).

Para Ribeiro (1995), o mameluco, portanto o capira, foi um herói civilizador, cujo valor maior advinha da sua rusticidade de meio-índios, herdeiros do saber milenar acumulado pelos indígenas, das técnicas de adaptação dos povos tupis à floresta.

O caipira, ajustando-se às técnicas do índio, manteve os estreitos laços com a terra, absorvendo as formas de equilíbrio ecológico desenvolvidas anteriormente pelas tribos (CANDIDO, 2003). Sempre lavrador (CANDIDO, 2003; QUEIROZ, 1973a, 1973b; BRANDÃO, 1983a), “*o feijão, o milho e a mandioca, plantas indígenas, constituem, pois, o que se poderia chamar triângulo básico da alimentação caipira*” (CANDIDO, 2003: p. 68).

Ainda que por meio da lavoura obtenha a sua alimentação básica, é a floresta a provedora de todas as suas necessidades, oferecendo-lhe diretamente os recursos dos quais necessita para a sua sobrevivência, inclusive o solo fértil para a agricultura, já que é ela que repõe a fertilidade da terra, após alguns anos de “*descanso*” da lavoura (SANTIAGO, 2010; 2013).

A cultura caipira, suas técnicas, sua organização social, foi impulsionada e se desenvolveu em função da floresta (CANDIDO, 2003; RIBEIRO, 1995). Diz-se que ela se define como uma cultura rústica, baseada em formas consideradas precárias de existência (CANDIDO, 2003; QUEIROZ, 1973a).

Para Candido (2003: p. 107), tendo “*conseguido elaborar formas de equilíbrio ecológico e social, o caipira se apegou a elas como expressão da sua própria razão de ser enquanto tipo de cultura e sociabilidade*”. Os trabalhos realizados no âmbito da família caipira (em que se incluem a produção agrícola e a indústria doméstica) e o auxílio vicinal determinavam os dois componentes básicos da estrutura social caipira (CANDIDO, 2003).

Os bairros rurais formaram-se, historicamente ligados à civilização caipira, eis porque constituíram e constituem ainda hoje, quando tradicionais, os portadores da cultura caipira (QUEIROZ, 1973b). Como bem resume Antonio Candido, ele

é a estrutura fundamental da sociabilidade caipira, consistindo no agrupamento de algumas ou muitas famílias, mais ou menos vinculadas pelo

sentimento de localidade, pela convivência, pelas práticas de auxílio mútuo e pelas atividades lúdico-religiosas (CANDIDO, 2003: p. 82).

Desse modo, o caipira tem por princípio a simplicidade e a vida em comunidade. Na sua intrínseca relação com a natureza, vive em equilíbrio com os ciclos naturais, obedecendo a uma *ordem social e simbólica* relacionada ao sagrado, através das crenças e dos cultos pessoais, familiares e comunitários (BRANDÃO, 1983a).

Os elementos extraídos da floresta e de outros ecossistemas naturais, bem como as variedades rústicas cultivadas por meio das práticas agrícolas tradicionais são, ao mesmo tempo, fonte de segurança, estabilidade social e de herança cultural. Juntos, possibilitam a reprodução sociocultural e econômica do caipira.

Evidencia-se, assim, que a manutenção dos serviços culturais associados ao folclore do meio rural tradicional depende, essencialmente, dos ecossistemas naturais e dos agroecossistemas. Do mesmo modo, evidencia-se o quanto esses serviços culturais são essenciais à conservação da biodiversidade, incluindo a agrobiodiversidade.

2.2 | Caracterização do folclore caipira

As manifestações folclóricas arraigadas no caipira tradicional, hoje raro, são extremamente ricas e se expressam nos ritos, nas festas, na música, na poesia, nas lendas, nas danças, na culinária, nos seus artefatos/utensílios etc. conforme exemplificado nos **Quadros 1 a 6**.

Tais manifestações expressam os saberes sobre o uso e o manejo dos recursos naturais, e as estratégias sociais de manutenção da autonomia da família em relação à cidade, possíveis somente pela forte integração e homogeneização social entre os componentes do grupo.

A solidariedade, desse modo, é uma característica marcante da cultura caipira, sendo o mutirão a sua mais importante forma de manifestação. Trata-se da reunião de vizinhos, convocada por um deles, para ajudá-lo a efetuar um trabalho, e o seu caráter festivo é um dos aspectos importantes da vida caipira (CANDIDO, 2003). A lida na lavoura, a construção de uma casa ou mesmo os preparativos para as festas são exemplos de atividades realizadas por mutirão (MÜLLER, 1956).

A importância do mutirão está centrada na segurança da continuidade das tradições culturais já que, durante a execução das atividades, são transmitidos aos demais componentes os conhecimentos necessários à realização do trabalho (BRANDÃO, 1983a).

Por meio dos ritos e das festas é promovida a solidariedade e a união do grupo. Nas festas, homenageiam-se os santos idolatrados, pede-se saúde para as pessoas e os animais, boa colheita e chuva. Os participantes das festas buscam o atendimento de seus pedidos, o que garantirá a existência da família (MÜLLER, 1956). Nas festividades, conectam-se o mundo natural e o sobrenatural.

Nas festividades são realizadas diversas atividades, de acordo com os papéis dos diferentes personagens que, em geral, são o capelão, o festeiro, o folgazão e seu ajudante, os dançarinos e os demais componentes da festa. Representam uma equipe de especialistas de trabalho religioso, no qual o desempenho define as diferenças na atuação do ritual do saber e do poder (BRANDÃO, 1983b).

Durante todo o ano, ocorrem festividades nos bairros. São elas: Nossa Senhora da Aparecida, São Sebastião, São José, Divino Espírito Santo, Nossa Senhora do Rosário, São Bom Jesus, Nossa Senhora da Boa Morte, São Benedito, São João, São Pedro, Santo Antônio, São Gonçalo, Santa Cruz, entre outras, cada qual com seus significados e rituais, conforme é possível verificar nos exemplos do **Quadro 2**.



Quadro 1 |
Artefatos/utensílios.
Fonte: Lima (1967);
Mello (2001).

Artefatos	Descrição
	São de uma diversidade muito grande os utensílios/artefatos produzidos para inúmeras finalidades pelo caipira, por exemplo: colheres e conchas de pau; cestos de palha de milho, cipó e taquara; peneiras e abanos de lasca de taquara; balaios de taquara e cipó; apá de taquara; esteira de taboa; jacá de baldeio de taquara; pilão de madeira; chapéu de taquara; gamelas; baú e monjolos.

Festas	Descrição
São Gonçalo	A motivação da festa é o cumprimento de uma promessa. A imagem de São Gonçalo é carregada por um percurso em que as pessoas são convidadas a participar da festa e a contribuir com serviços ou prendas. A organização da festa é realizada em mutirão para auxiliar o festeiro, sendo o mutirão composto por homens e mulheres com funções distintas. Há o violeiro, chamado de folgazão, e seus ajudantes; há capelães, para puxar as rezas e as ladainhas, e há os dançadores. A última das seis voltas no entorno do altar é chamada de caruru ou cajuru, é a mais longa das voltas, realizada já no amanhecer. A festa acontece no dia sete de junho.
São João	O objetivo é o preparo/agradecimento da colheita para os santos. Nas festas, dançam o cateretê ou a catira, o caruru e o fandango, se estiverem no litoral sul do estado. O símbolo desta festa é a flor do cipó São João, que simboliza a estação do ano. As espigas de milho, dependuradas em um mastro, são retiradas, debulhadas e misturadas às demais sementes selecionadas para a semeadura, acreditando-se aumentar o poder germinativo pelo contato. Os tições e a cinzas da fogueira são guardados. O tição é usado para “acender as queimadas”, de modo a garantir que o fogo não se “espalhe sobre a palhada do vizinho ou pelos pastos secos”. Todos os elementos da festa possuem um significado. A noite de São João para os participantes representa a “fonte de poder sagrado”. Esse poder vem do mastro e dos elementos da natureza, o fogo e a água “em que é banhada a imagem do santo”. Trata-se de uma noite que tem significados “letárgicos das coisas vitais”. A festa acontece no dia vinte e quatro de junho.

Quadro 2 |
Festas religiosas
típicas da cultura
caipira.
Fonte: Müller (1956).

Assombramentos e assombrações	Descrição
Saci	A mais popular de todas as assombrações do mundo caipira é o saci, que, com uma perna só, vive pulando e sorrindo. É um moleque danado. Brinca de vira mundo no rodamoinho de poeira com o vento. Pode ser caçado apenas com o laço do rosário. O gosto do saci é judiar dos animais no pasto galopando e trançando as crinas. No burro ele não monta, porque o animal tem o pelo tosado.
Caipora	É um caboclo legítimo. Tem um corpo peludo, com barba grande, testa pequena “nariz chimbevão, chato, beijo grosso e carão cheio”. Descansa no samambaial e atormenta quem caça nas sextas-feiras. A caça só acontece quando ele quer. “E vacê vê que tem dia que, u as caça some u gente erra o que atira e inveiz de matá a caça mata o companheiro u um cachorro”.

Quadro 3 |
As lendas da floresta:
assombramentos e
assombrações do
mundo caipira.
Fonte: Pires (1921).

Expressão literária	Descrição
Poema	<p>...Beija-frô azu e verde, Que véve brejano as frô, Proquê num só como ocê Pra beija o meu amô!</p> <p>Lá nas fôia do coquêro Piriquito se balança, Taliquá sonhos de amô Nos gaio de uma esperança.</p>
Poema	<p>Moda da Morte</p> <p>Eu fui no sertão, eu fui No sertão pra explorá Naquelle lugá tão triste, no sertão do Parmitá.</p> <p>Sertão grande degredo, nem vale a pena alembrá Achei a casa da Morte Sem nunca eu esperá.</p> <p>Chorano, disse p'ra Morte, minha vida incumpridá... - incumprida minha vida! Posso i'ê gratificá...</p> <p>lê trago um vará de frango, mais não é pra i'e cobra... lê trago batata doce, Um picuásinho de cará..</p>

Quadro 4 |

A natureza na expressão literária caipira.
Fonte: Lima (1967); Pires (1921).

Habitação	Descrição
Casa	Casas construídas de pau a pique, com ripas ou varas trançadas e amarradas com cipó, barreadas e socadas com as mãos; cobertas com palha, folha de palmeira e sapé. A casa, em geral, divide-se em quarto, cozinha, sala de entrada e banheiro, do lado de fora da casa. Fogão de barro.
Acessórios da habitação	Esteiras de taboa ou piri; camas de tábua ou vara; rede de cipó imbé ou então de fio de algodão. As "cadeiras de tábua trançada tripeças ou tamboretas" e também os troncos de árvores utilizados como assento. Mesa rústica e lamparinas, candeeiros e lampiões alimentados com querosene ou óleo de mamona.

Quadro 5 |

A presença dos elementos da floresta e outros ecossistemas naturais na habitação caipira.
Fonte: Lima (1967).



Culinária	Descrição
Refeições	Quando o caipira acorda, de madrugada, toma o café simples “enquanto prepara o que comer”, depois vem o café e o bolo de frigideira, de fubá e mandioca cozida. Entre 8h30 min e 9h, o almoço. Às 11h30min, café com mistura ou alguma fruta; às 14h30min, jantar; às 17h, merenda; entre 19h30 e 20h, a ceia.
Pratos e a produção de alimentos	A vida do caipira tradicional é feita de muita fartura e apetite. A alimentação é pensada para eles próprios e para os animais. Cultivam, por exemplo, a mandioca; a batata doce, branca ou roxa; o cará, o amendoim, o feijão, a abóbora. A horta tem, entre outros, o repolho, o quiabo, as abobrinhas, a taioba, o chuchu e o alho. Na “roça”, na mata e nos brejos, vegetam espontaneamente a serralha, o almeirão amargoso, a guarerova e o palmito doce. As frutas são em abundância nos quintais, nos pastos e nas roças. A mata oferece ainda uma enorme variedade de méis. Os peixes são também caçados com abundância. A carne de porco é a mais apreciada; no passado, a caça era uma iguaria comum na mesa caipira. Tem-se ainda a galinha e os seus fartos ovos. Já a carne de vaca é pouco comum. A farinha é fundamental na sua alimentação. A farinha de milho é mais comum no planalto e a de mandioca, mais encontrada no litoral. Quanto aos pratos, tem-se, entre outros, o feijão, o virado – feijão com couve e farinha de milho; linguíça, torresmo, suã de porco, aves, viradinho de milho verde e de cebola, ensopados, palmito, cuscuz, angu, içãs, peixes. Bolo de fubá e de amendoim, melado com cará, canjica, paçoca, curau, milho verde assado ou cozido, doce de abóbora.

Quadro 6 | Alimentação/ culinária, refletindo ao mesmo tempo a dimensão dos serviços culturais e de abastecimento dos sistemas ecológicos naturais e agrícolas. Fonte: Pires (1921).

2.3 | Os serviços culturais do folclore caipira na RBCV: contexto, vetores de pressão e tendências

A área de abrangência da RBCV está vinculada historicamente ao tradicional cinturão caipira, descrito por Petrone (1995), hoje completamente alheio à realidade da metrópole.

Como explica o autor, os bairros rurais caipiras tiveram sua origem fortemente relacionada aos antigos aldeamentos indígenas, ambos núcleos tipicamente rurais, tendendo à autossuficiência, cuja principal atividade era a agricultura para consumo, seguida do beneficiamento dos produtos agrícolas e das atividades artesanais: confecção de utensílios e tecelagem.

Com raras exceções, os aldeamentos indígenas paulistas, definidos a partir de meados do século XVI e existentes até as primeiras décadas do século XIX, dispunham-se ao redor de São Paulo de Piratininga, formando um cinturão ocupado por indígenas, o qual, ao longo dos séculos, em face da miscigenação e da tendência à dispersão espacial característica das atividades indígenas (herdadas pelo caipira), foi dando origem ao conhecido cinturão caipira, um dos elementos mais característicos que

marcaram a paisagem do Planalto Paulistano (PETRONE, 1995).

A grande concentração de aldeamentos nos arredores mais próximos da cidade de São Paulo, como pode ser observada no mapa a seguir (**Figura 1**), estabelece uma paisagem cultural dominada pelos caipiras; seus contatos com a Metrópole eram feitos por meio de uma atividade comercial modesta. Em cargueiros isolados, tropas ou carros de boi, levavam suas mercadorias para venda na cidade de São Paulo (PETRONE, 1995).

Para Petrone (1995), esses tipos caracteristicamente caipiras das circunvizinhanças de São Paulo:

eram, é evidente, em grande parte, mestiços com ascendência indígena. Seriam a resultante, depois de um século, daqueles numerosos pardos que em 1836 viviam em torno do núcleo paulistano; não poucos, quem sabe, teriam ascendência indígena não muito remota, considerando que na segunda metade do século XIX ainda viveriam pequenos grupos em parte mestiçados, em parte não, em Carapicuíba, Embu, São Miguel e Barueri (PETRONE, 1995: p. 374).

Assim, o bairro tradicional caipira é uma persistência do passado e, como tal,



da década de 1950 e início da década de 1960 (SANTIAGO, 2010; 2013).

Os bairros rurais tradicionais no município de Juquitiba foram bem descritos por Queiroz (1973 a) em suas pesquisas efetuadas na década de 1960. Segundo a autora, a vida do sitiante caipira, no passado, integrava-se à da cidade, ritmada pelos trabalhos rurais e pela periodicidade das festas religiosas. O auxílio vicinal característico, o mutirão, era amplamente empregado entre as famílias.

As manifestações folclóricas do caipira no Sertão, a exemplo do que foi descrito em trabalhos realizados nas últimas décadas (MELLO, 2001; SMA, 2009; SANTIAGO, 2010; 2013), foram (e são, nas poucas comunidades que ainda restam) de grande riqueza, refletindo a importância dos ecossistemas naturais e agrícolas para as comunidades caipiras locais.

A persistência dos remanescentes florestais possibilitou a manutenção de alguns bairros tradicionais que neles se inseriam. Contudo, ainda assim as transformações sociais pelas quais passou o Brasil, a partir da década de 1930, mais especialmente concentradas em São Paulo que, para Monbeig (2004), refletem a substituição da civilização do Brasil Colônia pela civilização do tipo norte-americana, impactaram drasticamente a organização social do caipira e a sua qualidade de vida.

A dinâmica da sociedade urbano-industrial quase que extinguiu o patrimônio natural e cultural caipira dos arredores da cidade de São Paulo. A vida simples do caipira, com poucos recursos financeiros, mas festiva, farta em alimentos e rica em autonomia de saberes e meios de sustentação, fosse pelos recursos naturais disponíveis ou pela organização social estabelecida (igualitária e de auxílio mútuo), tornou-se pobre em todos os aspectos.

Não é o contato com a cidade que ameaça a cultura caipira. Queiroz (1973a; 1973b) demonstrou, aliás, exatamente o contrário, mas sim o isolamento social que lhe foi imposto pela lógica moderna, em que a quebra das relações econômicas com a cidade e seu isolamento determinaram a degradação do seu estilo de vida.

Antes disseminados em meio às matas dos arredores de São Paulo, interagindo, frequentemente, com a cidade, os bairros tradicionais

caipiras tornaram-se raros, assim como muitas das suas manifestações folclóricas que, cada vez mais, se perdem no passado.

A decadência econômica do caipira acarretou-lhe uma posição social subalterna e muito baixa. Se comparada com os padrões de vida da sociedade brasileira moderna, o termo que define a existência do caipira é a miséria (QUEIROZ, 1973a).

A cidade de São Paulo, há muitas décadas, não lhe demanda mais a comercialização do excedente da produção agrícola, retirando-lhe a possibilidade de obter os poucos recursos financeiros que lhes são necessários por meio da lavoura (QUEIROZ, 1973b; SANTIAGO, 2010; 2013; 2018).

Além disso, cada vez mais suas áreas são incorporadas pela dinâmica urbano-industrial: por meio das grandes fazendas monocultoras, desde a época do café; pelo intenso processo de urbanização; pelas chácaras e condomínios de recreio, associadas ao processo de especulação imobiliária; pela instalação de empreendimentos hortigranjeiros; pelo represamento de suas áreas com a instalação de hidrelétricas e, ainda, pela criação de unidades de conservação da natureza, das quais não se podem dissociar o processo de desenvolvimento econômico e as consequentes estratégias de desenvolvimento territorial adotada na sociedade contemporânea.

Importantes estudos foram realizados sobre a cultura caipira e o impacto da urbanização e da industrialização sobre a mesma (QUEIROZ, 1973a; QUEIROZ, 1973b; CANDIDO, 2003), levando à possível conclusão de sua inevitável tendência ao desaparecimento. Mas, o fato é que o caipira tradicional, quase que extinto da paisagem dos arredores de São Paulo, ainda existe e, isolado e despercebido, busca formas de resistir, adaptando-se às novas realidades de maneira a garantir a manutenção de antigos valores que lhe são caros. Todavia, muitas vezes, à custa da perda de saberes importantes relacionados ao uso e ao manejo dos recursos naturais, à custa da perda de muitas das suas manifestações folclóricas, já que a maneira de manterem-se vivos somente é possível por meio do trabalho assalariado, contrário à lógica de vida da cultura caipira.

Em sintonia com as políticas de proteção à natureza, outro fator de impacto negativo às comunidades tradicionais caipiras, um pouco mais recente, de tendência crescente nas áreas naturais remanescentes, é a atividade de turismo ecológico e cultural, também fruto do processo de urbanização. Definida como uma atividade que beneficia a população local e o meio ambiente é, por isso, fortemente adotada como política pelos órgãos de conservação ambiental, nos diversos níveis de governo. Contudo, há décadas tem-se alertado sobre suas consequências negativas (FAO/PNUMA, 1993). Trata-se de uma atividade demandada pela sociedade urbana e estruturada em função dessa. Além do processo de urbanização e da especulação imobiliária que o turismo instala nas pequenas cidades, em geral as comunidades são motivadas a substituir suas práticas de uso dos recursos naturais para empregarem-se em atividades relacionadas ao atendimento ao público ou a estabelecer uma produção comercial intensa de determinados artefatos para atender à demanda turística, afastando-se do modo de vida tradicional.

Embora nas últimas décadas as comunidades rurais tradicionais tenham sido reposicionadas nas políticas nacionais e internacionais de proteção à natureza, admitindo-se entre os dez princípios para a conservação da biodiversidade a estreita relação entre esta e a diversidade cultural (WRI/UICN/PNUMA, 1992), observa-se como um dos principais fatores que ameaçam a cultura tradicional caipira a dificuldade de se incorporar nas políticas públicas setoriais a perspectiva de mundo desses grupos, de reconhecê-los nas suas especificidades culturais.

Nesse sentido, o estudo realizado por Herculiani (2009) é exemplar. Abordando a interferência da escola na reprodução sociocultural caipira das famílias no Parque Estadual do Jurupará, a autora identifica que os conteúdos transmitidos têm pouco ou nenhum significado para as crianças, pois desconsideram as características geográficas, socioculturais das comunidades tradicionais, estabelecendo um tipo de educação que não se adéqua à realidade por elas vivida; impõem-se conteúdos fortemente marcados por referências urbanas e, nessa

conjuntura, as professoras tornam-se agentes a serviço da implantação de atitudes, crenças e valores, estranhos ao homem do campo.

Herculiani (2009) ressalta, ainda, que os conhecimentos levados pelos alunos não são considerados em sala de aula, pois há o desconhecimento das professoras sobre a cultura caipira de que o educando é portador.

A desvalorização dos saberes tradicionais ocorre, frequentemente, ainda, na ação rotineira de outros setores das políticas públicas, como os de saúde, agricultura e meio ambiente. A falta de compreensão sobre a cultura caipira e sobre os conhecimentos empíricos que ela comporta tem historicamente reforçado sobremaneira a perda de saberes sobre os ecossistemas.

Nesse processo de desvalorização, os serviços dos ecossistemas vêm se tornando indisponíveis também pela perda gradativa, ao longo das gerações, dos conhecimentos tradicionais sobre o uso e o manejo dos recursos naturais.

Conforme tratado em *“A estratégia Global da Biodiversidade”* (WRI/UICN/PNUMA, 1992), a pesquisa sobre as dimensões sociais, econômicas e ecológicas das relações entre uma comunidade e sua base de recurso pode ser a chave para mudanças institucionais e para desfazer a falta de confiança entre o Estado e a comunidade. Segundo o mesmo documento, uma boa pesquisa pode dissipar estereótipos negativos e errôneos que os funcionários do governo alimentam sobre a população rural.

A deficiência de estudos e a incompreensão sobre a relação das comunidades tradicionais caipiras com o seu território é sem dúvida o maior desafio a ser superado para que se possa delinear e aplicar políticas públicas de maneira adequada.

2.3.1 | Síntese dos principais vetores de alteração incidentes sobre o serviço cultural folclórico - folclore caipira

Em todo o país, o estado de São Paulo (e em especial a Região Metropolitana de São Paulo) foi o que mais rapidamente e com maior intensidade absorveu e refletiu as



transformações trazidas pela lógica da sociedade urbano-industrial contemporânea que se propagou no século passado. Assim, o modelo de desenvolvimento econômico e social adotado e suas respectivas políticas territoriais e de desenvolvimento científico e tecnológico tiveram como consequência a degradação irreversível dos ecossistemas, os conflitos socioambientais e a geração de pobreza e injustiça social em relação às comunidades rurais tradicionais caipiras.

Em tal perspectiva cabe destacar a importância de se compreender que a perda dos serviços culturais tem suas causas diretas relacionadas à degradação dos ecossistemas ou à indisponibilidade de acesso aos mesmos, todavia, estas causas são o resultado de complexos fenômenos de ordem econômica, social e cultural.

Desse modo, caso se mantenha o cenário delineado a partir do século passado, corre-se o risco, em médio prazo, da extinção dos serviços culturais folclorístico dos ecossistemas, no âmbito da RBCV, restando, quando muito, determinadas manifestações materiais do folclore caipira, esvaziadas de valores e referências simbólicas, sem expressão alguma do modo de vida tradicional.

O **Quadro 7** apresenta a síntese, segundo o diagnóstico realizado, dos vetores de alteração ambiental incidentes sobre o serviço cultural – folclore caipira, indicando se os respectivos vetores são diretos ou indiretos. Na última coluna é apresentada a intensidade dos respectivos vetores no século passado, e a tendência dos impactos em um cenário futuro. A seguir, a **Figura 2** demonstra esquematicamente a relação entre os principais vetores.

Vetor de alteração do serviço ecossistêmico		Categoria	Descrição dos impactos culturais	Intensidade e tendência
Econômico	Fomento à industrialização e à produção agrícola e pecuária de larga escala como estratégia de desenvolvimento econômico.	Indireto	O lavrador tradicional caipira, de economia doméstica, com produção visando prioritariamente o consumo da família e a venda de excedente na cidade, tem suas atividades econômicas e socioculturais, afetadas.	→
	Fomento governamental à criação e ao desenvolvimento de cooperativas agrícolas.	Indireto	Disseminação de grande número de cooperativas com diretrizes técnicas e lógicas de produção contrárias às tradicionais, cuja produção passa a competir com a do caipira.	→
	Quebra das relações comerciais positivas do lavrador tradicional com a cidade.	Indireto	Os lavradores tradicionais levavam o excedente da sua produção agrícola e pecuária para venda na cidade e de lá traziam os poucos itens de que não dispunham para sua sobrevivência. Com a quebra das relações comerciais, o caipira diminui significativamente as atividades agrícolas, passando a buscar formas alternativas de sobrevivência.	→
	Incentivo à atividade econômica turística.	Indireto	Projetos desenvolvidos, no âmbito do Estado, para a implantação do ecoturismo em UCs e suas áreas de entorno incentivam a comunidade local a realizar atividades que a afastam da economia doméstica e modo de vida tradicional.	→
Sociopolítico	Criação de unidades de conservação da natureza de proteção integral em territórios tradicionais.	Direto	Conflito legal de uso do solo. A presença humana é incompatível com o objetivo de manejo da unidade.	→
	Instituição legal de categorias de unidades de conservação de uso sustentável destinadas à proteção dos recursos naturais necessários às comunidades tradicionais - Lei 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação).	Indireto	A Lei impõe regras e obrigações que contrariam a lógica tradicional de gestão dos territórios ancestrais, as hierarquias locais, a economia e o saber-fazer sobre o manejo dos ecossistemas.	→

Quadro 7 | Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV, que impactaram as comunidades tradicionais caipiras no último século. Fonte: Elaboração própria.

	Vetor de alteração do serviço ecossistêmico	Categoria	Descrição dos impactos culturais	Intensidade e tendência
Sociopolítico	Promulgação da Lei 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza); Lei 11.428/2006 (Uso e proteção da Mata Atlântica) e Decreto 6.040/2007 (Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais).	Indireto	Reconhecimento legal sobre o direito e os saberes das comunidades tradicionais. Todavia, existem grandes lacunas quanto à identificação, ao cadastramento e à conscientização da sociedade, quanto à importância do modo de vida tradicional na proteção da biodiversidade e os direitos que lhes são conferidos pela legislação.	?
	Resolução da Secretaria de Meio Ambiente do Estado 027/2010 (procedimentos simplificados de autorização para supressão de vegetação nativa para populações tradicionais visando à agricultura sustentável nas áreas de regeneração inicial da Mata Atlântica).	Indireto	A norma exige: laudo de vegetação, plano de uso, estimativa de volume dos produtos e subprodutos florestais. São documentos e informações técnicas, estas completamente estranhas às práticas e às formas de saber da cultura tradicional, desconsiderando o seu conhecimento sobre o manejo agrícola e florestal: as normas consuetudinárias e o conhecimento empírico. Fato que acaba por inviabilizar a solicitação de autorização para a prática agrícola.	?
Cultural	Crença na superioridade dos valores e saberes da sociedade contemporânea urbano-industrial em relação às comunidades de cultura tradicional.	Indireto	Políticas setoriais de economia, educação, saúde, agricultura e meio ambiente que desconsideram a realidade e as especificidades da cultura caipira, impulsionando a transformação dos hábitos de consumo em geral. Transformação nos costumes e nos saberes, envolvendo a fitoterapia e a medicina popular, a produção e a comercialização dos produtos agrícolas e florestais, os critérios de uso e a gestão dos territórios, e o sistema de transmissão de conhecimento. Ineficiência das leis que protegem o direito e o modo de vida das comunidades tradicionais.	?
	Hábitos alimentares.	Indireto	A alteração dos hábitos alimentares da sociedade contemporânea motiva a rejeição dos produtos provenientes da agricultura e pecuária tradicional e estimula na comunidade o consumo de produtos industrializados.	↘
	Turismo.	Indireto	Sociedade contemporânea passa a valorizar e a "consumir" espaços que possibilitem o contato com a natureza transformando os lugares e a organização social das comunidades locais.	↗
	Religião.	Indireto	As condições de extrema pobreza motivaram a substituição da religião originalmente adotada pelas comunidades tradicionais. Alteração nas crenças religiosas e consequentemente nas referências mitológicas e morais que pautam a relação sociedade-natureza na cultura caipira.	→
Alterações no uso e na cobertura do solo	Instalação de pequenos empreendimentos agrícolas no entorno da cidade de São Paulo.	Direto	Demanda por terras para atividades hortifrutigranjeiras. O caipira foi cedendo espaço para os pequenos produtores agrícolas, especialmente estrangeiros, que ocupavam os arredores da cidade.	↘
	Expansão das cidades, da agricultura e da pecuária moderna e suas respectivas estruturas urbanas.	Direto	A paisagem rural tipicamente produzida pelo caipira, formada pelos sistemas agrícolas entremeados de floresta, nos diferentes estágios de sucessão, e as pequenas estruturas patrimoniais foram sendo incorporadas pela dinâmica de urbanização e pelo processo de industrialização	→
	Turismo de segunda residência e suas respectivas estruturas urbanas.	Direto	As chácaras de recreio, em áreas de remanescentes florestais e empreendimentos imobiliários (loteamentos, casas e apartamentos), especialmente no litoral, foram substituindo a paisagem caipira e extinguindo a cultura local.	↘

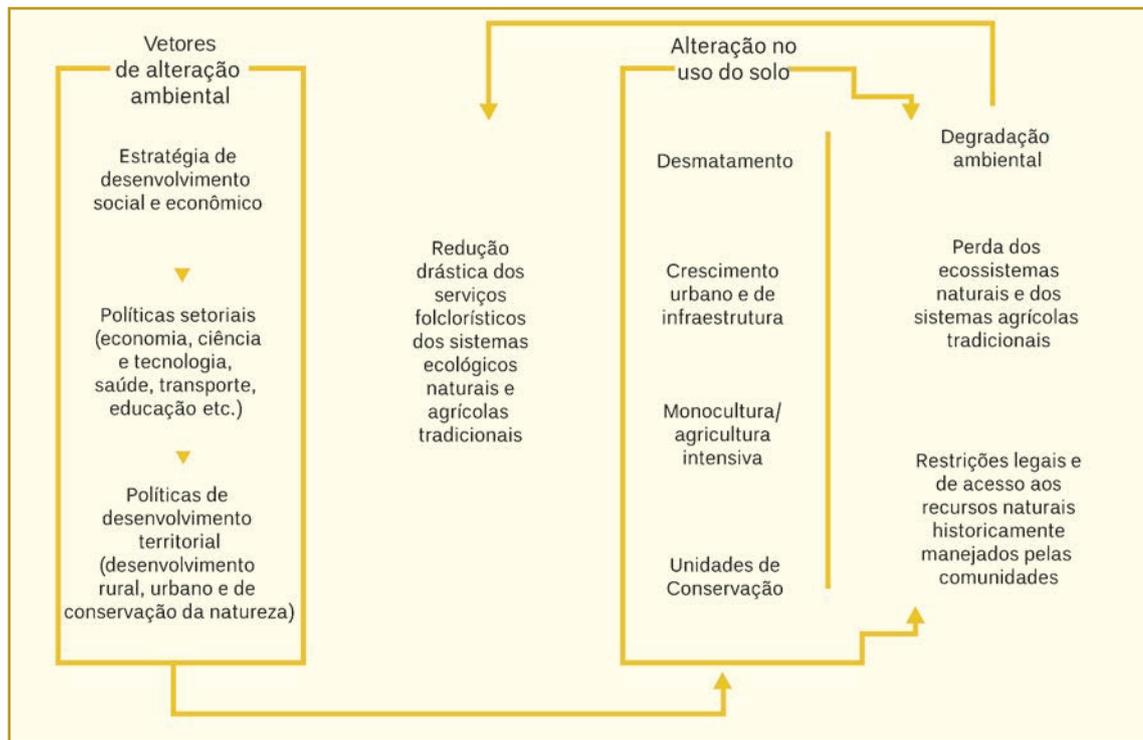
Quadro 7 | Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV, que impactaram as comunidades tradicionais caipiras no último século.
Fonte: Elaboração própria.



Vetor de alteração do serviço ecossistêmico		Categoria	Descrição dos impactos culturais	Intensidade e tendência
Alterações no uso e na cobertura do solo	Implantação de empreendimentos de ecoturismo e suas respectivas estruturas.	Direto	Comunidades tradicionais são cooptadas no processo de desenvolvimento turístico, sendo afastadas de suas práticas de agricultura e extração dos recursos naturais, seja em unidades de conservação ou em terras particulares, muitas vezes, anteriormente, pertencentes aos seus antepassados.	↑
	Redução drástica e confinamento dos ecossistemas naturais.	Direto	As comunidades caipiras que resistiram à completa transformação, atingem condições extremas de pobreza, pois os ecossistemas naturais remanescentes recebem severas restrições legais, tornando-se muito difícil o exercício das práticas socioeconômicas e culturais do caipira. Perda do conhecimento tradicional sobre o uso e o manejo dos recursos naturais. Passam a cair em desuso os sistemas construtivos, utensílios, equipamentos tradicionais. Perda da autonomia territorial, dependência de emprego e dissolução dos laços de solidariedade: extinção do mutirão.	→
	Quase extinção dos sistemas agrícolas tradicionais e de sua respectiva paisagem.	Direto	Alteração do modo de vida tradicional baseado na agricultura, com conseqüente empobrecimento material e cultural. Perda de conhecimento sobre a culinária e tecnologia tradicional de produção, o processamento e a conservação de alimentos. Perda de significado dos ritos e das festividades vinculados às atividades agrícolas de plantio e colheita. Perda da autonomia territorial, dependência de emprego e dissolução dos laços de solidariedade: extinção do mutirão.	↘
Tecnológico	Uso de tecnologias e insumos externos.	Direto	A redução dos espaços disponíveis para a agricultura tradicional (de pousio) e as políticas de extensão rural conduzem ao uso de insumos agrícolas modernos: uso de sementes geneticamente modificadas, fertilizantes e defensivos agrícolas. A introdução de tecnologias modernas e a eliminação de variedades rústicas adaptadas às condições locais, repassadas de geração a geração, impulsionam a perda do saber sobre o manejo agrícola tradicional e a dependência de insumos externos.	↘
Impacto dos vetores de alteração sobre o serviço ecossistêmico de folclore caipira no último século		Tendência atual dos vetores de alteração sobre o serviço ecossistêmico de folclore caipira		
Baixo	Moderado	Diminui	Aumenta	
Alto	Muito Alto	Continua	Aumenta rapidamente	
		Desconhecido	Diminui rapidamente	

Quadro 7 | Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV, que impactaram as comunidades tradicionais caipiras no último século. Fonte: Elaboração própria. (continuação)

Figura 2 |
Esquema
sintético da
relação entre os
principais vetores
de alteração
ambiental que
incidem sobre
os serviços
folclóricos dos
ecossistemas
na RBCV.
Fonte: Elaboração
própria.



3 | ESTUDO DE CASO

Os estudos de caso a seguir explicitam o impacto da racionalidade urbano-industrial da sociedade contemporânea à cultura caipira e, ao mesmo tempo, a capacidade desta de resistência às mudanças. A **Figura 3** demonstra, como visto anteriormente, a ampla distribuição da cultura caipira na RBCV no passado, abrangendo todos os seus municípios, bem como a área contemplada nos estudos de caso.

Cabe esclarecer que alguns municípios indicados no mapa como de antiga ocorrência caipira foram criados recentemente, todavia, seus territórios eram abrangidos por outros municípios citados nas bibliografias consultadas.

3.1 | A decadência dos bairros tradicionais caipiras no município de Juquitiba – Sertão de Itapeperica, e a emergência do processo de industrialização e urbanização da cidade de São Paulo

A cidade de Juquitiba dista 70 km da capital. Segundo Queiroz (1973a), no passado,

os bairros rurais do Sertão de Itapeperica definiam-se pelo alto grau de autossuficiência econômica, com pequena utilização do sistema monetário e produção destinada ao consumo direto e aproveitamento comercial do pequeno excedente agrícola.

Os sitiantes caipiras se instalavam em meio às clareiras da mata virgem, e ali faziam suas roças. Pela extensão das terras, ocupando vastas glebas, podiam eles ser chamados de “fazendeiros”. Mas, pelo tipo de cultivo e pelo estilo de vida, eram de fato sitiantes, ou seja, plantavam em suas terras roças cultivadas apenas com a mão de obra familiar (QUEIROZ, 1973b).

A produção dos sítios era suficiente para alimentar as famílias produtoras e, em sendo o gênero de vida, a economia e a produção semelhante entre todos os sitiantes do Sertão, as possibilidades de trocas econômicas eram limitadas. Desse modo, o excedente era levado até a cidade de São Paulo, onde era trocado por tecidos, pólvora, sal, vinho e aguardente. Cada sitiante possuía uma tropa de burros e seu contato com a cidade de São Paulo era contínuo e constante, ocorrendo pelo menos uma vez no decorrer do mês. A partir do fim do século XIX e durante quase duas gerações, o excedente da produção permitiu à população caipira um

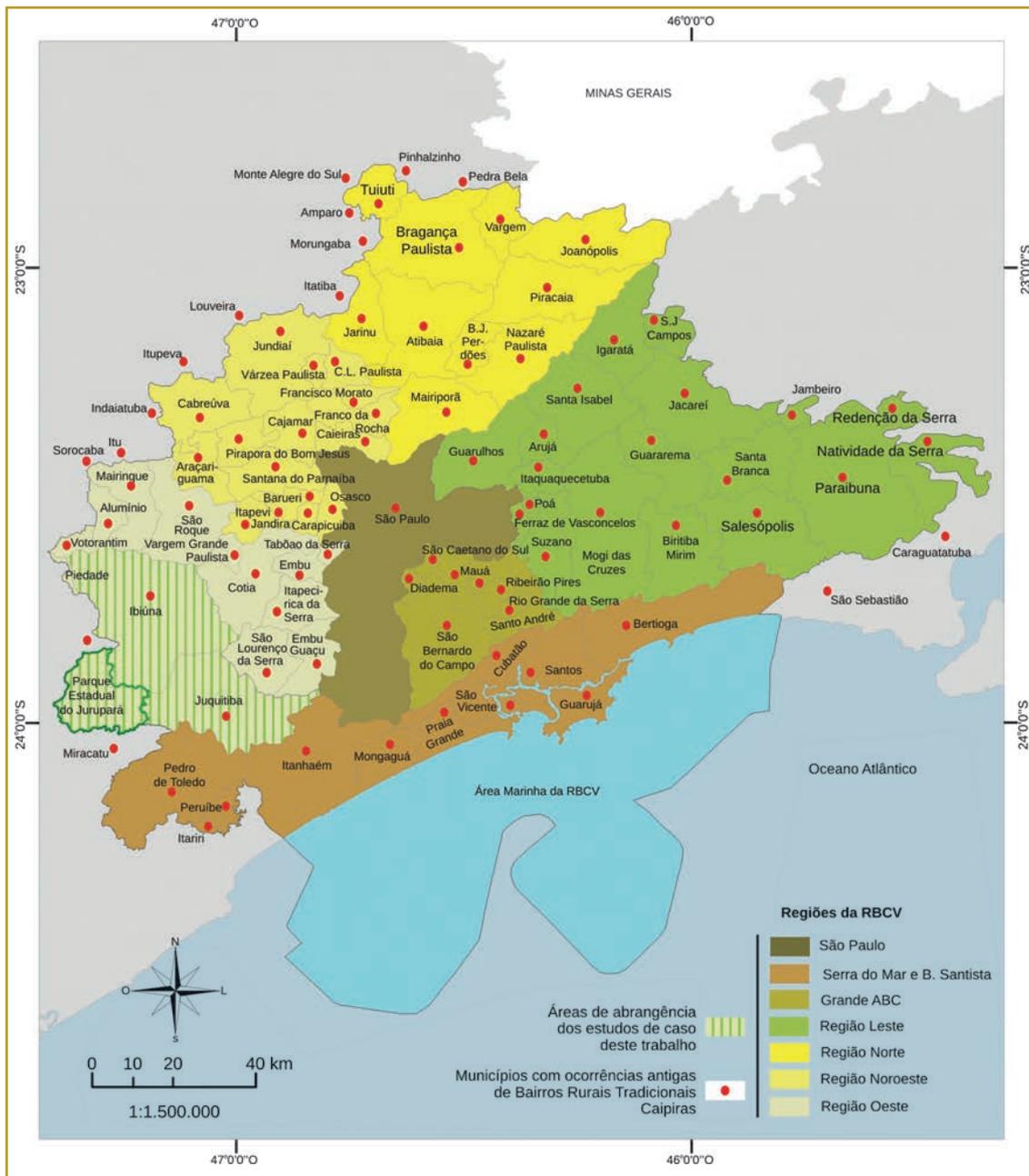


Figura 3 | Mapa da antiga distribuição dos bairros rurais tradicionais caipiras no âmbito da RBCV e a localização das áreas de estudo. Elaboração: Antonio Vanderlei Toledo. Organização: Cristina de Marco Santiago. Mapa Base: Instituto Florestal/RBCV, 2009. Fonte: Fernandes (1972); Queiroz (1973a; 1973b); Petroni (1995).

bom nível de vida, segundo os seus padrões culturais (QUEIROZ, 1973b).

Havia um paralelismo complementar entre a cidade e o caipira, de maneira que ela necessitava muito mais dele do que ele dela, pois era o sitiante tradicional que a abastecia com seus gêneros alimentícios (QUEIROZ, 1973b).

Apesar de povoada há centenas de anos, a área era considerada, até algumas décadas atrás, das mais isoladas e inexploradas de todo o estado de São Paulo, persistindo ali, em alguns bairros, até a década de 1960, na forma mais tradicional, o ritmo de vida característico

da civilização caipira paulista e da civilização rústica brasileira (QUEIROZ, 1973b).

A maior parte dos moradores eram donos de terras que passavam de geração a geração. O pagamento anual dos impostos garantia-lhes a posse legítima da terra, os sitiantes deslocavam-se para festas, para compras, para visitas e para os deveres religiosos quando e como quisessem (QUEIROZ, 1973b).

Todavia, o gênero de vida caipira no Sertão de Itapeccerica foi sofrendo alterações na medida em que o desenvolvimento econômico do Estado estabeleceu para a capital novas

características, desligando-a de sua periferia. A melhoria da comunicação e a especialização da agricultura acabaram por desbancar o comércio dos produtos agrícolas tradicionais (QUEIROZ, 1973b).

O processo de industrialização, por sua vez, determinava o consumo crescente de combustível, necessário para alimentar as empresas que se multiplicavam. O carvão vegetal passou, então, a partir de 1935, a substituir gradativamente o excedente agrícola que era vendido pelo caipira na capital (FUKUI, 1968; QUEIROZ, 1973b).

A produção do carvão se expandiu e, com a abertura de uma estrada estadual que chegava até Juquitiba, permitindo o acesso ao caminhão que vinha buscar o carvão, a maioria dos sítiantes tornou-se carvoeiro, deixando de lavrar a terra, inclusive para consumo próprio. O contato com a cidade deixa de existir; é o intermediário da venda do carvão quem impõe o preço de compra, assim como é ele que vende os mantimentos para consumo do antigo sítiante (FUKUI, 1968; QUEIROZ, 1973b). Outrora soberano, o sítiante do Sertão de Itapeperica era, então, explorado pelo intermediário, que impunha o seu preço (QUEIROZ, 1968).

O lucro da produção de carvão era gasto em comida para a família e, entre 1935 e 1945, toda a lucratividade dessa atividade não atingiu os produtores. Sem roça, a subordinação do sítiante ao regime comercial e urbano, oposto ao seu, é total, e sua degradação é máxima. Seu gênero de vida se empobrece. Vestindo farrapos, não organizava mais novenas, não conservava as suas relações de parentesco e compadrio, chegando ao grau mais elevado de isolamento (FUKUI, 1968; QUEIROZ, 1973a).

Com a abertura da BR 2, em 1960, as terras valorizaram-se, e como o preço do carvão era cada vez mais baixo, muitos venderam as terras ancestrais, em parte ou na totalidade, neste último caso tornando-se empregados do comprador em suas antigas terras ou em outra parte qualquer. Houve aqueles que, conseguindo apurar algum dinheiro com a venda das terras, abriram vendas ou quitandas na beira da estrada (FUKUI, 1968; QUEIROZ, 1973a).

De qualquer modo, impôs-se um novo ritmo de vida, ocorrendo a desorganização social do caipira, o esfacelamento da vida comunitária e a quebra da sua relação com a natureza. Com isso, muitos sítiantes passaram a sofrer um processo de marginalização (FUKUI, 1968; QUEIROZ, 1973a).

O antigo equilíbrio de complementaridade independente entre cidade e bairro rural se destruiu e foi substituído por um equilíbrio de complementaridade subordinada (QUEIROZ, 1973b).

Atualmente, Juquitiba não se configura mais como um território caracteristicamente caipira. A lógica de vida urbana expressa-se nas chácaras de recreio e no turismo ecológico.

3.2 | A arte do trançado e os caipiras no município de Ibiúna e Juquitiba

Na região sudoeste do estado de São Paulo, nos municípios de Juquitiba e Ibiúna, incluídos aqui os moradores do Parque Estadual do Jurupará, as manifestações artísticas se realizam através do domínio técnico do trançado e das escolhas estéticas, resultantes da sensibilidade do artista e da relação com a comunidade a que pertence (MELLO, 2001).

Comumente os artefatos produzidos eram, e ainda são, para atender as necessidades funcionais e estéticas, podendo ser classificadas como: de subsistência (cestos para transporte dos produtos agrícolas e para o fabrico de farinha de milho), de conforto doméstico (esteira e abanador), de uso pessoal (bolsas e balaio de tampo), lazer e socialização (miniaturas para brinquedos de criança) (MELLO, 2001).

Foram identificados e classificados 38 artefatos elaborados por pessoas moradoras na região, confeccionados com diversas espécies vegetais de ocorrência local evidenciando, assim, o saber tradicional que ainda portam as populações tradicionais e a importância dos ecossistemas para a sua reprodução cultural (MELLO, 2001). Nos **Quadros 8 e 9**, são exemplificados, respectivamente, alguns dos artefatos produzidos e algumas plantas frequentemente utilizadas.



Quadro 8 |
Exemplos dos artefatos produzidos nos municípios de Juquitiba e Ibiúna.
Fonte: Mello (2001).

Nome vernacular	Nome técnico	Tipologia funcional
Apá balaio	Apá	Uso e conforto doméstico
Balaio	Cesto gameliforme	Uso e conforto doméstico
Balaio de costura	Cesto estojiforme	Trançado para uso pessoal
Balança	Cesto platiforme	Uso e conforto doméstico
Cesto para galinha	Cesto peneiriforme quadrangular	Uso e conforto doméstico
Cesto para a abelha	Cesto vasiforme cilíndrico	Uso e conforto doméstico
Jacá de baldeio	Cesto cargueiro paneiriforme	Trançado como meio de transporte/ lazer e adorno doméstico
Peneira para mariscar	Cesto tigeliforme	Trançado para pesca

Nome popular das espécies e uso na confecção das cestarias

Confecção dos tecidos	Tingimento	Estrutura e forma	Amarração e acabamentos
Cipó-São João	Palmiteiro	Canela-de-cotia	Embira-branca
Cipó-d'alho	Sassafrão	Capauveiro	Tucum
Cipó-peva	Urupê	Cuião-de-galo	
Cipó-peva-miúda		Espinheira-santa	
Cipó-tripa-de-galinha		Pau-de-pinha	
Taboa		Rabo-de-bugio	
Junco			
Taquara-pinima			
Taquara-ioça			
Taquaruvu			
Taquara-do-reino			

Quadro 9 |
Algumas das espécies nativas da Mata Atlântica utilizadas no processo de manufatura das cestarias.
Fonte: Mello (2001).

A confecção dos artefatos é realizada por pessoas que conhecem os tipos de trançado, seguindo a tradição da tecnologia, criam conforme os já existentes, contudo ousam fazer uma ornamentação estética própria e modificam as formas e os tamanhos. (MELLO, 2001), Sendo então considerados os melhores, pois têm o dom de fazer. Os conhecimentos da arte da cestaria, envolvendo a coleta, o preparo da matéria prima e as técnicas de trançado ocorrem de maneira informal. Os mais velhos são os responsáveis por orientar todo o processo para os mais novos da família. São as características individuais, suas histórias de vida que fazem nascer o cesteiro, a paciência e a observação são determinantes. Por estas razões apenas alguns membros da família são artistas (MELLO, 2001). Como observa Brandão (1983b), “É sobre o dom que o saber se cumpre.”

“Sem ele, o aprendizado do artista é uma tarefa sem frutos. Todos os meninos camponeses aprendem com os adultos o trabalho da lavoura. Apenas alguns aprendem artes de ofícios rurais. Um menor número ainda, entre todos, chega a ser adulto artista [...]. Entre o saber comum do trabalho produtivo e o saber do especialista do trabalho do artesão ou do artista, existe o dado 'dom' a 'inclinação', 'inovação', o 'jeito' [...]” (BRANDÃO, 1983b: p. 82).

Também há a questão de gênero do fazer cesteiro: os jacás, em geral, são produzidos pelos homens, e as esteiras são de domínio das mulheres. Contudo, não é pré-estabelecido o tipo de artefato que deve ser confeccionado por homem ou mulher (MELLO, 2001).

Na atualidade, a confecção de artefatos, além de recuperar, a seu modo, os fragmentos

do passado, representam também uma atividade econômica.

Retomando o passado, era comum a troca de artefatos, produzidos pelos especialistas, por prestação de serviços. Especialistas são aqueles membros da comunidade que têm domínio de técnicas de trançar mais complexas. Mas era comum também o comércio (MELLO, 2001).

Como estratégia de manutenção da cultura do grupo, são realizadas adaptações de formas e usos, como por exemplo, as 'fruteiras' confeccionadas a partir do 'antigo balaio'. A memória coletiva não funciona como uma memorização,

pois as sociedades sem escrita conferem mais liberdade e possibilidades criativas à memória. São conhecimentos não institucionalizados que de algum modo representam a consciência coletiva de grupos inteiros – famílias, aldeias (MELLO, 2001: p. 110).

A arte do trançado se constitui em manifestações culturais realizadas com prazer e preocupação estética, e com base nos conhecimentos e na memória. Mas essas manifestações passam por mudanças ao longo do tempo, constatadas ao se observar as formas e os materiais, de certo modo ainda vinculados com o passado (MELLO, 2001).

3.3 | Parque Estadual do Jurupará, um depositário da cultura material e imaterial rústica caipira

Resistindo ao passado, o Sertão de Ibiúna (parte integrante do Sertão de Itapeçerica da Serra), na Serra de Paranapiacaba, guarda mostras importantes da cultura rústica caipira do estado de São Paulo (SMA, 2009; SANTIAGO 2010; 2013; 2018). Na área de abrangência da RBCV, não há dúvidas de que se trata de um dos últimos redutos da cultura tradicional caipira, conforme já descrito por Queiroz (1973a; 1973b) e Petrone (1995). São núcleos caipiras cujos territórios ancestrais são compreendidos por uma Zona Núcleo da Reserva: o Parque Estadual do Jurupará, conforme é possível observar na **Figura 3**.

Nos estudos realizados para a elaboração do Plano de Manejo do referido parque, foram caracterizadas a cultura material e

imaterial de dois bairros: o do Rio Bonito e o dos Paulo. De diferentes formas, ambos guardam permanência da cultura rústica caipira que resiste à modernidade. Esses bairros se referem a duas comunidades que, no passado, integravam-se a uma rede de diversos outros bairros do Sertão, os quais interagem socialmente, utilizando os mesmos caminhos, compartilhando lugares sagrados e ritos religiosos (SANTIAGO, 2010; 2013).

Os trabalhos de campo realizados no âmbito do referido Plano, bem como os estudos efetuados por Santiago (2010; 2013; 2018) sobre a territorialidade caipira no bairro dos Paulo, identificaram mostras representativas do patrimônio histórico-cultural caipira coletivo que expressam o domínio da cultura naquele território, bem como do patrimônio específico dos bairros amostrados.

A antiguidade da ocupação caipira e as marcas pouco profundas no ambiente natural, característica peculiar às culturas tradicionais, estabeleceram as condições para que ambos os bairros fossem classificados como sítios arqueológicos multicomponenciais, ou seja, que reúnem vestígios de mais de uma ocupação humana, no caso, de ocupação indígena pré-colonial e de ocupação histórica do Brasil Colônia (SMA, 2009).

Enquanto patrimônio coletivo, foram registrados dois cemitérios (Capela Azul e Tuins), com suas respectivas capelas, e o caminho dos tropeiros, por séculos utilizado pelos moradores locais como acesso a povoados e centros urbanos, inclusive São Paulo, para onde, frequentemente, deslocavam-se para comercializar os seus gêneros e trazer os poucos itens que não produziam.

Nos bairros amostrados foram identificados, além da arqueologia, elementos da cultura que refletem os saberes e os *modus vivendi* das comunidades. Trata-se de paisagens rurais, com um pequeno número de estruturas construtivas de pequenas dimensões, predominantemente em sistema de pau a pique, apresentando edificações que datam de cerca de 100 anos, incluindo capelas, paióis e residências (SMA, 2009).

No bairro dos Paulo, composto por vizinhos vinculados a um mesmo ancestral, a religião católica, bem como todos os ritos e festas associados, apresenta-se extinta, tendo sido substituída pelo protestantismo. A cultura material e



Figura 4 | Artefatos/utensílios característicos da cultura caipira na área de abrangência do Parque Estadual do Jurupará: (1) esteira de taboa, (2) peneira de taquara, (3) banco de madeira, (4) concha de madeira, (5) pilão de madeira, (6) vassoura - cabo de taquara e folhas de "vassourinha" amarradas com embira, (7) ninho de galinha feito de taquara.

Fonte: 1, 2, 3, 4, 6 e 7 - Santiago (2010); 5 - Herculiani (2009).



Figura 5 | Alguns dos alimentos característicos da cultura caipira na área de abrangência do Parque Estadual do Jurupará: (1) feijão cara suja, (2) bolinho de milho, (3) abóbora, (4) pamonha cozida em folha de caeté-miúdo, (5), pepino caipira, (6) mandioca. Fonte: Santiago (2010).

imaterial rústica ainda está fortemente presente, seja na prática dos moradores, na mobília das casas, nas próprias edificações, nos utensílios, nas ferramentas, nos equipamentos, nas técnicas de plantio e nos contos da floresta ou, ainda, enquanto lembranças dos pais e avós (SMA, 2009; SANTIAGO, 2010; 2013; 2018).

SANTIAGO (2010; 2013) constatou que, até o final da década de 1950, quando na cidade vizinha, em Juquitiba, a cultura caipira já estava em decadência, os sítiantes do bairro dos Paulo ainda viviam de forma tradicional, plantando suas roças, utilizando os recursos naturais e comercializando os excedentes do plantio na cidade. Tratava-se, segundo a autora, de uma economia semifechada, caracterizada por uma grande autonomia em relação à cidade e completa interação com a natureza, sendo a floresta o meio pelo qual se dava a reprodução não apenas material, mas também cultural desse e dos demais bairros rurais tradicionais que formavam um grande território construído há séculos, cuja identidade do grupo firmava-se, assim, pelo vínculo ancestral e pelo modo de vida tradicional, reconhecendo-se entre si como nativos.

Para os moradores, nativo é aquele que é nascido e criado de pai e mãe no Sertão de Ibiúna, é um ser humano do mato, é o mesmo que dizer 'do mato', definições que explicitam a forte identificação com um modo de vida integrado à floresta (SANTIAGO, 2010; 2013).

Enquanto fonte de recursos e significados culturais, a floresta designa crenças, valores e

um saber fazer que, juntos, regram a existência, a forma de agir e de ser do caipira. Dessa perspectiva, Santiago (2010; 2013; 2018) verificou, no bairro dos Paulo, como é possível observar nos depoimentos abaixo, a persistência na crença de entidades, como o Saci, a Mula Sem Cabeça, o Caipora e o Pé Grande, apesar das transformações impostas pela nova religião.

A caipora é bicho agressivo, agora ninguém fala mais nada, depois que a religião evangélica avançou, foi escondendo [...]. Depois que o evangélico avançou, aí dexô dessas coisa, mais, que tem, tem. Só que a pessoa num pode acreditá. Né? mais que tem, tem.

Existí, existi memo, mas num pode acreditá.

A autora identifica, ainda, como o sobrenatural se integra às práticas de manejo da floresta, influenciando nas regras de uso dos recursos. O Pé Grande é uma entidade local, considerado pelos nativos o pai do mato, o rei da caça que repreende o trabalho noturno, o caçador e aquele que faz grandes derrubadas, é o guardião da floresta (SANTIAGO, 2010):

O meu pai contava: disse que ele tava fazendo uma derrubada grande anssim, ele tava andando, aí ele olhô anssim, ele tava na testada da roçada; tinha uma grumixavera grande, de tão grande que era que ele pisô e levantô a copa dela intera, aí ele viu. Í, o Pé Grande ó. Quando ele correu e olhô pra trais já num inxergô mais nada.

O bairro do Rio Bonito, por sua vez, é um guardião do catolicismo rústico brasileiro, preservando as imagens de santos e a tradição especialmente dos ritos e festas religiosas do mês de junho, as famosas e praticamente extintas festas juninas autênticas (SMA, 2009).



Figura 6 |
Vista geral do
bairro rural
tradicional
dos Paulo.
Fonte: Santiago
(2010).

4 | INDICADORES DOS SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS

O principal desafio para a construção de indicadores culturais no caso de comunidades tradicionais se refere à estreita relação entre cultura e biodiversidade, relação essa que define elos indissociáveis entre serviços culturais, de provisão e até de regulação.

Em se tratando de comunidades caipiras, o estabelecimento de indicadores dos serviços culturais e sua aferição são extremamente complexos, seja pela abrangência do serviço, pelas formas de adaptação cultural frente às severas pressões e alterações socioespaciais ocorridas no último século ou pela lacuna de informações específicas necessárias à determinação de parâmetros de avaliação. Nesse sentido, pode-se falar em indicadores de forma genérica, devido à carência de estudos científicos.

Entendida a intrínseca relação entre os ecossistemas naturais e a cultura caipira, bem como a importância do folclore enquanto

manifestação cultural, a construção de indicadores pode partir de duas grandes referências: a disponibilidade dos ecossistemas naturais, especialmente a floresta, em toda a sua diversidade biológica e a integridade do conjunto de manifestações culturais (saberes tradicionais) do caipira, fruto dessa relação (**Figura 7**).

Dessa perspectiva, podem ser considerados três grupos de indicadores dos serviços culturais dos ecossistemas:

- o acesso à terra e ao uso dos recursos naturais (na diversidade biológica necessária ao exercício de seu saber fazer): terra em tamanho suficiente para comportar o sistema de exploração agroflorestal tradicional;
- as práticas caipiras relacionadas ao uso dos recursos naturais: utensílios, mobílias, culinária, medicina tradicional, técnicas construtivas, técnicas florestais e agrícolas tradicionais;
- a permanência de ritos, mitos e crenças tradicionais caipiras.

Os indicadores são ferramentas metodológicas muito importantes para a avaliação, contudo, deve-se ter claro que são uma referência,

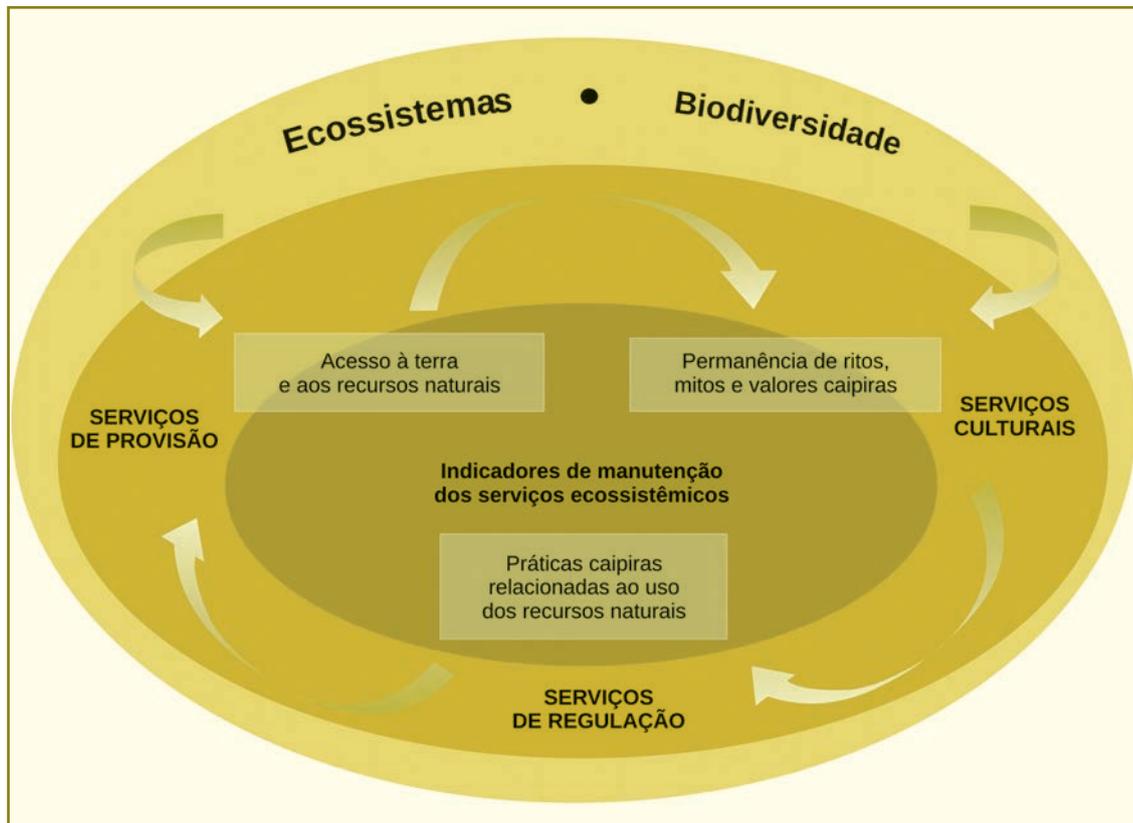


Figura 7 | Esquema sintético da relação entre indicadores dos serviços ecossistêmicos, cultura caipira e ecossistemas naturais. Fonte: Elaboração própria.

dando indícios da permanência ou não do serviço, mas não podem refletir com exatidão o grau de transformação ocorrido, que deve ser avaliado no contexto da estrutura e da organização social.

As grandes alterações nos ecossistemas e o vertiginoso crescimento urbano-industrial que se deu em todo o Estado, especialmente na Região Metropolitana de São Paulo, levou as comunidades caipiras a estabelecer estratégias de manutenção da cultura. São adaptações à nova realidade que se impôs, tornando ainda mais complexa a avaliação do serviço cultural, pois são difíceis de serem identificadas como tal; muito frequentemente confundem-se adaptação (enquanto forma de resistência cultural) como perda da cultura; identifica-se a descaracterização do folclore (como o abandono de um saber, de uma técnica, de um rito etc.), mas não se analisa a função social exercida pelo folclore, os valores maiores prezados pela tradição.

Por exemplo, a ausência do mutirão na lavoura (considerado um rito enquanto manifestação folclorística) pode estar relacionada ao trabalho assalariado que, como demonstrou Queiroz (1973a; 1973b), é um importante indicador de desorganização social, pois se opõe ao trabalho familiar, à obediência aos ciclos de trabalho em conexão com a natureza, e interfere nas relações de vizinhança. Porém, o trabalho assalariado deve ser analisado no contexto em que ele se insere, pois pode ser uma estratégia de fixação ao campo e mesmo à terra ancestral, quando da impossibilidade de acesso aos recursos naturais como a restrição legal de exploração das terras para lavoura e da floresta pela criação de uma unidade de conservação, como demonstrou SANTIAGO (2010; 2018). Portanto, neste caso, pode representar um fator de resistência cultural, além de um fator de impacto negativo.

Adaptando-se à nova situação, um ou mais componentes do grupo procura formas de ajustar a sua permanência (individual ou familiar) na terra ao equilíbrio social e ecológico característico do caipira, por meio do trabalho assalariado, esforçando-se em manter-se unido à comunidade e ao patrimônio herdado.

Do mesmo modo, a produção cesteira pode ser um indicador de prática cultural mas, se comercializada dentro da lógica de mercado

da economia capitalista, pode também ser um indicador de alteração de traços culturais. Dessa forma, a análise deve ser feita dentro de um contexto.

Não há cultura estática e cada comunidade deve ser estudada dentro de um processo histórico, sob a perspectiva da cultura caipira e das práticas e saberes particulares do grupo. A partir dessa contextualização, é pertinente efetuar, por intermédio de especialistas em uma perspectiva transdisciplinar, a análise e a avaliação das transformações e suas causas específicas.

Tanto as avaliações como o processo de monitoramento são uma referência para o estabelecimento de estratégias e metas de desenvolvimento social e territorial nas políticas públicas. Esse alerta é fundamental para que não se acentuem as injustiças ambientais e sociais para com esses grupos, para que se possa reverter processos de deterioração do patrimônio histórico-cultural e de pobreza, bem como de degradação ambiental associados.

5 | CONTRIBUIÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PARA O BEM-ESTAR HUMANO

A dinâmica social característica do caipira e as especificidades da sua relação com a natureza explicitam a importância fundamental dos ecossistemas naturais na manutenção da cultura e, conseqüentemente, nas suas manifestações folclorísticas. E o inverso também é verdadeiro, ou seja, a importância desta cultura na manutenção dos ambientes naturais.

O folclore é resultado da experiência peculiar de vida em comunidade, o qual é permanentemente vivido e revivido pelos seus membros, inspirando e orientando valores e comportamentos (FERNANDES, 1978); por sua vez, a vida em comunidade, a organização social do caipira, como explica Candido (2003), está relacionada à manutenção do equilíbrio ecológico entre o meio natural e o grupo.

Para o caipira tradicional, a terra, os recursos naturais que ela comporta e os saberes sobre o seu uso e manejo são o seu grande



patrimônio familiar, que passa de geração a geração através dos séculos (SANTIAGO, 2010; 2013). É este patrimônio material e imaterial que lhe proporciona condições dignas de vida: autonomia, acesso à alimentação de boa qualidade, à saúde, à moradia, ao vestuário, ao desenvolvimento físico, intelectual e moral. Enquanto patrimônio, terra e saberes comportam valores que impulsionam a relação sociedade-natureza, necessários à reprodução biológica e sociocultural do caipira, intimamente ligada à conservação dos recursos naturais dos quais ele depende.

Por esta razão, para Candido (2003), a posse e a disponibilidade da terra (diríamos, a possibilidade de acesso aos sistemas ecológicos naturais e agrícolas) são elementos fundamentais na manutenção das características da cultura caipira.

A redução dos ecossistemas naturais e a predominância da lógica da sociedade urbano-industrial nas políticas públicas, territoriais, econômicas e sociais, que se opõem à lógica tradicional, tornaram, no último século, a cultura rústica caipira extremamente vulnerável, empobrecida e tendendo à extinção.

Em geral, poucos são os trabalhos que fornecem parâmetros, na atualidade, para a avaliação dos impactos negativos à cultura. Diferentemente de outros serviços ecossistêmicos, não é apenas a degradação do ecossistema em si que afeta a cultura caipira, mas, especialmente, a falta de entendimento da sociedade sobre como atuam esses serviços na qualidade de vida, no bem-estar e na sobrevivência cultural dessas comunidades.

Considerando o marco conceitual da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, os principais vínculos entre a biodiversidade e os serviços folclorísticos da cultura caipira podem ser estabelecidos a partir da análise dos diversos componentes do bem-estar humano, agrupados nas categorias: 1) recursos básicos para uma vida digna; 2) saúde; 3) boas relações sociais; 4) segurança; 5) liberdade de escolha e ação (MEA, 2005).

O **Quadro 10** apresenta o quanto os serviços culturais folclorísticos impactavam o bem-estar humano das comunidades tradicionais caipiras em seus diversos aspectos, e mostra a tendência de aumento ou diminuição da disponibilidade dos respectivos serviços em

um cenário futuro em decorrência dos vetores de alteração ambiental.

A abordagem cultural exige o estabelecimento de parâmetros de avaliação compatíveis com a realidade socioeconômica tratada, pois a referência de bem-estar de uma cultura para a outra pode variar muito. Neste caso, é importante ter em mente que os indicadores devem conceber e refletir a perspectiva de qualidade de vida e bem-estar das comunidades rurais de cultura tradicional, certamente, muito distinta da sociedade urbana.

Com base nos dados apresentados no **Quadro 10** identifica-se a urgência em se estabelecer pesquisas e monitoramentos científicos com vistas à avaliação da continuidade de oferta dos serviços culturais folclorísticos nas comunidades tradicionais caipiras remanescentes, de forma que se possa nortear o planejamento e a gestão do patrimônio cultural e natural associado ao respectivo serviço ecossistêmico. Na sequência, é apresentada uma aproximação de indicadores que podem orientar estudos futuros, relacionando-se as formas de verificação à realidade local.

- a) incidência de doenças;
- b) disponibilidade de alimentos em quantidade e diversidade suficientes para a boa saúde;
- c) qualidade ambiental (ausência de poluição no solo, na água e no ar);
- d) estado de conservação das moradias e dos equipamentos tradicionais;
- e) manutenção das relações sociais (prática de ritos festivos e religiosos, presença de auxílio vicinal, trabalho em família);
- f) disponibilidade de vestuário básico (especialmente em relação à segurança e à proteção);
- g) domínio de tecnologias tradicionais e autonomia de saberes;
- h) direito à terra ancestral e ao uso dos recursos naturais;
- i) diversidade biológica conservada, compatível com a diversidade de uso de recursos naturais demandados pelas comunidades caipiras (presença dos diferentes estágios sucessionais da vegetação; presença de espécies tradicionalmente utilizadas);

Quadro 10 |
Avaliação do
impacto dos
serviços culturais
ao bem-estar das
comunidades
tradicionais
caipiras e
tendências
futuras quanto à
disponibilidade
desses serviços.
Fonte: Elaboração
própria.
Com base
em MEA (2005).

Dimensões do bem-estar humano		Serviços culturais dos ecossistemas naturais, agrícolas e pecuários tradicionais que possibilitam o bem-estar humano							
		Uso e manejo de espécies vegetais nativas	Uso e manejo de espécies faunísticas (caça e pesca)	Tecnologias de domínio próprio*	Ritos, mitos, formas de expressão da literatura oral	Valores simbólicos	Identidade territorial		
Recursos básicos para vida digna	Provimento adequado de alimentos, remédios e outros bens necessários, como: vestuário, utensílios e moradia.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Possibilidade de ter acesso a recursos necessários para a reprodução e desenvolvimento social estável.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
Saúde	Nutrição adequada.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Prevenção a doenças (bem-estar físico e emocional).	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Acesso à água e ar limpos.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
Boas relações sociais	Oportunidade de expressão cultural e espiritual.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Organização social igualitária e de auxílio mútuo.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Oportunidade de expressão de valores estéticos e artísticos.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Oportunidade de salvar a cultura e o saber tradicionais.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
Segurança	Possibilidade de viver em um ambiente seguro e livre de conflitos (incluindo segurança pessoal, alimentar e acesso a outros recursos básicos).	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Redução da vulnerabilidade aos choques e estresses ecológicos e calamidades.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
Liberdade de escolha e ação	Oportunidades para poder conquistar o que um indivíduo valoriza fazer e ser.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
	Autonomia: possibilidade de autogestão individual e coletiva, livre de qualquer dependência ou subordinação entre pessoas ou diferentes grupos.	↓	↓	↓	↘	↘	↘		
Contribuição do serviço ecossistêmico cultural de folclore caipira ao bem-estar das comunidades tradicionais		Baixo		Moderado		Alto		Muito Alto	
		Tendência futura quanto à disponibilidade do serviço ecossistêmico de folclore caipira na RBCV		Diminui		Aumenta		Aumenta rapidamente	
				Contínua		Diminui rapidamente			
				Desconhecido					

Nota: * técnicas de confecção de utensílios, equipamentos e mobílias, técnicas construtivas, técnicas de agricultura e pecuária, técnicas de processamento e conservação de alimentos e remédios.

- j) acesso à educação formal de boa qualidade, adequada à realidade rural tradicional;
- k) acesso à saúde pública de boa qualidade, adequada à realidade rural tradicional.

CONCLUSÕES

Na presente avaliação procurou-se demonstrar que o folclore descreve as especificidades da relação sociedade-natureza em uma dada cultura. Nessa perspectiva, é possível observar a indivisibilidade entre o que se entende por benefícios não materiais e materiais dos ecossistemas para as comunidades cuja cultura se vincula ao modo de vida tradicional.

O desenvolvimento econômico do estado de São Paulo, nos moldes em que se estabeleceu, reduziu drasticamente os ecossistemas naturais e as comunidades tradicionais caipiras que junto a eles desenvolveram-se e estabeleceram-se ao longo dos séculos.

À medida que a sociedade se urbanizava e se industrializava menos importância se dava à manutenção da biodiversidade, incluindo as variedades agrícolas rústicas desenvolvidas pelo sitiante caipira, adaptadas às condições locais. Com a mudança de valores, também se restringiu a compreensão geral da sociedade sobre o significado dos ecossistemas naturais

para a vida e a integridade das comunidades, sua reprodução material e cultural.

Somente com a degradação ambiental impactando a qualidade de vida e a economia da sociedade moderna é que se voltou à atenção para a conservação dos ecossistemas, contudo as comunidades tradicionais caipiras, na prática, são insistentemente tratadas de maneira indistinta da população urbana, desconsiderando-se, nas políticas públicas, suas práticas tradicionais, suas especificidades, necessidades e saberes inclusive sobre o uso e manejo da biodiversidade.

Este cenário coloca em risco a manutenção dos serviços culturais folclorísticos dos ecossistemas no âmbito da RBCV, podendo restar, quando muito, manifestações materiais do folclore caipira, esvaziadas de valores e referências simbólicas, portanto sem expressão alguma do modo de vida tradicional.

O monitoramento dos serviços culturais folclorísticos e do impacto das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar das comunidades caipiras é um instrumento importante para orientar as políticas públicas e está associado a um processo complexo que envolve preliminarmente estudos específicos sobre cada território e a construção e mensuração de indicadores. Tal medida torna-se imperativa tendo em vista a tendência crescente de perda do saber-fazer tradicional e o conseqüente prejuízo que tal fato representa à qualidade de vida dessas comunidades e ainda à conservação da biodiversidade.



REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, C. R. (1983a). **Os caipiras de São Paulo**. São Paulo: Brasiliense, 92 p.
- _____. (1983b). **Casa de escola**: cultura camponesa e educação rural. São Paulo: Papirus, 1983b. 248 p.
- BRASIL. Lei federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Política nacional do meio ambiente. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 02 set. 1981. Seção 1, p. 5-6.
- _____. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 fev. 1993. Seção 1, p. 5-6.
- _____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000a. Seção 1, p. 1-6.
- _____. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1, p. 1-4.
- _____. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 fev. 2007. Seção 1, p. 316-317.
- CANDIDO, A. (2003). **Os Parceiros do Rio Bonito: estudo sobre o caipira paulista e a transformação dos seus meios de vida**. São Paulo: Duas Cidades, 34 p.
- FERNANDES, L. L. (1972). **Bairros rurais do município de Limeira**: estudo geográfico. 1972. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.
- FERNANDES, F. (1978). **O folclore em questão**. São Paulo: Hucitec, 227 p.
- FUKUI, L. F. G. (1968). O sitiante brasileiro e as transformações de sua situação socioeconômica (“O sertão de Itapeverica”: exemplo das relações entre uma sociedade rural de economia familiar e uma sociedade urbana de economia comercial). **Cadernos do Centro de Estudos Rurais e Urbanos (FFLCH/USP)**, n. 1, p. 111-154.
- HAESBAERT, R. (2005). Da desterritorialização à multiterritorialidade. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10, 2005. São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/petgea/Artigo/rh.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2010.
- HERCULIANI, S. (2009). **A população tradicional caipira e sua reprodução sociocultural frente às políticas públicas de conservação e os processos de educação** - Parque Estadual do Juru-pará, Ibiúna – SP. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- LIMA, R. T. (1967). Manifestações folclóricas em São Paulo. In: BRUNO, E. S. (org.). **São Paulo**: Terra e povo. Porto Alegre: Globo, p. 167-189.
- MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). **Ecosystems and human well-being**: our human planet – Summary for Decision-Makers. Washington: Island Press, 109 p.
- MELLO, A. R. T. (2001). **A cestaria como traçado de memórias**: a estética da produção cesteira na região do Juquiá. 177 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2001.
- MONBEIG, P. (2004). O crescimento da cidade de São Paulo. In: SZMRECSÁNYI, T. (org.). **História econômica da cidade de São Paulo**. São Paulo: Globo, p. 14-115.
- MÜLLER, A. R. (1956). **Ritos cablocos no estado de São Paulo, Brasil**: sua natureza e sua função social. São Paulo: Escola de Sociologia e Política de São Paulo, 40 p.
- FAO – ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN; PNUMA – PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. **El turismo en los parques nacionales y otras áreas protegidas de América Latina**. Santiago, Chile: FAO/PNUMA, 1993. 119 p. (Documento Técnico, 11).
- PETRONE, P. (1995). **Aldeamentos paulistas**. São Paulo: Edusp, 396 p.
- PIRES, C. (1921). **Conversas ao pé do fogo**: estu-dinhos, costumes, contos, anedotas, cenas da escravidão. São Paulo: Typografia Piratininga, 252 p.
- QUEIROZ, M. I. P. (1968). O sitiante brasileiro e as transformações socioeconômicas (a posição social do sitiante na sociedade global brasileira). **Cadernos do Centro de Estudos Rurais e Urbanos (FFLCH/USP)**, n. 1, p. 111-154.



QUEIROZ, M. I. P. (1973a). **O Campesinato Brasileiro**: ensaios sobre civilização e grupos rústicos no Brasil. São Paulo: Vozes /EDUSP, 242 p. (Estudos Brasileiros).

_____. (1973b). **Bairros rurais paulistas**: dinâmica das relações bairro rural - cidade. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 157 p.

RIBEIRO, D. (1995). **O povo brasileiro**: a formação e o sentido do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 480 p.

SANTIAGO, C. M. (2010). **Os lavradores da Floresta**: um estudo sobre as contradições das políticas públicas de conservação na proteção do modo de vida tradicional, 269 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010.

SANTIAGO, C. de M. (2013). Território caipira, território de conservação. **Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. XVII, nº 449, 2013.

SANTIAGO, C. M. (2018). Territorialidade de Sítios Tradicionais no Estado de São Paulo. **Mercator**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, v. 17, ago 2018.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (São Paulo). Resolução SMA nº 027, de 30 de março de 2010. Dispõe sobre procedimentos simplificados de autorização para supressão de vegetações nativas, a que se referem os artigos 33 e 34 do Decreto Federal 6.660, de 21-11-2008, para pequenos produtores rurais e populações tradicionais visando à agricultura sustentável nas áreas de regeneração inicial da Mata Atlântica e dá outras providências. Diário Oficial, Poder Executivo, Seção 1, São Paulo, SP, 31 de mar. 2010.

_____. (2009a). **Caracterização do Parque Estadual do Jurupará**. São Paulo. Relatório do Plano de Manejo. 418 p.

UICN - UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALAZA; PNUMA - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE; WWF - WORLD WILDLIFE FUND. (1980). **Estrategia mundial para la conservación**: la conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido. Suiza: UICN/PNUMA/WWF, 150 p.

UICN - UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALAZA. PNUMA - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. (1991). **Cuidando do Planeta Terra**: uma estratégia para o futuro da vida. São Paulo: CL-A Cultural, 246 p.

GLOSSÁRIO

A

Aborígine | habitantes originais, indígenas.

B

Bandeiras e entradas | expedições que à época do Brasil Colônia adentravam o país com finalidades diversas como a busca por metais e pedras

preciosas, o apresamento de indígenas e a captura de escravos africanos fugitivos.

P

Pousio | Sistema de agricultura baseado em períodos de descanso da terra, interrompendo-se temporariamente o cultivo para possibilitar a recuperação das propriedades físicas e químicas do solo.

PARTE 3

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS CULTURAIS



3.2 LAZER E TURISMO: UMA REFLEXÃO SOBRE O ECOTURISMO, TURISMO RURAL E TURISMO DE AVENTURA

Coordenadores

Rodrigo Machado | SIMA

Vanessa Cordeiro de Souza | Pesquisadora independente

Autores

Rodrigo Machado | SIMA

Vanessa Cordeiro de Souza | Pesquisadora independente

Bely Clemente Camacho Pires | RdA – Pesquisadora independente

Elaine Aparecida Rodrigues | IF/SIMA – IPEN/USP

Autores contribuintes

Katia Mazzei | IBt/SIMA

Sidnei Raimundo | EACH/USP

Silvia Maria Bellato Nogueira | IF/SIMA

Foto da abertura do capítulo:
Estudantes em visita ao
Núcleo Cabuçu, à sua zona de
amortecimento e comunidade
residente (Parque Estadual da
Cantareira, São Paulo).
Fonte: Rodrigo Machado
(2005).



SUMÁRIO



Resumo.....	451
1 Introdução	452
2 Lazer e turismo sustentável: serviços culturais viabilizados pelos ecossistemas do território da RBCV.....	453
2.1 Lazer.....	453
2.2 Turismo	455
2.3 Turismo sustentável, ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura como expressões do serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo.	460
2.4 Diagnóstico e potencialidades locais dos serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo na RBCV	472
3 Contribuições do serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo para o bem-estar humano	489
Conclusões.....	495
Referências.....	498
Glossário	503

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** O turismo e suas distintas dimensões.
- Figura 2** Modelo conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio adaptado ao contexto do Lazer e Turismo.
- Figura 3** Desembarques internacionais e domésticos e gastos de turistas no Brasil, entre 2016 e 2018.
- Figura 4** Esportes de aventura no Monumento Natural da Pedra Grande, em Atibaia.
- Figura 5** Feira de Artes e Artesanatos em Embu das Artes.
- Figura 6** Aldeia de Carapicuíba, Carapicuíba.
- Figura 7** Observação de aves, Ibiúna.
- Figura 8** Perfil dos visitantes das UC do estado de São Paulo.
- Figura 9** Turismo de aventura e turismo rural na RBCV.
- Figura 10** Vinícolas tradicionais na Estrada do Vinho, em São Roque.
- Figura 11** Esporte de aventura no rio Juquiá, em Juquitiba.
- Figura 12** Praia do Perequê, Guarujá.
- Figura 13** Número de UC (federal, estadual e municipal) nos municípios da RBCV, em 2019.
- Figura 14** Categorização dos municípios da RBCV inseridos no Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019.
- Figura 15** Represa de Redenção da Serra - Circuito Cultura Caipira e Rota da Liberdade.
- Figura 16** Regiões turísticas dos municípios no Mapa Brasileiro de Turismo 2017-2019, Municípios de Interesse Turístico e Estâncias Turísticas no território da RBCV.
- Figura 17** Trilha Monumentos Históricos Caminhos do Mar.
- Figura 18** Paredão de Lorena.
- Figura 19** Trilha em campo de altitude no Núcleo Curucutu do PESM
- Figura 20** Áreas de expansão da mancha urbana nas periferias da RMSP.
- Figura 21** Parque Estadual Águas da Billings, São Bernardo do Campo.
- Figura 22** Áreas com perda de vegetação na RMSP.
- Figura 23** Bairro Cabuçu, Guarulhos.
- Figura 24** Nascentes do Tietê, Salesópolis.
- Figura 25** Canoagem ecológica, São Vicente.
- Figura 26** Trilha do Bugio, Centro de Aventura Rio Abaixo, Juquitiba.
- Figura 27** Rota das Ostras, Bertiooga.

QUADROS

- Quadro 1** Indicadores sobre o ecoturismo em UC.
- Quadro 2** Serviços culturais de lazer e turismo na trilha Monumentos Históricos Caminhos do Mar.
- Quadro 3** Serviços culturais no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar: o Lazer e o Turismo.
- Quadro 4** Ecossistemas, vetores de alteração e impactos como recursos pedagógicos do turismo base local: a experiência com serviços ecosistêmicos de turismo no Cabuçu, Guarulhos.



Quadro 5 Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV que impactam o turismo sustentável.

Quadro 6 Avaliação do impacto positivo dos serviços culturais de lazer e turismo sobre o bem-estar do turista/visitante e tendências quanto à disponibilidade desses serviços.

TABELAS

Tabela 1 Atividades vinculadas ao turismo.

Tabela 2 Hábitos de consumo do turismo brasileiro.

Tabela 3 Atividades vinculadas ao ecoturismo (serviços ecossistêmicos culturais de turismo).

Tabela 4 Preferências nos hábitos de consumo do turismo brasileiro.

Tabela 5 Atividades do turismo de aventura.

Tabela 6 Legislação relacionada com o desenvolvimento de atividades turísticas.

Tabela 7 Trilhas selecionadas em UC estaduais na área da RBCV e municípios abrangidos.

Tabela 8 Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019 no território da RBCV e municípios abrangidos.

Tabela 9 Iniciativas estaduais de promoção do turismo no território da RBCV e municípios abrangidos.

Tabela 10 Municípios designados como Estância Turística e como Município de Interesse Turístico.

SIGLAS

ALESP Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

AM Avaliação Ecológica do Milênio | *Millennium Ecosystem Assessment*

APA Área de Proteção Ambiental (Categoria de unidade de conservação)

CEA Coordenadoria de Educação Ambiental

CNUC Cadastro Nacional de Unidades de Conservação

EACH/USP Escola de Artes, Ciências e Humanidade/Universidade de São Paulo

EMBRATUR Instituto Brasileiro de Turismo

IBt Instituto de Botânica

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IF Instituto Florestal

IPEN Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

MTur Ministério do Turismo

OMT Organização Mundial do Turismo

PJ-MAIS Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social

PNM Parque Natural Municipal

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

RMSP Região Metropolitana de São Paulo

SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SIMA Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC Unidade de Conservação

UNESCO Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e a Cultura

USP Universidade de São Paulo





RESUMO

As áreas naturais da RBCV são importantes fontes de serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo. Neste capítulo, a importância econômica do turismo é reconhecida, sem deixar de lhe atribuir outros sentidos, possibilitando sua compreensão sob diferentes abordagens, por vezes contraditórias. No aspecto social, o turismo compreende o lazer orientado à reprodução das relações sociais de produção, mas criador de momentos de educação e reflexão crítica. Na abordagem econômica, se destacam as atividades resultantes do deslocamento de pessoas em busca de lazer, dando origem a serviços de hospedagem, alimentação, transporte, organização de viagens e recreação. Com a abordagem ecossistêmica é possível refletir sobre o turismo como um serviço cultural provido por áreas conservadas onde se desenvolvem atividades de turismo sustentável, como o ecoturismo, o turismo rural e o turismo de aventura. Nesta perspectiva, as áreas naturais da RBCV denotam sua importância ao concentrar significativo número de unidades de conservação do estado de São Paulo (100 UC), ao passo que seu território se sobrepõe ao da Região Metropolitana de São Paulo, que pode ser compreendida como importante polo emissor de turistas e excursionistas. No território da RBCV, existem atrativos naturais (provedores de serviços ecossistêmicos) nos 78 municípios, em grande parte graças às unidades de conservação (UC) e propriedades rurais distribuídas pelo Cinturão Verde. Destacam-se também programas governamentais de estímulo ao turismo sustentável, como o programa Trilhas de São Paulo, da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. No referido Programa, das 22 trilhas apresentadas, cinco estão no território da RBCV, como Monumentos Históricos Caminhos do Mar. No Mapa Turístico do Brasil 2017-2019, existem 15 Regiões Turísticas que abrangem roteiros sobre aspectos naturais, históricos e gastronômicos de 67 municípios da RBCV, além de outras cinco importantes iniciativas de roteiros turísticos para o Cinturão Verde, como o Circuito Taysa de Pilão e a Rota do Cambuci. É necessário conhecer o que já ocorre na RBCV, bem como apontar o potencial a ser adequadamente explorado, considerando vetores de alteração decorrentes principalmente do desmatamento e que afetam o bem-estar humano provido por estes serviços ecossistêmicos.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MILLENNIUM..., 2005), os serviços ecossistêmicos culturais são os benefícios não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas, por meio de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas. Nesse contexto encontram-se os serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo, principalmente aqueles disponibilizados pelos ecossistemas da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV), essenciais para o bem-estar humano numa região altamente pressionada pela atividade antrópica, como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Embora se trate de uma abordagem ecossistêmica, abarcam-se também as bases conceituais inerentes ao turismo enquanto fenômeno social e suas consequentes atividades econômicas. É importante salientar as diferenças de abordagens ao longo do capítulo, que ora se refere ao turismo como serviço ecossistêmico cultural, ora se refere ao fenômeno social que traz consigo atividades econômicas intrínsecas: serviços de hospedagem, transporte, alimentação, entretenimento. Propõe-se a representação gráfica da **Figura 1** com o objetivo de evidenciar as diferentes dimensões do turismo para este capítulo.

O capítulo se estrutura em quatro seções, iniciando por esta introdução à temática com breve discussão, também introdutória, sobre a especificidade dos serviços culturais de lazer

e turismo sustentável, que têm como possibilidades o ecoturismo, o turismo rural e o turismo de aventura. Nota-se certa predominância em relação ao ecoturismo. Isso se deve à hipótese de que as áreas protegidas do Cinturão Verde são atrativos turísticos de contemplação consolidados e com maior potencial de reconhecimento.

A segunda seção dedica-se a apresentar conceitualmente a temática deste capítulo. O objetivo é expor noções, definições, dados e informações secundárias produzidas por diferentes autores e órgãos oficiais, especialmente pelo Ministério do Turismo que entre os anos de 2003 e 2010 realizou esforços com vistas a produzir dados e informações que subsidiaram marcos regulatórios para o turismo nacional, bem como buscaram orientar a atividade turística, seus atores e políticas públicas. Esses conceitos vão além da abordagem ecossistêmica e possibilitam a melhor compreensão do turismo enquanto fenômeno social dependente do meio natural e, simultaneamente, vetor de alteração do mesmo, à medida em que uma série de atividades econômicas consequentemente se desenvolve e afeta os ecossistemas. Nesta seção também é apresentado um panorama do que já acontece e do potencial que pode ser melhor explorado no território da RBCV, além de uma reflexão sobre os vetores de alteração dos serviços ecossistêmicos aqui tratados.

Na sequência, a terceira seção é destinada a estabelecer algumas relações entre os serviços culturais abordados e o bem-estar humano. A quarta e última seção dedica-se às



Figura 1 |
O turismo e suas distintas dimensões.
Fonte: Elaboração própria.



considerações finais, à guisa de conclusão e apontamento de propostas baseadas na exposição deste capítulo.

2 | LAZER E TURISMO SUSTENTÁVEL: SERVIÇOS CULTURAIS VIABILIZADOS PELOS ECOSSISTEMAS DO TERRITÓRIO DA RBCV

Inicialmente é importante abordar o conceito e a natureza dos serviços ecossistêmicos culturais. Segundo a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM..., 2003), estes serviços são os benefícios não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas, por meio de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas. Embora a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM..., 2005) tenha subdividido os serviços ecossistêmicos em culturais de identidade, valores hereditários, espiritualidade, inspiração, apreciação estética, recreação e turismo, dificilmente seria possível separá-los no que se refere aos benefícios para o bem-estar humano, como no caso de uma visita a uma área natural onde, na busca por inspiração artística, pode-se estar sendo levado a refletir sobre espiritualidade, à contemplação paisagística e à diminuição da fadiga mental.

Assim como é difícil a análise isolada de cada subcategoria deste serviço ecossistêmico, sua análise desvinculada dos demais serviços ecossistêmicos também é limitadora, tendo em vista sua grande interdependência: ao mesmo tempo que uma paisagem natural depende de serviços de suporte e de regulação, a expressão dos serviços ecossistêmicos culturais influenciam o modo como os ecossistemas são vistos no que se refere aos seus demais serviços disponibilizados (MILLENNIUM... 2005). Para exemplificar, no caso de uma comunidade tradicional, uma floresta tanto pode ser fonte de alimentos como a morada de entidades espirituais, havendo, portanto, um profundo respeito por essa área e a necessidade de sua manutenção. Para uma população urbana, a mesma floresta tanto contribui com a amenização da temperatura como propicia lazer e recreação.

Outro tema importante correlato ao serviço ecossistêmico em análise são as abordagens sociais e econômicas, essenciais para assegurar parte dos componentes do bem-estar humano, como base material, boas relações sociais e liberdade de escolha. Nesse sentido, é necessário destacar as principais atividades econômicas associadas ao turismo: serviços de alimentação, hospedagem, transporte e entretenimento. Têm-se então três abordagens a serem verificadas neste capítulo: o lazer e turismo como fenômeno social, os serviços de lazer e turismo enquanto atividade econômica e os serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo. Uma quarta abordagem, decorrente da ótica econômica e ecossistêmica, refere-se à valoração destes serviços ecossistêmicos, por meio da corrente chamada economia ecológica, que é tratada no capítulo *Valoração econômica-ecológica de ecossistemas e seus serviços*.

As inter-relações entre os serviços ecossistêmicos de lazer e turismo, o bem-estar humano e os vetores de alteração sobre os ecossistemas (fatores que impactam os ecossistemas de forma negativa) podem ser visualizados na **Figura 2**, que adaptou o modelo conceitual da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM..., 2003) para o contexto deste capítulo.

Ao se abordar o lazer e turismo especificamente como serviços ecossistêmicos, é importante contextualizar o conceito geral de ambos, em uma sociedade pautada pela ideia da produtividade, o que tornará mais evidente a importância desses serviços para o bem-estar humano.

2.1 | Lazer

A compreensão do tempo na sociedade contemporânea expressa, de certa forma, o condicionamento da organização do trabalho alienado. Ao considerar os seres humanos como produtivos ou com sua força de trabalho empregada, a sociedade se encontra com o denominado tempo de trabalho. Fora deste tempo de trabalho há todo um espectro de divisões e categorizações do tempo denominado livre, também reconhecido como tempo de “não-trabalho”, entendido como Tempo desocupado, ocioso, para a satisfação das necessidades básicas vitais, entre outros. Neste tempo livre encontra-se o lazer.

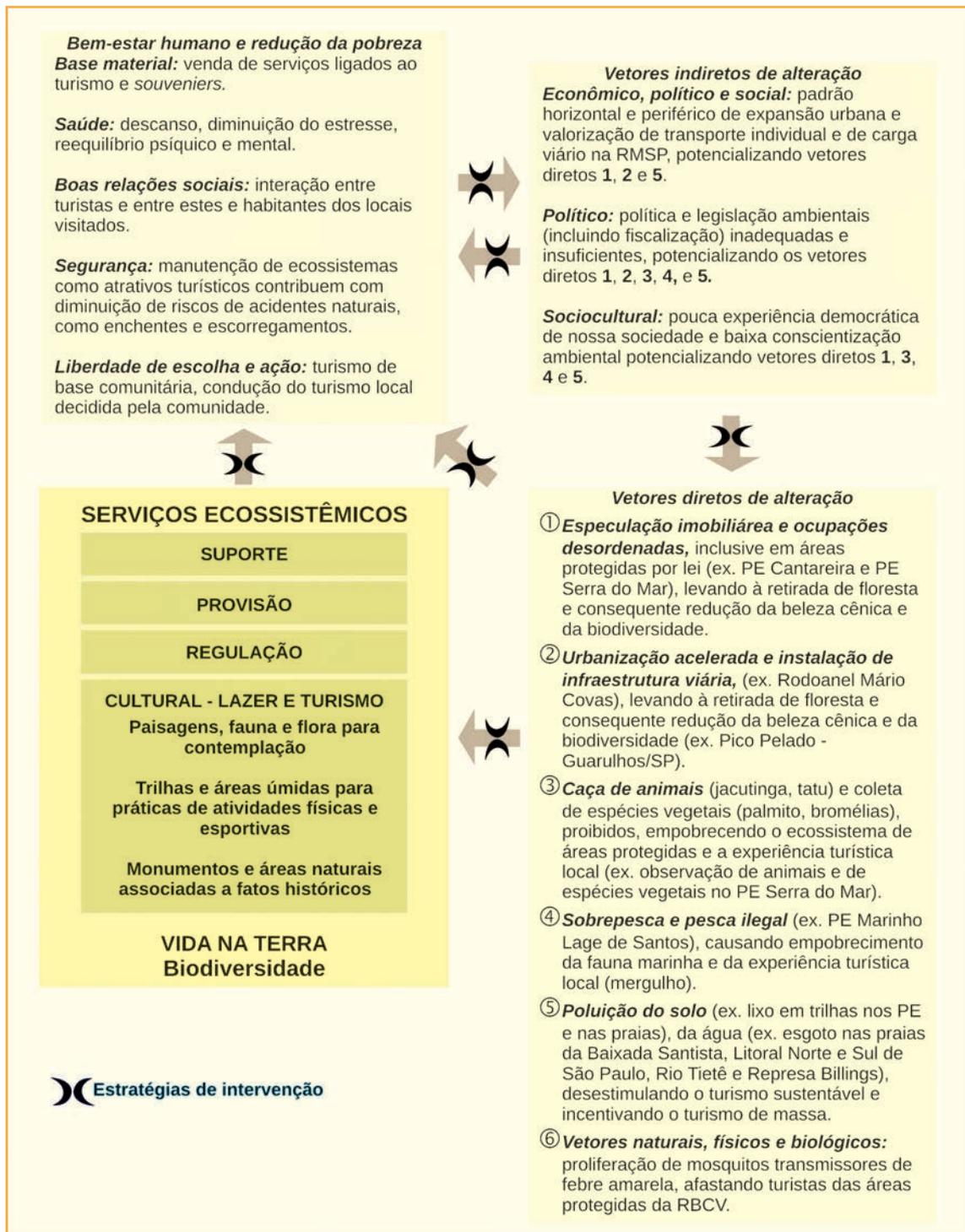


Figura 2 | Modelo conceitual da Avaliação Ecológica do Milênio, adaptado ao contexto do Lazer e Turismo. Fonte: Elaboração própria. Com base em Millennium... (2003).

De acordo com Almeida e Gutierrez (2004), no debate sobre lazer há uma abordagem que se apoia na dicotomia lazer-trabalho, afirmando o lazer inserido no tempo livre do trabalho e, portanto, marcado pelo caráter voluntário; sendo assim um contraponto ao trabalho urbano-industrial.

Contudo, partindo da mesma dicotomia há, segundo os autores, um entendimento crítico,

pautado tanto pela vinculação do tempo livre (e, portanto, o lazer) ao tempo industrial, como pela afirmação de características como o repouso, a recuperação do e para o trabalho e, assim, reprodução de condições essenciais à sociedade de consumo.

Neste contexto, a fragmentação do trabalho gera desconforto ao ser humano contemporâneo e o leva a um sentimento de privação, que conduz



à conseqüente necessidade de ruptura com o universo cotidiano, de busca de uma compensação e fuga por meio do divertimento e evasão para um mundo diverso daquele de todos os dias. Quando se tem uma vida de trabalho desprovida de sentido, esta remete o indivíduo à busca pelo sentido fora do trabalho (MEIRA; MEIRA, 2007: p. 13).

Na conferência de abertura do 23º Encontro Nacional de Recreação e Lazer, Bramante expõe preocupação com um conflito sobre o conceito de lazer. Se em 1997 o especialista compreendia o lazer como “uma dimensão privilegiada da expressão humana dentro de um tempo conquistado” (aquele livre do trabalho), quinze anos depois passou a interpretá-lo como “*uma dimensão conflitiva da existência humana, dentro de um tempo aparentemente livre e que pode ocorrer, praticamente, em qualquer espaço*” (BRAMANTE, 2012: p. 23).

Outra reconhecida referência no campo do lazer nos traz mais uma evidência do entendimento já exposto acima. Para Camargo (2012), a economia monetizada divide-se, na atualidade, em duas vertentes. A primeira é centrada nos dias úteis, reservada à produção. A segunda é focada em fins de semana, férias e feriados, reservada ao lazer e ao consumo do lazer.

2.2 | Turismo

A marca reprodutora das relações sociais de produção atribuída à ideia de lazer exposta anteriormente é aqui reconhecida como importante consideração para se problematizar os sentidos existentes e aqueles que podem assumir a atividade turística: simplesmente uma forma de lazer orientada e pensada para reproduzir o *status quo* ou uma prática social contemporânea e reprodutora, por certo, mas criadora de espaços/tempos voltados à promoção de reflexões críticas em relação aos condicionamentos desta mesma sociedade política, histórica, cultural e economicamente organizada, com seus conflitos, interesses, representações de meio ambiente. Em síntese, situações, espaços e intervenções educadoras que tomam o lazer e o turismo como meios, não como fins.

Neste mesmo contexto de problematizar o turismo, tanto em suas origens modernas como em seu sentido educador e perspectiva crítica, pode-se compreender o ecoturismo, o turismo rural e o turismo de aventura como

manifestações possíveis de lazer e de turismo sustentável. São carregadas de potencialidade educadora, uma vez que, mesmo construídas a partir de intenções essencialmente mercadológicas, guardam em sua gênese preocupações com os territórios dos quais precisam para existir (os recursos naturais, o campo ou o meio rural; em última análise, a fonte dos serviços ecossistêmicos culturais de turismo).

Os estudos sobre turismo são relativamente recentes, sendo desenvolvidos com maior frequência a partir da segunda metade do século XX, embora algumas definições datem da década de 1920.

Há autores que o entendem como um campo em construção, por conta de haver, nos esforços de se construir um conceito de turismo, um discurso dominante que possui uma pretensão científica na qual “*o léxico econômico-administrativo ecoa forte: mercado, demanda, oferta, produto, empresa e indústria vêm sempre acompanhados do adjetivo ‘turístico’*” (MEIRA; MEIRA, 2007: p. 02). Por outro lado, há uma vertente distinta, dedicada a conceber o turismo a partir das críticas àquele discurso hegemônico e cujos “*enunciadores são aqueles grupos de interesse que falam em sustentabilidade e, hoje em dia, patrocinam o ecoturismo*” (Id. Ibid.).

Do início dos anos 2000 até mais recentemente, pesquisadores no campo do turismo (NETTO, 2005; NECHAR, 2011; NETTO; NECHAR, 2014) têm direcionado seus esforços de reflexão, diálogo e debate para questões em perspectiva crítica e reflexiva, a partir de investigações sobre a epistemologia do turismo.

As tendências epistemológicas analítica e histórica do século XX não são convergentes nem unificaram seus critérios para designar o produto final como ciência, já que se trata de vários campos do saber com critérios, objetivos, pressupostos, problemas e metodologias divergentes. O mesmo se observa em relação ao turismo, cujas escolas de pensamento, ao imitar a tradição positivista da epistemologia analítica e o funcionalismo alienante, demarcam a impossibilidade de fazer do turismo uma disciplina científica pela falta de rigorosidade, medida e exatidão em seus critérios. A perspectiva crítica desponta nesse contexto como paradigma e eixo transformacional contra o objetivismo observado no turismo. Com a crítica-reflexiva parece ser possível

superar o funcionalismo com que alguns pesquisadores desejam submeter a prática e o conhecimento do turismo (NETTO; NECHAR, 2014).

A partir dessa discussão, destaca-se a demarcação, primeiro, de que há uma corrente hegemônica na reflexão e produção de conhecimento sobre o turismo. Essa corrente o entende, basicamente, como mera atividade econômica mensurada em dados frios que representam uma função: legitimar o turismo como indústria, como gerador de divisas, como mercadoria a ser consumida. Esse entendimento reproduz a ideia de crescimento econômico desconectado de outras dimensões, como a socioambiental, cultural e ecológica.

A segunda demarcação, além de articular as demais dimensões mencionadas à análise econômica do turismo, caracteriza-se pela necessidade de refletir e debater o seu sentido: para que serve o turismo? Para ser mais uma manifestação de um modelo de desenvolvimento insustentável, pelo consumo mercantil de territórios, bens ambientais e serviços ecossistêmicos (vertente positivista, economicista, funcionalista)? Ou será que é possível e necessário problematizar esse entendimento quase natural, aceito acriticamente e apontar outros sentidos, como por exemplo, o turismo como meio para conscientizar criticamente, educar, desenvolver territórios e comunidades sem torná-los mercadorias a serem vendidas, nesse caso, subsidiados pela vertente em perspectiva crítica?

A perspectiva crítica é referenciada como método, não como noção mais afeta ao senso comum. Isso significa que, como método, caracteriza-se por análise, reflexão, discernimento e busca por novos sentidos. Já a noção de crítica mais presente no senso comum restringe-se à mera polêmica, a julgamentos preconcebidos sem fundamentos consistentes, desqualificando o debate.

A reflexão mais recente e substancialmente relevante que foi destacada representa um ganho de consistência e maturidade do turismo enquanto campo do conhecimento, dados os pesquisadores envolvidos e os veículos e ocasiões nos quais se dissemina o eixo, paradigma ou mesmo argumento emergente. Contudo, ainda há uma dimensão econômica – objetiva e funcionalista – muito presente na compreensão do turismo. Para tanto, busca-se considerar o

debate que vem se configurando no campo para subsidiar a construção de outros sentidos ao turismo como fenômeno social, articulando-o a um dado da realidade, que é a ainda hegemônica dimensão econômica. Assim, na sequência, será enfocada uma leitura de tal fenômeno em seu viés econômico, para demonstrar que a RBCV e seus serviços ecossistêmicos guardam importância nesta dimensão, sem afastar-se da reflexão e debate sobre o sentido mais amplo do turismo no Cinturão Verde, que não se restringiria, portanto, à reprodução do *status quo* socioeconômico, gerador de vetores de alteração sobre os serviços ecossistêmicos.

Como atividade econômica, o turismo é definido a partir da demanda como resultado do interesse dos visitantes. Dessa forma, diferenças de perfil e de motivação dos turistas e diferenças de condições naturais e econômicas dos lugares visitados, implicam necessariamente em diferentes produtos consumidos (IBGE, 2012).

Tais diferenças de motivação e de perfil, bem como especificidades da chamada oferta turística, definem o segmento turístico. Condiționam, também, grande parte das notícias, investigações e estudos sobre a atividade. Na década de 1990, Oscar de La Torre (pesquisador mexicano sobre o turismo como fenômeno social), propôs o seguinte conceito:

Turismo é um fenômeno social que consiste no deslocamento voluntário e temporário de indivíduos ou grupos de pessoas que, fundamentalmente por motivos de recreação, descanso, cultura ou saúde, saem do seu local de residência habitual para outro, no qual não exercem nenhuma atividade lucrativa nem remunerada, gerando múltiplas inter-relações de importância social, econômica e cultural (apud BARRETTO, 1995: p.12).

A Organização Mundial do Turismo (OMT, 2001) tem uma definição que propaga para o mundo todo, e inclui influências do mercado e da academia. Para a OMT, o turismo compreende as atividades realizadas pelas pessoas durante suas viagens e estadias a lugares distintos ao seu entorno habitual, por um período de tempo consecutivo inferior a um ano, com fins de desfrutar o tempo livre, por negócios e outros motivos



que não estejam relacionados a uma atividade remunerada no lugar visitado. Sampaio (2007) ressalta a necessidade de reflexão desta definição, com destaque à desconsideração das comunidades receptoras, “*dos esforços da OMT nas ações que possibilitam a melhoria da qualidade de vida das populações autóctones*” (SAMPALIO, 2007: p. 150).

A pretensão deste capítulo não inclui entrar no mérito do debate sobre o que se entende por turismo, mas sim tomar uma definição razoavelmente aceita para, então, compor um diagnóstico sobre a atividade, com dados e informações nacionais, regionais e locais, tendo por base o território da RBCV e a importância dos serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo neste contexto. É importante observar que, tomar tal definição não implica, necessária e intencionalmente, encerrar o debate e legitimá-la, mas sim reconhecer seu peso político e importância econômica nos campos acadêmico, prático e discursivo do turismo na atualidade.

Em termos econômicos, segundo o documento Estatísticas Básicas do Turismo (MTUR, 2013), a receita cambial gerada pelo turismo, no Brasil, em 2012, foi de R\$ 6,6 bilhões.

Apenas no período da Copa do Mundo de 2014, de acordo com o relatório da *Sala de Monitoramento do Atendimento ao Turista* (SÃO PAULO, 2014), o gasto e permanência médios dos turistas na capital durante o campeonato foi de, respectivamente, R\$ 2.217,00 em 4,4 noites para 320.281 brasileiros e R\$ 4.818,00 em 8,8 noites para 221.498 turistas estrangeiros. No mesmo período, os meios de hospedagem tiveram taxa

média de ocupação de 65% e as atrações receberam 20% mais visitantes.

No Boletim de Desempenho Econômico do Turismo (MTUR; FGV, 2014), constata-se que as empresas do setor de turismo pesquisadas registraram variação média de 7,1% no que tange ao faturamento apurado no primeiro trimestre de 2014 em comparação ao respectivo trimestre de 2013 (o faturamento no 1º trimestre de 2014 foi de R\$ 8,5 bilhões, sendo gerados 75.496 postos de trabalho).

Há ainda, a verificação de “*expansão em 33% do mercado de turismo consultado, inalterabilidade em 47% e retração em 20% (saldo de 13%)*” (MTUR; FGV, 2014: p.16). O segmento que apresenta saldo mais elevado de resposta é, justamente, o de turismo receptivo (34%), dado este importante para a análise do potencial da RBCV enquanto receptora de turistas em busca dos serviços ecossistêmicos culturais de recreação e turismo ali disponíveis. Em relação ao ecoturismo e turismo de aventura, o Ministério de Turismo informou que a movimentação total no país em 2009 foi de R\$ 515,9 milhões, 21% mais alta que em 2008 e que o segmento atende 5,4 milhões de turistas anualmente (MTUR; FIPE, 2011).

Em 2017, o faturamento informado no 3º trimestre foi de R\$ 9,2 bilhões, com geração de 79.319 postos de trabalho (MTUR; FGV, 2017). Para a economia do turismo, as atividades diretamente relacionadas são variadas e articulam uma diversidade de possibilidades econômicas de geração de trabalho e de renda (IBGE, 2012), conforme apontado na **Tabela 1**.

Atividade econômica	Descrição/exemplos
Serviços de alojamento	Estabelecimentos hoteleiros; outros tipos de alojamento.
Serviços de alimentação	Restaurantes e estabelecimentos de bebidas, com serviço completo; lanchonete e similares; outros tipos de serviços de alimentação.
Transporte rodoviário	Transporte rodoviário de passageiros, regular, não urbano.
Transporte aquaviário	Transporte aquaviário de cabotagem; transporte marítimo de longo curso; transporte por navegação interior de passageiros. Esta classe compreende: o transporte não urbano de passageiros, regular e não regular, por rios, canais, lagos, lagoas e outras vias de navegação interior, em percursos nacional ou internacional.
Atividades de agências e organizadores de viagem	Organização e viabilização de pacotes turísticos, que articulam diferentes serviços, tais como transporte, hospedagem, alimentação, entretenimento etc.
Atividades recreativas, culturais e desportivas	Projeção de filmes e vídeos; atividades de teatro, música e outras atividades artísticas e literárias; gestão de salas de espetáculos; outras atividades de espetáculos (como dança, bailes e danceterias); atividades de biblioteca e arquivos; atividades de museus e conservação do patrimônio histórico; atividades de jardins botânicos, zoológicos, parques nacionais e reservas ecológicas; atividades desportivas; outras atividades como parques de diversão, marinas, equitação, aluguel de barcos e bicicletas.

Tabela 1
Atividades vinculadas ao turismo.
Fonte: Elaboração própria. Com base no IBGE (2012).

Ao se considerar uma abordagem econômica do turismo, nota-se que este tem forte dependência de outros serviços ecossistêmicos, como provisão de alimentos, por exemplo e provisão e regulação de recursos hídricos.

A **Tabela 2** expõe dados sobre os hábitos de consumo do turismo brasileiro, a partir de levantamento realizado pelo Ministério do Turismo. É possível acessar informações importantes para compor um panorama de orientação sobre os comportamentos mais comuns em viajantes brasileiros pelo Brasil, no chamado turismo interno ou doméstico e, desta forma, ilustrar a dimensão do conceito de turismo sob a abordagem social.

Na pesquisa acessada há inúmeras outras variáveis. Foram selecionadas as expostas na **Tabela 2** para inferir que existe, neste contexto de turismo, uma demanda composta razoavelmente por pessoas que viajam de carro ou ônibus com a família nos finais de semana

e feriados (deslocamentos, portanto, pelas regiões mais próximas), em busca de belezas naturais, praias e para conhecer cultura local em seus passeios, ir a bares e restaurantes, praticar atividades esportivas, dentre outros; hospedam-se em variados tipos de alojamento e predominantemente pagam à vista. Estas pessoas afirmaram voltar e recomendar o lugar visitado a outros – dado este bastante importante, tendo em vista que para 45% dos respondentes a fonte de informação sobre o destino corresponde às pessoas próximas.

É interessante ressaltar o resultado obtido para a questão sobre o principal motivo da escolha do destino, do qual se extrai alguns indicadores da importância dos serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo para a amostra pesquisada de turistas brasileiros: as belezas naturais, praias, fauna e flora perfazem 56,1% das respostas, ou seja, dentro das aspirações do turista brasileiro, a necessidade de

Variável	Dado/informação
Com quem viaja habitualmente	27,9% (no estado de São Paulo) viaja com cônjuge e filhos.
Fonte de informação sobre viagens no Brasil	41,5% com parentes e amigos; 39,1% pela internet.
Quando costuma viajar	No estado de São Paulo, 40,0% nos finais de semana prolongados e 25% nos finais de semana convencionais.
Pagamento das viagens	63,2% pagam à vista
Viajam por conta própria ou com pacote turístico	Em São Paulo (capital), 77,6% viajam por conta própria.
Hospedagem	Hotel (45,1%); pousada (22,2%); casa de amigos/familiares (22,7%), casa alugada/lugar alugado (6,9%); chalé (0,9%); outros (2,2%).
Transporte que utiliza normalmente	Automóvel/carro (41,8%); ônibus/vans (23,8%).
Principal motivo da escolha do destino turístico	Beleza natural/natureza (33,9%); praia (21,2%); cultura local/população (13,2%); perfil do local (12,5%); festa popular (6,3%); rever familiares/amigos (3,9%); gastronomia (2,7%); história/arte/museus (1,9%); observação da fauna/flora (1,0%); lazer em geral (0,3%); outras respostas (3,3%).
O que faltou na viagem	Infraestrutura para atender o turismo (5,9%); segurança (3,7); opções de lazer (3,1%); bons restaurantes (2,9%); informações turísticas (2,8%); transporte público (1,8%); bons hotéis (1,5%); bancos/caixas eletrônicos (0,7%); assistência médica para o turista (0,3%); outras respostas (1,9%); nada (74%).
Intenção de voltar	92,6 % certamente voltariam.
Recomendação do lugar	95,5% recomendariam o lugar visitado.
Atividades realizadas durante a viagem	Passeios para conhecer pontos turísticos (29,9%); ir para bares/restaurantes/discotecas/boates (35,2%); conhecer pratos/comidas típicas (7,6%); atividades culturais (6,7%); praticar atividades esportivas (9,2%); fazer visitas a parques temáticos (3,1%); frequentar praias/tomar sol (5,6%); assistir a eventos esportivos (1,4%); outras respostas (1,4%).

Tabela 2 |
Hábitos de consumo do turismo brasileiro.
Fonte: Adaptado de MTUR (2009); MTUR; VOX POPULI (2009).



interagir com elementos da natureza, obtendo seus benefícios (serviços ecossistêmicos) alcança um significativo percentual.

Em estudo sobre os fatores que influenciam a demanda por experiências no campo do ecoturismo e do turismo de aventura – duas das manifestações de turismo sustentável tratadas neste capítulo – identificou-se que “a busca por lazer e entretenimento, o interesse em práticas esportivas e o contato com o meio ambiente demonstraram ser os principais objetivos dos turistas entrevistados” (GOUVEIA *et al.*, 2014: p. 570).

Para os mesmos autores, muitos consumidores do serviço de ecoturismo e de viagens de turismo de aventura, organizam suas viagens de forma independente, sem a participação de agências de viagem. Essa tendência é observada principalmente entre consumidores mais jovens, por relacionar-se à maior flexibilidade e liberdade. Já os consumidores com mais de 20 anos estão mais dispostos a utilizar os serviços de uma agência de viagens, se a mesma atender às duas especificações, oferecendo segurança e conforto.

Em outro estudo a respeito da demanda do turismo internacional no Brasil realizado em 2010 (MTUR; FIPE, 2011), também se observam dados relevantes, tais como: 46% deslocaram-se motivados para buscar momentos de lazer (no qual podem ser incluídas atividades ligadas ao turismo sustentável); destes, 84,3% são visitantes de países vizinhos que se deslocaram por meios terrestres (ônibus ou automóveis). Com atividades de lazer estes turistas despendiam, à época, cerca de US\$ 70,00 por dia.

Dentre as motivações, destacam-se a procura por “sol e praia” (60,2%) e por “natureza, ecoturismo e aventura” (significativos 26,9%). A busca por “cultura” – outro importante ponto de diálogo com o turismo sustentável, como se verá mais adiante – alcançou 8,5%; embora este mesmo estudo de demanda apresenta a ressalva de que a motivação “cultura” ao longo dos anos vem sendo substituída pela motivação “natureza” (MTUR; FIPE, 2011).

Cerca de 54% dos visitantes internacionais hospedaram-se de maneira convencional, ou seja, em hotéis, flats, pousadas ou resorts. Isso aponta algumas possibilidades para a RBCV, como oferecer excursões de um dia e aproveitar a proximidade com a capital paulista, onde há hotéis e flats, uma vez que a permanência média, segundo o estudo, é de 10 dias; ou compor arranjos produtivos locais considerando a viabilidade de haver pousadas em espaços mais próximos dos pontos de interesse para o turismo sustentável. Outro dado importante é que 27% dos visitantes internacionais hospedam-se em casas de amigos ou parentes, sugerindo um público *agregado* (amigos e parentes) a ser considerado em ações promocionais de circuitos ou roteiros turísticos da RBCV; observa-se que a fonte de informações destes visitantes é a *internet*, com 30,9% e os próprios amigos e parentes, com 28,4%.

Estes dados se tornam ainda mais significativos quando relacionados às estatísticas e indicadores sobre o turismo no Brasil, nos últimos anos (Figura 3).

A expressividade dos números possibilita uma melhor consideração sobre o papel

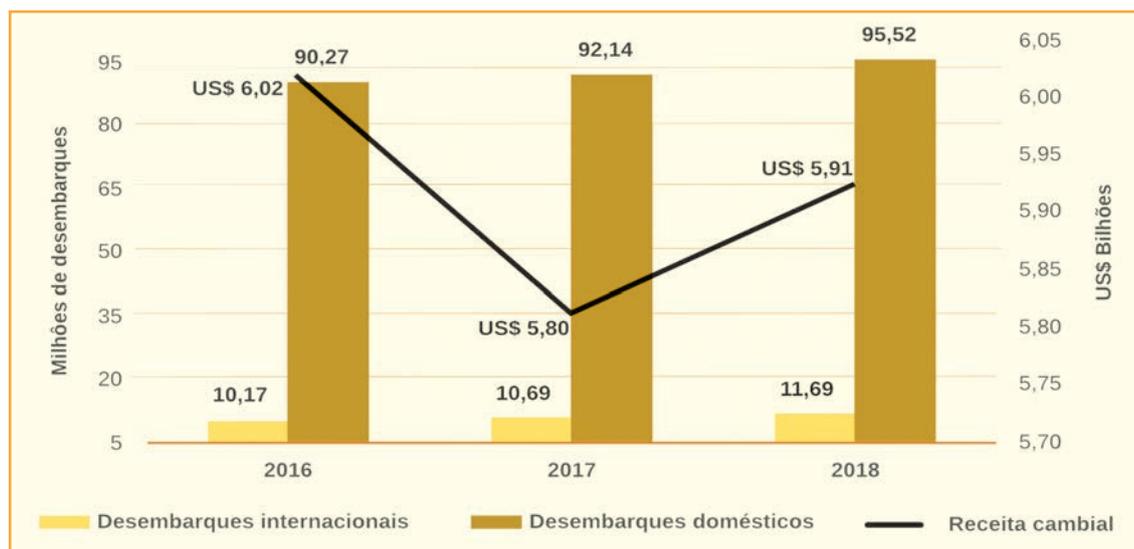


Figura 3 | Desembarques internacionais e domésticos e gastos de turistas no Brasil, entre 2016 e 2018. Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR (2019a).

desempenhado pelo setor e, notadamente, sobre o seu potencial. Em um período de três anos, foram realizados mais de 310 milhões de desembarques nacionais e internacionais, com uma receita cambial superior a U\$ 17 milhões de dólares (MTUR, 2019a).

Este panorama demonstra-se positivo para locais que se preparam para desenvolver seus recursos turísticos, tornando-os atrativos para o cenário reconhecido acima. No caso do território do Cinturão Verde, pela proximidade com a capital paulista, que se configurou como 8º destino demandado para junho/julho de 2019 (MTUR, 2019b) e, certamente uma grande emissora de visitantes e turistas, há uma vantagem competitiva a ser mais bem aproveitada, tanto em função de sua riqueza ecossistêmica (e conseqüentemente de serviços ecossistêmicos culturais turísticos), como pela possibilidade de menores custos e tempo de deslocamento para o turista habitante da região e com poder aquisitivo compatível.

2.3 | Turismo sustentável, ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura como expressões do serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo

Após a explanação feita sobre as abordagens sociais e econômicas do turismo, apresenta-se a abordagem que tange o aspecto ecossistêmico inserido no turismo sustentável.

A noção de turismo sustentável tem sua origem relacionada à reflexão crítica sobre o turismo, com contribuições de diferentes áreas do conhecimento, com destaque à geografia, ecologia, antropologia e história. A segunda metade do século XX assistiu a uma expansão sem precedentes do turismo, tornando-o um fenômeno de massa. A partir da identificação de seus impactos negativos nas sociedades receptoras e no meio ambiente, que é a fonte dos serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo, foi consolidada a necessidade de se pensar em outras formas de desenvolver e gerir a atividade, dando origem à noção de turismo sustentável (MTUR, 2010a). Segundo o Código Mundial de Ética do Turismo,

Turismo sustentável é o que relaciona as necessidades dos turistas e das regiões receptoras, protegendo e fortalecendo oportunidades para o futuro. Contempla a gestão dos recursos econômicos, sociais e necessidades estéticas, mantendo a integridade cultural, os processos ecológicos essenciais, a diversidade biológica e os sistemas de suporte à vida (OMT, 1999 apud MTUR, 2010a: p. 20).

No Brasil, a definição de ecoturismo tomada como oficial refere-se a um segmento da atividade turística que, de forma sustentável, utiliza o patrimônio natural e cultural, incentivando sua conservação e contribuindo com a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação ambiental promovendo, ainda, o bem-estar das populações (EMBRATUR apud MTUR, 2006: p. 9).

Em material elaborado pelo Ministério do Turismo como subsídio para o ecoturismo no Brasil (BARTHOLO; SAN SOLO; BURSZTYN, 2009), o segmento inicia sua organização no país ainda na década de 1970. Considera-se como marco importante à expansão do ecoturismo o início da década de 1990, por conta da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco 92.

No Brasil, o ecoturismo destaca-se a partir do movimento ambientalista, com grupos sociais que imprimem à sociedade a premência do debate sobre a conservação e a necessidade de tecnologias sustentáveis. Essa discussão alcança o turismo, impulsionando a ideia de ecoturismo (BARTHOLO; SAN SOLO; BURSZTYN, 2009).

Neste contexto, no que se refere às UC de proteção integral e, sobretudo, considerando que estas se expressam no território e no zoneamento da RBCV compoem as chamadas zonas núcleo dessa reserva, pode-se inferir que estas áreas naturais protegidas não podem negligenciar a oportunidade de aproximar o ser humano da natureza, colaborando com a formação de consciência ambientalista; igualmente não podem negligenciar o seu potencial para viabilizar que o ecoturismo beneficie diretamente os moradores locais.

O potencial das UC para o turismo é relevante, especialmente para o ecoturismo e para o turismo de aventura (Figura 4).

As áreas protegidas, em princípio, podem ser o atrativo âncora (BARTHOLO; SAN SOLO; BURSZTYN, 2009) para as áreas próximas, ao

estimular o desenvolvimento local com arranjos produtivos de turismo, articulando serviços econômicos já citados, tais como transporte, monitoria, alimentação, hospedagem, entretenimento, artesanato local, etc. (Figura 5), ao mesmo tempo em que encerra vários serviços



Figura 4 | Esportes de aventura no Monumento Natural da Pedra Grande, em Atibaia. Foto: Rubens Chiri. Fonte: (FC&VB-SP, 2019).



Figura 5 I
Feira de Artes e
Artesanatos em
Embu das Artes.
Foto: Miguel
Schincariol.

Fonte: FC&VB-SP, 2019.

O município de Embu das Artes abriga as Áreas de Proteção Ambiental APA Mata da Santa Tereza; APA Embu Verde; APA Lagoa dos Príncipes e APA Prado Rangel. Sua importância histórica remonta à década de 1920, quando

inúmeros artistas se fixaram no município. Em 1964, foi realizado o 1º Salão de Artes Plásticas de Embu, fazendo a cidade ser reconhecida internacionalmente por sua arte. Embu das Artes integra o Circuito Taipa de Pilão.

ecossistêmicos importantes para seu entorno, como regulação de clima, de temperatura, de processos geohidrológicos, de purificação de água, além do próprio serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo.

O governo do estado de São Paulo, por sua Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, postula que o ecoturismo pode e deve ser fomentado e organizado nos territórios que abrigam UC e reconhece no ecoturismo uma oportunidade para compatibilizar proteção ambiental e crescimento econômico. Nesse contexto, as UC, responsáveis pela proteção de remanescentes de Mata Atlântica, configuram-se como atrativos capazes de atrair o turismo regional bem como uma parcela crescente da demanda internacional por esse tipo de atividade (SÃO PAULO, 2013).

O ecoturismo tem como pressuposto contribuir à conservação dos ecossistemas de que depende e, ainda, estabelecer situações de ganho para todos os envolvidos: “se a base

de recursos é protegida, os benefícios econômicos associados ao seu uso serão sustentáveis” (MTUR, 2010a: p. 12).

Além dos diversos serviços ecossistêmicos que os ecossistemas da RBCV proporcionam (de suporte, de provisão, de regulação), oferecem condições para se desenvolver práticas sociais e econômicas pautadas por outros modelos de desenvolvimento, uma vez que essa modalidade de turismo pressupõe o desenvolvimento de atividades que favoreçam a reflexão e a integração do homem ao ambiente, em uma inter-relação vivencial com o ecossistema, com os costumes e com a história local. O mesmo deve ser planejado e orientado com o objetivo de envolver o turista nas questões vinculadas à conservação do patrimônio natural e cultural (**Figura 6**).

As atividades vinculadas especificamente ao ecoturismo são apresentadas na **Tabela 3**, onde é possível notar a diversidade de serviços ecossistêmicos culturais de turismo.



Antiga aldeia de índios fundada pelo padre José de Anchieta em 1580 e que deu origem à cidade de Carapicuíba. A aldeia é remanescente

do século XVIII e continua totalmente preservada em com sua estrutura original em taipa de pilão.

Figura 6 I
Aldeia de Carapicuíba, Carapicuíba.
Foto: Sergio Luiz Jorge.
Fonte: Expressão Studio (TUR.SP, 2019).

Atividade	Breve descrição
Observação de fauna relaciona-se com o comportamento e habitats de determinados animais	Aves: atividade conhecida como <i>birdwatching</i> , demanda equipamentos específicos, cujo uso não é imprescindível, mas facilita e aumenta o aproveitamento da atividade.
	Mamíferos: o Brasil, que possui um número significativo de espécies de mamíferos do mundo, apresenta algumas espécies consideradas ícones da nossa fauna, como a onça-pintada, o tamanduá-bandeira, a anta e o lobo-guará.
	Insetos: muito desenvolvida em outros países, como nos Estados Unidos, a observação desses animais vem ocorrendo no Brasil ainda timidamente – borboletas, vespas e abelhas, formigas, besouros, moscas e inúmeras outras espécies.
	Répteis e anfíbios: considerado o primeiro em espécies de anfíbios e o quarto em répteis, destaca-se no país a observação de salamandras, sapos, rãs, pererecas, tartarugas, jacarés, lagartos e cobras.
Peixes: a observação geralmente ocorre pela flutuação ou mergulho, com ou sem o uso de equipamentos especiais, em ambientes marinhos ou de água doce.	
Observação de flora	Permite compreender a diversidade dos elementos da flora, sua forma de distribuição e as paisagens que compõem um bioma, devendo estar associada às possibilidades de interação com a fauna silvestre existente na localidade e na região.
Observação de formações geológicas	Atividade ainda tímida no Brasil, consiste geralmente em caminhada por área com características geológicas peculiares e que oferecem condições para discussão da origem dos ambientes (geodiversidade), sua idade e outros fatores, por meio da observação direta e indireta das evidências das transformações que ocorreram na esfera terrestre.
Visitas a cavernas (espeleoturismo)	Atividade recreativa originada da exploração de cavidades subterrâneas, também conhecida por espeleologia – estudo das cavernas.

Tabela 3 I
Atividades vinculadas ao ecoturismo (serviços ecossistêmicos culturais de turismo).
Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR (2010a).

Para Dias (2011), a observação de aves, além de elevar o nível de conscientização do visitante sobre questões ambientais, pode ser compreendida como recurso de educação ambiental para a população residente na localidade visitada, com destaque particular para a população mais jovem (Figura 7).

Ao estudar o caso de turismo motivado por observação de aves em Ubatuba (SP), o autor observa que ao desenvolver uma oferta

baseada na observação de aves, o município contribuiu para o aumento do conhecimento local da fauna. Isto possibilita um crescimento do interesse pela atividade, o que motiva a conservação e envolve diversos segmentos da sociedade, desde empresários, populações tradicionais e os alunos das escolas do município (DIAS, 2011).

Também há necessidade de se pensar em serviços específicos e aqueles tomados como



Figura 7 |
Observação
de aves, Ibiúna.
Foto: Rubens Chiri.
Fonte: FC&VB-SP
(2019); São Paulo
(2019); CI Brasil (2019).

A observação de aves é uma atividade consolidada em muitos países, promovendo benefícios sociais, ambientais e econômicos. Nos Estados Unidos, estima-se que existam 80 milhões de observadores de aves; na Europa, três em cada 10 pessoas são observadores de aves. A rota de aves migratórias da Ásia para a Europa agrega 10 milhões de observadores cadastrados e atuantes. No Brasil, são cerca de 30 mil observadores e a atividade tem crescido nos últimos anos. Para a prática, são buscados ambientes naturais para observar e fotografar as aves e os registros são compartilhados em plataformas colaborativas, como o WikiAves, maior plataforma do Brasil, que divulga e atrai visitantes

para o avistamento. No Estado de São Paulo, o Passaporte de Aves de São Paulo - 2019 selecionou 21 áreas protegidas para estimular a observação de aves, incluindo o PE Cantareira – Núcleo Pedra Grande (São Paulo), PE das Fontes do Ipiranga (São Paulo), Parque Ecológico Guarapiranga (São Paulo), PE Serra do Mar – Núcleo Padre Dória (Salesópolis), Parque Villa-Lobos (São Paulo) que estão na área da RBCV. As UC, os fragmentos de vegetação nativa e os espaços verdes urbanos da RBCV oferecem possibilidades de geração de emprego e renda para o desenvolvimento da atividade de observação de aves, ao mesmo tempo que fortalece as estratégias de conservação da biodiversidade.



estruturais à localidade e aos visitantes, sob o ponto de vista da abordagem social e econômica. Segundo o Ministério do Turismo, os serviços de condução e guiamento, os serviços médicos e o de busca e salvamento são também fundamentais no ecoturismo e devem ser disponibilizados a partir de um processo que envolve a capacitação adequada às peculiaridades das atividades do segmento (MTUR, 2010a).

É importante ressaltar que o debate sobre a sustentabilidade do ecoturismo, em um contexto marcado pelas relações sociais de produção capitalista, ainda está aberto. Haja vista algumas – ainda poucas – menções críticas a eventuais tendências, como aponta Hintze (2009). O autor, ao pesquisar operadores de ecoturismo e pesquisadores da área, adverte que *“o Ecoturismo ter vários significados nos parece uma boa estratégia para que suas preocupações originais não sejam mais perseguidas e assim possa se entregar ao grande objetivo do capital: a busca do lucro de qualquer forma”* (HINTZE, 2009: p. 90).

Para o mesmo autor, é possível que o ecoturismo funcione como atividade compensatória e como válvula de escape da vida alienada das pessoas e, nesse caso, teria função alienante. Nessa ótica, Hintze conclui sobre a necessidade de que as práticas do ecoturismo possam contribuir para possibilitar consciências críticas.

Em São Paulo, as UC, especialmente os parques estaduais, já são destinos ecoturísticos conhecidos no país e recebem um número expressivo de visitantes. Conforme dados da Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo (Fundação Florestal) as unidades estaduais receberam cerca de 1,5 milhão de visitantes ao longo do ano de 2007 (SÃO PAULO, 2009).

O estado de São Paulo abriga 215 áreas protegidas estaduais, sendo 178 UC; a maioria destas, administradas pela Fundação Florestal e pelo Instituto Florestal, vinculados à Secretaria de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente (RODRIGUES, 2019). Alguns indicadores sobre o serviço ecossistêmico aqui tratado podem ser observados a partir de dados sobre o próprio ecoturista em UC, conforme **Quadro 1**.

Embora o estudo sistematizado no **Quadro 1** seja de 2002, mostra-se relevante em especial pelo fato de revelar o perfil do ecoturista quando em visitas às áreas protegidas. Outro levantamento, mais recente e específico das UC paulistas, apresenta os dados expostos na **Figura 8**.

Existem, ainda, outras duas modalidades ou formas de manifestação do turismo, cujos objetos de atração de visitantes convergem com a geografia do território da RBCV. São elas o turismo rural e o turismo de aventura (**Figura 9**).

- A permanência média das viagens em visita às áreas conservadas é de 5,5 dias. Convém ressaltar que 42,0% dos entrevistados viajaram exclusivamente pelo motivo da visita à UC.
- Quanto à permanência devido a outros motivos que não exclusivamente à UC, embora seja significativa a parcela dos que responderam positivamente a essa alternativa (58,0%), tão significativo quanto é o resultado sobre a motivação dessas viagens ser o turismo ecológico.
- A principal motivação apontada para as visitas das UC em geral é a *“contemplação ou contato com a natureza”*, com 64% das respostas; seguida de *“repouso ou fuga da rotina”*, com 22,7%, acumulando quase 90% das justificativas apresentadas.
- A maior parte das viagens daqueles que visitam as UC (65,5%), é motivada predominantemente pelo fator *“visita ao Parque”*.
- Para aqueles que realizaram viagens com pernoite, exclusivamente por conta das visitas aos parques, os principais meios de hospedagem utilizados foram: pousada (40,6%); hotéis 1 a 5 estrelas (30,2%); e camping (17,3%).

Quadro 1 | Indicadores sobre o ecoturismo em unidades de conservação. Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR; EMBRATUR; FIPE (2002).

GRÁFICO 1 Origens dos visitantes

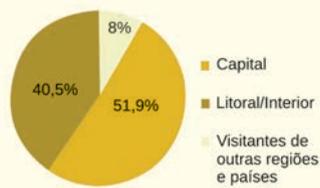


GRÁFICO 2 Gênero dos visitantes

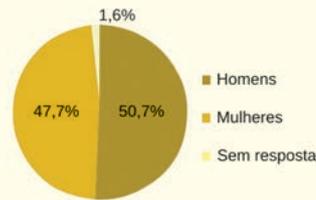


GRÁFICO 3 Faixa etária os visitantes

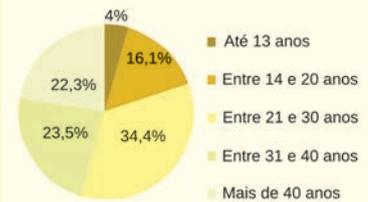


GRÁFICO 4 Motivação das visitas às UC



GRÁFICO 5 Tipo de acompanhamento das visitas às UC



Figura 8 I
Perfil dos visitantes
das UC do
estado de São Paulo.
Fonte: KOGA;
OLIVEIRA;
OLIVEIRA (2011).



Figura 9 I
Turismo de aventura
e turismo rural
na RBCV.
Fotos: (A) Elias Gomes;
(B) Sergio Luiz Jorge;
(C) Rubens Chiri;
(D) Paulo Li.
Fonte: FV&CP-SP
(2019); TUR.SP (2019).

As áreas naturais preservadas e os ambientes rurais da RBCV proporcionam inúmeras oportunidades relacionadas ao turismo rural e turismo de aventura. A Cachoeira dos Pretos (Joanópolis), com 154 metros de queda, é uma das maiores e mais deslumbrantes do estado; abriga a nascente do rio Piracicaba e possui estrutura de lanchonetes, passeios de jipe, bóiacross, pedalinho e artesanato. Em Juquitiba, podem ser desenvolvidas diversas atividades vinculadas ao turismo de aventura. Em Araçoiaba da Serra, o visitante

encontra vivência de turismo rural e agricultura familiar, que oportunizam colher suas próprias verduras (colha e pague). O Circuito da Cultura Caipira e das Fazendas Históricas, que permeia o território da RBCV, oferece opções de artesanato local, que valorizam os produtos e sabores típicos de cada região. Destacam-se os tradicionais fogões a lenha, símbolo das fazendas históricas que remetem a antiga arte de cozinhar, os adeptos da culinária caipira garantem que os alimentos ganham um sabor especial e único.



Da mesma forma que o ecoturismo, o turismo em espaços rurais também se contextualiza a partir da consideração de aspectos da região metropolitana, suas relações – e eventuais tensões – com espaços urbanos e periurbanos, sobretudo em se tratando do Cinturão Verde. Parte do entendimento de que moradores de áreas urbanas viajam para reencontrar suas origens, para interagir com a comunidade local e participar de suas festividades tradicionais, para desfrutar da hospitalidade e do acolhimento das propriedades rurais, para conhecer o patrimônio histórico e natural no meio rural, para conviver com modos de vida, tradições, costumes e com as formas de produção praticadas pelas populações que vivem no interior.

Esses moradores das áreas urbanas procuram, ainda, vivenciar novas experiências e buscar novos conhecimentos e saberes, descansar física e mentalmente e adquirir produtos típicos a partir da fuga da rotina da vida urbana (MTUR, 2010b). Segundo o documento *Turismo Rural: orientações básicas*, o turismo rural é definido como o conjunto de atividades turísticas que são desenvolvidas no meio rural; o mesmo é comprometido com a produção agropecuária e agrega valor a produtos e serviços, ao mesmo tempo em que resgata e promove o patrimônio cultural e natural local (MTUR, 2010b: p. 17).

As atividades vinculadas ao turismo rural, outra forma de expressão dos serviços ecossistêmicos de lazer e turismo, são similares àquelas do ecoturismo e do turismo em geral, com exceção de algumas especificidades, que são: 1) recepção à visitação em propriedades rurais; 2) recreação, entretenimento e atividades pedagógicas vinculadas ao contexto rural; 3) eventos; e 4) outras atividades praticadas no meio rural e que existam em função do turismo ou se constituam no motivo da visitação.

Da mesma maneira que o ecoturismo, o turismo rural também tem como base os serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo; todavia, vai além ao inserir nesse contexto o serviço ecossistêmico cultural de identidade e valores hereditários, como no caso cultura caipira.

O contato consciente e orientado com sistemas produtivos agroecológicos, agroflorestais e modos de vida representantes de relações intrínsecas entre biodiversidade e diversidade cultural, dependentes dos serviços ecossistêmicos de provisão e culturais, por exemplo, reúne condições para promover deslocamentos na compreensão dos visitantes sobre produção e consumo de alimentos, a respeito de outros sistemas de valores e visões de mundo, bem como suas relações com a RBCV (Figura 10).



Figura 10 | Vinícolas tradicionais na Estrada do Vinho, em São Roque. Foto: Miguel Schincariol. Fonte: FC&CP-SP (2019).

Há, neste contexto, uma variação do turismo rural, denominada turismo rural na agricultura familiar, cuja definição é dada como a atividade turística que ocorre no âmbito da unidade produtiva dos agricultores familiares que mantêm as atividades econômicas típicas da agricultura familiar. Estes agricultores familiares estão dispostos a valorizar, a respeitar e a compartilhar o seu modo de vida, ou seja, o seu patrimônio cultural e natural, ao ofertar os produtos e serviços de qualidade e proporcionar bem-estar às pessoas envolvidas no processo (MTUR, 2010b).

De acordo com o *Guia de Turismo Rural no Estado de São Paulo* (SÃO PAULO, 2006), há diversas modalidades registradas em fazendas de café abertas à visitação, sendo a modalidade mais recorrente a de pousada rural, com 312 propriedades. As demais modalidades e o número de propriedades envolvidas são: agroturismo e agroindústria artesanal (276), restaurante rural (213), pesque-pague (126), hotéis fazenda (95), eventos (61), turismo rural pedagógico (58), fazendas históricas (47), área rural de lazer (44), cavalgadas (41), acampamento/camping (37), hotel rural de lazer (22), armazém rural (7) (SÃO PAULO, 2006). Cabe observar que existem questionamentos quanto a variedade de modalidades inseridas no turismo rural (algumas delas essencialmente urbanas), por considerar que apenas atrações que guardem relação estreita com o ambiente rural podem ser abarcadas dentro da definição de Turismo Rural (BRICALLI apud PORTO; SOUSA, 2011).

Em um levantamento realizado em 2009 pelo Ministério do Turismo, verificou-se que as viagens ou visitas ao campo ocuparam o segundo lugar entre os hábitos dos turistas brasileiros (MTUR, 2009). Nota-se que, embora o percentual seja expressivo, está abaixo dos destinos preferenciais, que são os destinos litorâneos (**Tabela 4**).

Destino	Percentual de preferência
Praia	64,9%
Campo	13,5%
Cidades Históricas	12,0%
Montanhas	8,1%
Outras respostas	1,5%

Tabela 4 I

Preferências nos hábitos de consumo do turismo brasileiro. Fonte: Adaptado de MTUR (2009).

Outros dados relevantes trazidos pela referida pesquisa revelam que o perfil do turista que se desloca ao campo é, basicamente, de moradores de grandes centros urbanos; possuem entre 20 e 55 anos; são casais com filhos e/ou amigos; deslocam-se em automóveis particulares, em um raio de até 150 km do núcleo emissor/urbano; fazem viagens de curta duração em fins de semana e feriados e são apreciadores da culinária típica regional.

Em outra publicação vinculada aos empresários de agências e organizações de viagens no Brasil, relativa ao primeiro semestre de 2019, destacaram-se entre os segmentos demandados pelos visitantes, aqueles diretamente vinculados ao ambiente natural, que totalizaram 61,5% dos destinos, sendo estes: sol e praia (49,2%); natureza e ecoturismo (9,0%); turismo de aventura (3,3%). Os demais segmentos foram: cultura/patrimônio histórico (15,3%); outros - compras, estudos, saúde, eventos, etc. (10,1%); negócios/trabalho (9,9%) e religião (3,2%) (MTUR, 2019b). A expressividade destes dados é reforçada pela Pesquisa de Demanda Turística Internacional, do Ministério do Turismo, que aponta aumento de 23% no interesse de turistas internacionais por atividades na natureza, entre 2014 e 2015 (MTUR; FIPE, 2017).

O turismo de aventura é o deslocamento de pessoas para a realização de esportes radicais, como *rafting*, rapel, mergulho, asa delta, *canyoning* entre outros. São esportes que visam ao desafio de superar os limites físicos e conviver com situações arriscadas. A **Figura 11** destaca atividade de aventura realizada no rio Juquiá, em Jquitiba, localizada a 74 km de São Paulo. A cidade é uma boa opção para a prática de esportes de aventura e para o contato com a natureza.

Muitas vezes utiliza-se da natureza para desenvolver essa modalidade e também trabalhar a conscientização ambiental (BENI, 2001). Para o Ministério do Turismo, o turismo de aventura compreende “os movimentos turísticos decorrentes da prática de atividades de aventura de caráter recreativo e não competitivo” (MTUR, 2008: p. 14).

As atividades desenvolvidas no turismo de aventura encontram-se listadas na **Tabela 5**. Quando envolvem algum risco, demandam acompanhamento responsável e devidamente



Figura 11 I
Esporte de aventura no rio Juquiá, em Jucituba.
Foto: Sergio Luiz Jorge.
Fonte: Expressão Studio (TUR.SP, 2019).

Atividades na terra

Arvorismo	Locomoção por percurso em altura, instalado em árvores ou em outras estruturas.
Bungee jump	Atividade em que uma pessoa se desloca em queda livre, limitada pelo amortecimento mediante a conexão a um elástico. O elástico é desenvolvido especificamente para a atividade.
Cachoeirismo	Descida em quedas d'água, seguindo ou não o curso d'água, utilizando técnicas verticais.
Canionismo	Descida em cursos d'água, usualmente em cânions, sem embarcação, com transposição de obstáculos aquáticos ou verticais. O curso d'água pode ser intermitente.
Caminhada	Percurso a pé em itinerário predefinido.
Caminhada (sem pernoite)	Caminhada de um dia. Também conhecida por <i>hiking</i> .
Caminhada de longo curso	Caminhada em ambientes naturais, que envolve pernoite. O pernoite pode ser realizado em locais diversos, como acampamentos, pousadas, fazendas, bivaques, entre outros. Também conhecida por <i>trekking</i> .
Cavalgada	Percurso em vias convencionais e não convencionais em montaria, também tratadas de turismo equestre.
Cicloturismo	Atividade de turismo que tem como elemento principal a realização de percursos com o uso de bicicleta, que pode envolver pernoite.
Espeleoturismo	Atividades desenvolvidas em cavernas, oferecidas comercialmente, em caráter recreativo e de finalidade turística.
Espeleoturismo vertical	Espeleoturismo de aventura que utiliza técnicas verticais.
Escalada	Ascensão de montanhas, paredes ou blocos rochosos, com aplicação de técnicas e utilização de equipamentos específicos.
Montanhismo	Atividade de caminhada ou escalada praticada em ambiente de montanha.

Tabela 5 I
Atividades do Turismo de Aventura.
Fonte: Adaptado de MTUR (2008).
(continua...)

Atividades na terra	
Turismo fora-de-estrada em veículos 4x4 ou bugues	Atividade de turismo que tem como elemento principal a realização de percursos em vias não convencionais com veículos automotores. O percurso pode incluir trechos em vias convencionais.
Tirolesa	A atividade principal consiste no deslizamento do praticante em uma linha aérea ligando dois pontos afastados na horizontal ou em desnível, utilizando procedimentos e equipamentos específicos.
Atividades na água	
Bóia-cross	Atividade praticada em um minibote inflável, onde a pessoa se posiciona de bruços para descer o rio, com a cabeça na extremidade frontal da bóia e os pés na parte final da bóia, já praticamente na água. Também conhecida como <i>acqua-ride</i> .
Canoagem	Atividade praticada em canoas e caiaques, indistintamente, em mar, rios, lagos, águas calmas ou agitadas.
Duck	Descida de rios com corredeiras utilizando botes infláveis e remos, com capacidade para até duas pessoas.
Flutuação / Snorkeling	Atividade de flutuação em ambientes aquáticos, com o uso de máscara e <i>snorkel</i> , em que o praticante tem contato direto com a natureza, observando rochas, animais e plantas aquáticas. Usualmente utilizam-se coletes salva-vidas.
Kitesurfe	Atividade que utiliza uma prancha fixada aos pés e uma pipa de tração com estrutura inflável, possibilitando deslizar sobre a superfície da água e, ao mesmo tempo, alçar voos executados sobre superfícies aquáticas, com ventos fracos ou fortes.
Mergulho autônomo turístico	Produto turístico em que a atividade principal é o mergulho autônomo e o praticante não é necessariamente um mergulhador qualificado.
Rafting	Descida de rios com corredeiras utilizando botes infláveis.
Windsurfe	Atividade praticada em ambientes aquáticos, também denominada prancha a vela, que se serve, basicamente, de técnicas do surfe e da vela.
Atividades no ar	
Balonismo	Atividade aérea feita em um balão de material não inflamável aquecido com chamas de gás propano, que depende de um piloto.
Paraquedismo	Salto em queda livre com o uso de para quedas aberto para aterrissagem, normalmente a partir de um avião. Enquanto atividade de turismo de aventura, é praticado como salto duplo.
Voo livre (asa delta ou parapente)	Atividade com uso de uma estrutura rígida que é manobrada com o deslocamento do peso do corpo do piloto ou por superfícies aerodinâmicas móveis (asa delta), ou até por ausência de estrutura rígida como cabos e outros dispositivos (parapente).

Tabela 5 I

Atividades do Turismo de Aventura.
Fonte: Adaptado de MTUR (2008).
(continuação)

reconhecido de profissionais dos esportes e/ou atividades de aventura, definidas como atividades oferecidas comercialmente, usualmente adaptadas das atividades de aventura, que tenham ao mesmo tempo o caráter recreativo e envolvam riscos avaliados, controlados e assumidos (ABNT, 2007).

As atividades possíveis de serem desenvolvidas no âmbito do turismo de aventura são variadas. Na Tabela 5 são apresentadas aquelas

expostas pelo Ministério do Turismo e que correspondam a outros serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo; essas atividades podem ser realizadas na terra, na água ou no ar.

Do ponto de vista do usuário destes serviços ecossistêmicos no Brasil, foram localizadas algumas características levantadas pelo Ministério do Turismo em parceria com a Associação Brasileira das Empresas de Ecoturismo e Turismo de Aventura (ABETA). De acordo com



a pesquisa consultada, os turistas do segmento têm idade entre 18 a 29 anos; a maioria é do sexo masculino; são solteiros; têm ensino superior incompleto; figuram na classe social B; têm hábitos de viajar em grupos; contribuem para o planejamento da sua viagem; demonstram respeito pelo ambiente natural e social; exigem qualidade, segurança, acessibilidade e informação (MTUR; ABETA, 2009).

O arcabouço legal relacionado ao turismo e ao meio ambiente, diretamente

afeto às atividades de ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura, foi identificado e sistematizado na **Tabela 6**, que apresenta políticas públicas que influenciam a conservação dos serviços ecossistêmicos abordados neste capítulo. Observa-se que em relação ao turismo de aventura, há uma normatização específica para cada atividade, que pode ser encontrada no documento “*Turismo de Aventura: orientações básicas*” (BRASIL, 2008).

Área	Normativa	Ementa
Legislação Turística	Portaria MTur nº 197/2017	<i>Define o Mapa do Turismo Brasileiro 2017.</i>
	Portaria MTur nº 39/2017	<i>Estabelece regras e critérios para a formalização de instrumentos de transferência voluntária de recursos, para execução de projetos e atividades integrantes do Programa de Turismo e respectivas Ações Orçamentárias.</i>
	Portaria MTur nº 424/2016	<i>Estabelece normas para execução do estabelecido no Decreto nº 6.170/2007. Dispõe sobre as normas relativas às transferências de recursos da União mediante convênios e contratos de repasse, revoga a Portaria Interministerial nº 507/MP/MF/CGU/2011.</i>
	Portaria MTur nº 205/2015	<i>Revoga os arts. 2º, 3º e 4º, bem como a Portaria nº 116/2015. Alteração: Portaria nº 268/2016 (dá nova redação ao Art. 3º); Portaria nº 192/2018 (estabelece novos critérios para a atualização do Mapa do Turismo Brasileiro).</i>
	Portaria MTur nº 144/2015	<i>Estabelece a categorização dos municípios pertencentes às regiões turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro. Alteração: Portaria nº 30/2018 (Altera os arts. 1º, 2º e 7º da Portaria MTur nº 144/2015).</i>
	Portaria MTur nº 313/313	<i>Portaria que define o Mapa do Turismo Brasileiro. Alterações: Portaria nº 205/2015 (revoga os arts. 2º, 3º e 4º, bem como a Portaria nº 116/2015); Portaria nº 172/2016 (revoga o anexo da Portaria nº 313/2013).</i>
	Portaria MTur nº 105/2013	<i>Institui o Programa de Regionalização do Turismo. Alterações: Portaria nº 161/2016 (institui Comitê Executivo); Portaria nº 119/2016 (dá nova redação aos art. 1º, 3º, § 2º, 4º, inciso III; e 5º, incisos II e III); Portaria nº 221/2016 (dá nova redação ao § 2º do art. 3º).</i>
	Lei nº 11.771/2008	<i>Política Nacional de Turismo. Define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico, tendo como um de seus objetivos propiciar a prática de turismo sustentável nas áreas naturais, promovendo a atividade como veículo de educação e interpretação ambiental e incentivando a adoção de condutas e práticas de mínimo impacto, compatíveis com a conservação do meio ambiente natural.</i>
	Decreto nº 7.381/2010	<i>Regulamenta a Lei do Turismo. Estabelece, entre outros, normas, mecanismos e critérios para o bom funcionamento do Sistema Nacional de Cadastramento, Classificação e Fiscalização dos Prestadores de Serviços Turísticos (SINASTUR). Define também as infrações e as penalidades administrativas para os meios de hospedagem, agências de turismo, transportadoras, organizadoras de eventos, parques temáticos e acampamentos turísticos.</i>
Legislação Ambiental	Constituição Federal de 1988	<i>Capítulo VI – Do Meio Ambiente (Art. 225). Define como incumbência do poder público em garantir a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se também à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.</i>
	Lei nº 5.197/1967	<i>Proteção à Fauna. Estabelece que todos os animais que vivem naturalmente fora de cativeiro são propriedades do Estado, entre outras disposições.</i>

Tabela 6 I
Legislação relacionada com o desenvolvimento de atividades turísticas (continua...)

Área	Normativa	Ementa
Legislação Ambiental	Lei nº 9.605/1998	<i>Responsabilidade por atividades lesivas ao meio ambiente.</i> Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
	Lei nº 6.938/1981 Decreto nº 99.274/1990	<i>Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e Decreto de regulamentação.</i> Apresenta sua finalidade e mecanismos de formulação e aplicação; constitui o Sistema Nacional de Meio Ambiente; institui o Cadastro de Defesa Ambiental; e ainda define conceitos pertinentes. Determina que as atividades empresariais, inclusive as atividades turísticas, devem estar em consonância com as diretrizes dessa política.
	Lei nº 9.985/2000; Decreto nº 4.340/2002	<i>Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e Decreto de regulamentação:</i> estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.
	Decreto nº 1.922/1996; Decreto nº 5.746/2006	<i>Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e Decreto de regulamentação.</i> Estabelece meios para que as propriedades particulares possam conservar ou preservar locais de relevante beleza cênica ou representações de condições naturais primitivas ou recuperadas
	Decreto nº 4.339/2002	<i>Política Nacional da Biodiversidade.</i> Considerando os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção da Diversidade Biológica, dispõe sobre sete eixos temáticos.
	Lei nº 9.795/1999; Decreto nº 4.281/2002	<i>Política Nacional de Educação Ambiental e decreto de regulamentação.</i> Apresenta seus objetivos, diretrizes e uma proposta programática de promoção da educação ambiental em todos os setores da sociedade.
	Decreto nº 99.556/1990	<i>Proteção das cavidades naturais subterrâneas.</i> Apresenta o conceito de cavidade natural subterrânea (grutas, cavernas, abismos e outras), estabelecendo medidas de proteção e fiscalização.
	Lei Estadual nº 12.780/2007	<i>Institui a Política Estadual de Educação Ambiental.</i> Apresenta seus objetivos, diretrizes e uma proposta programática de promoção da educação ambiental em todos os setores da sociedade.
	Decreto nº 5.758/2006	<i>Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas.</i> Apresenta princípios, diretrizes e objetivos para a gestão ambiental do Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
	Lei nº 12.651/2012	<i>Novo Código Florestal.</i> Apresenta novos entendimentos sobre áreas consolidadas em propriedades rurais, as quais podem ter destinação turística, por exemplo.

Tabela 6 I
Legislação relacionada com o desenvolvimento de atividades turísticas (continuação)
Fonte: Elaboração própria

Na próxima seção será analisada a importância que o turismo sustentável pode assumir diante da necessidade de conservação dos ecossistemas e seus serviços, comunidades e culturas existentes no Cinturão Verde.

2.4 | Diagnóstico e potencialidades locais dos serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo na RBCV

A RBCV, assim declarada pela UNESCO em 1994, por meio do programa MaB (*Man and Biosphere*), é uma região que abrange (total ou parcialmente) 78 municípios e encerra 25,36 milhões de habitantes (IBGE, 2019) e uma economia que contribui com 18,8% do PIB brasileiro

em 2018 (IBGE, 2019). Detém, ainda, enorme biodiversidade existente na Mata Atlântica, constituindo-se como importante fornecedor de serviços ecossistêmicos que garantem o bem-estar de 12% da população brasileira, conforme destacado nesta publicação.

O maior município da região, São Paulo, integra a 4ª maior metrópole do planeta (UN-HABITAT, 2016). A cidade abriga 12,25 milhões de pessoas (IBGE, 2019) que disputam, nesse mesmo espaço, melhores condições de moradia, de saúde, de segurança e de bem-estar.

A criação da RBCV foi motivada por esta problemática, com vistas a garantir a conservação dos bens e serviços ecossistêmicos existentes nessa região e permitir que sua população possa respirar, viver e conviver com o meio



ambiente, como bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, conforme definido pela Constituição Federal, em seu artigo 225 (BRASIL, 1988).

Nesta perspectiva, os ecossistemas urbanos e periurbanos do Cinturão Verde, detentores de expressiva biodiversidade e beleza, fornecem à sua população áreas para lazer e turismo (serviços ecossistêmicos) que são fontes de sobrevivência aos residentes, descanso e saúde àqueles que visitam e de educação a ambos (elementos do bem-estar humano). Este contexto é observado na Praia do Perequê, no Guarujá, onde os barcos pesqueiros enfeitam o horizonte da praia, com 2.200 m de comprimento e com destaque para a gastronomia e o comércio local de pescados (**Figura 12**).

Como já mencionado, as diferenças de perfil e de motivação dos visitantes e turistas, bem como as características da oferta turística, condicionam o(s) segmento(s) mais apropriado(s) para cada região ou local.

Considerando as características geográficas, históricas, culturais e a biodiversidade das regiões, municípios e áreas protegidas da RBCV, é possível vislumbrar que há potencial

para o ecoturismo, o turismo rural e o turismo de aventura. Os três são manifestações de turismo sustentável, dependentes de condições específicas, como a existência e a conservação de ecossistemas naturais, de modos de vida diversos daqueles predominantes em grandes cidades e de modelos de desenvolvimentos orientados para a justiça social, o equilíbrio ecológico e a viabilidade econômica. Daí a importância dessa reserva da biosfera para o turismo sustentável e, reciprocamente, a importância potencial do turismo sustentável para a efetividade da RBCV e para o desenvolvimento humano integral de suas populações.

Portanto, se o turismo se desenvolve apoiado em perfis e motivações da demanda assim como na oferta de recursos turísticos existentes, sem dúvida que as orientações e decisões políticas adotadas podem dar origem a decisões comprometidas com a qualidade ambiental das localidades.

Conforme os dados do levantamento sobre os hábitos de consumo do turismo brasileiro (apresentados nas **Tabelas 2 e 4**), é possível identificar que os deslocamentos domésticos



Figura 12 I
Praia do Perequê,
Guarujá.
Foto: Miguel Schincariol.
Fonte: FC&CP-SP (2019).

são passíveis de melhor aproveitamento pelo território da RBCV. O contexto da área abrangida pelo Cinturão Verde pode ser melhor compreendido por sua segmentação em 7 regiões, compreendendo a cidade de São Paulo, como uma região específica, e as porções territoriais referentes a Região Baixada Santista e Serra do Mar; Região Leste; Região Norte; Região Nordeste; Região Oeste; e Região Grande ABC.

Para trabalhar esta demanda potencial cujo principal núcleo emissor é a capital, observa-se que nessa região há forte potencial de serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo representados pelos inúmeros pontos de interesse natural e, notadamente, pelas UC estabelecidas no seu território. Conforme definido pelo próprio Sistema

Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), um de seus objetivos é favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico (BRASIL, 2000: art. 4º, inc. XII).

A expressão da potencialidade de lazer e turismo na RBCV é ilustrada na **Figura 13**, que sintetiza as áreas naturais declaradas como UC, em nível federal, estadual e municipal, espacializados por municípios e por regiões considerando a totalidade dos territórios dos municípios que integram a RBCV. Para este levantamento, foram consultados os dados relativos a UC disponíveis no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (CNUC) (MMA, 2019) e informações em bancos

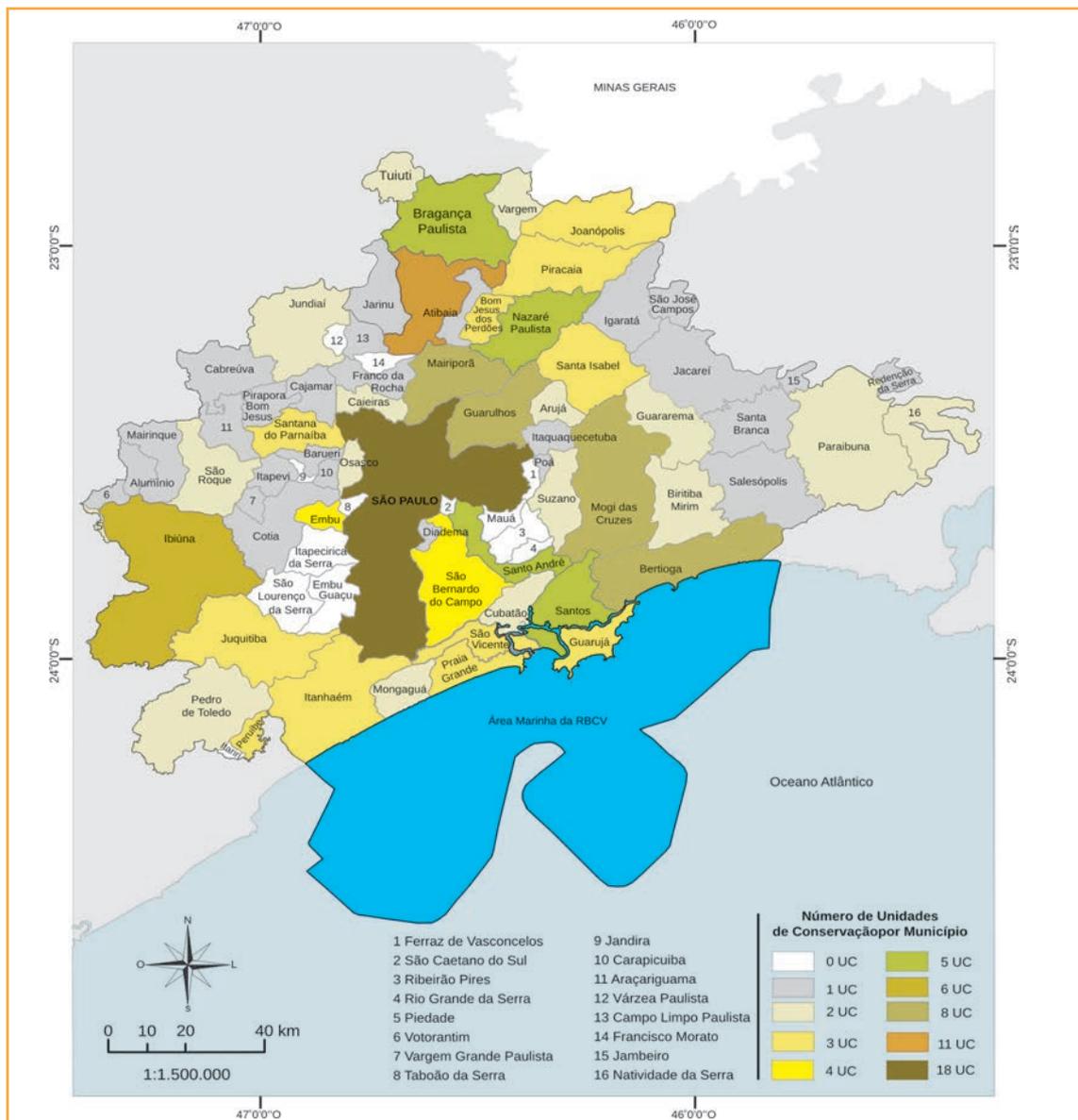


Figura 13 |
Número de UC
(federal, estadual
e municipal) nos
municípios da
RBCV, em 2019.
Fonte: Elaboração
própria



de dados georreferenciados do Instituto Florestal e da Fundação Florestal. Ressalta-se que, como os dados de criação de UC são dinâmicos e dependem da atualização do órgão gestor das áreas protegidas, as UC assim estabelecidas e que não constavam no CNUC ou nos bancos geoespaciais utilizados, deixaram de ser incorporadas neste estudo.

A análise aos dados disponibilizados no CNCU (2019) evidencia duas situações presentes no território da RBCV. A primeira, refere-se às UC pendentes de registro no CNUC – PNM da Grota Funda (Atibaia); PNM Lago dos Padres; PNM Petronila Markowitz; PNM Refúgio das Aves (Bragança Paulista); PNM de Cajamar (Cajamar); APA Embu Verde (Embu das Artes); APA Municipal do Morro do Voturuna e Manancial Santo André (Santana de Parnaíba); PNM do Perequê (Cubatão); APA Municipal da Serra do Guararu (Guarujá); Estação Ecológica Tanque Grande, PNM da Cultura Negra - Sítio da Candinha (Guarulhos); PNM Francisco Affonso de Mello (Mogi das Cruzes). Em segundo, chama-se a atenção para a necessária categorização de outros atrativos naturais identificados no território e áreas protegidas designadas com categorias distintas para UC nas categorias do SNUC, incluindo aquelas designadas como horto florestal, parque balneario, parque ecológico, parque municipal, parque urbano, parque zoológico, reserva florestal, viveiro, zoológico.

Para desenvolver esse potencial do serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo na RBCV, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, por meio da Fundação Florestal, implantou em 2008 o Programa Trilhas de São Paulo, que busca incentivar a visitação pública em 20 áreas naturais protegidas do estado. Na capital, no interior e no litoral, são 22 trilhas, distribuídas em 18 áreas naturais protegidas, em 20 cidades diferentes (SÃO PAULO, 2018a). Estas trilhas são classificadas em três níveis de dificuldades (baixa, média e alta), permitindo que diferentes públicos conheçam estas UC e sejam sensibilizados pela beleza e riqueza da Mata Atlântica, ademais de conhecer seus principais vetores de alteração.

As informações sobre as trilhas são disponibilizadas em um livreto de bolso, o chamado *Passaporte*, que traz mapas, atrativos, dados sobre a estrutura local e um espaço para carimbo na página referente à trilha visitada (SÃO PAULO, 2018a). Destas trilhas, cinco estão localizadas na área da RBCV, conforme apresentado na **Tabela 7**, que destaca as Regiões Turísticas (RT) do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019, nos quais os referidos municípios da RBCV estão inseridos.

As RT foram definidas no âmbito do Programa de Regionalização do Turismo, que integra a Política Nacional de Turismo (BRASIL, 2008) e norteia o desenvolvimento do turismo

Nome da Trilha Região Turística (RT)	Área Natural Municípios	Atrativos	Extensão (ida e volta)	Bioma	Altitude
Trilha da Nascente RT Capital	PE Fontes do Ipiranga São Paulo	Nascente do córrego Pirarungáua, que forma o Riacho Ipiranga. Trilha inclusiva	720 m	Mata Atlântica	801m até 813 m
Trilha da Vida RT Capital	Parque Ecológico Guarapiranga São Paulo	Trilha sensorial e inclusiva	50 m	Mata Atlântica	743 m até 743 m
Trilha do Silêncio RT Capital	PE Jaraguá São Paulo	Tamboril - árvore de grande porte, espécie nativa da flora local. Trilha inclusiva	700 m	Mata Atlântica	798 m até 811 m
Trilha Pedra Grande RT Capital	PE Cantareira - Núcleo Pedra Grande São Paulo	Vista panorâmica de São Paulo	10 km	Mata Atlântica	836 m até 1021 m
Trilha Monumentos Históricos RT Costa da Mata Atlântica	PE Serra do Mar - Núcleo Caminhos do Mar São Bernardo do Campo e Cubatão	Monumentos Históricos da Estrada Velha de Santos.	9,5 km	Mata Atlântica	739 até 53 m

Tabela 7 | Trilhas selecionadas em UC estaduais na área da RBCV e municípios abrangidos. Fonte: Elaboração própria. Com base em São Paulo (2018a); MTUR (2017b; 2019c).

no Brasil, como resultado de um processo de planejamento descentralizado e compartilhado, com enfoque territorial. O Programa foi reestruturado em 2013 (MTUR, 2013) e tem como principal objetivo apoiar a estruturação dos destinos, a gestão e a promoção do turismo no país, com vistas à promoção do desenvolvimento regional. O princípio de regionalização da Política Nacional de Turismo trabalha sob a perspectiva de que mesmo um município que não possui clara vocação para o turismo (ou seja, que não recebe turista em seu território), pode se beneficiar com o turismo ao desempenhar um papel de provedor de recursos humanos ou de produtos destinados a atender o turista, o que permite ganhos para toda a região (BRASIL, 2008; MTUR, 2019c).

As ações de apoio à gestão, estruturação e promoção do turismo nas regiões e municípios consideram os seguintes eixos de atuação: gestão descentralizada; planejamento e posicionamento de mercado; qualificação profissional, dos serviços e da produção associada; empreendedorismo, captação e promoção de investimentos; infraestrutura turística; informação ao turista; promoção e apoio à comercialização; monitoramento (BRASIL, 2008; MTUR, 2019c).

Na atualização do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019, ficou evidenciada a força do turismo paulista – são 432 destinos

distribuídos em 51 RT; os municípios foram dispostos nas categorias A, B e C que contemplam aqueles que concentram o fluxo de turistas domésticos e internacionais. As categorias D e E representam destinos que não possuem fluxo nacional e internacional, todavia, apresentam importante papel no fluxo turístico regional e precisam de apoio para a geração e formalização de empregos e estabelecimentos de hospedagens (MTUR, 2017b; MTUR, 2019c).

Para o estabelecimento das RT, foram utilizados os seguintes critérios de categorização: possuir oferta turística entre os municípios que as compõem; possuir características similares ou complementares e aspectos que identifiquem os municípios (identidade histórica, cultural, econômica e/ou geográfica em comum); ser limítrofes e/ou distribuídos de forma contígua. A oferta turística é considerada com base na existência de atrativos turísticos, serviços, equipamentos turísticos e acesso (MTUR, 2013).

Os municípios da RBCV são bastante expressivos no Mapa do Turismo Brasileiro: das 51 RT, estes municípios da RBCV integram 15 regiões (**Tabela 8**) e somente 11 municípios não estão inseridos como RT (Alumínio; Campo Limpo Paulista; Diadema; Ferraz de Vasconcelos; Franco da Rocha; Igaratá; Mauá; Nazaré Paulista; Tuiuti; Vargem; Várzea Paulista).

Região Turística (RT) Inserção da RBCV	Municípios e categoria nas RT	Atrativos
ABCTUR Integral	Ribeirão Pires (C) Rio Grande da Serra (D) Santo André (B) São Bernardo do Campo (B) São Caetano do Sul (C)	O circuito é referência no turismo industrial e turismo de negócios.
Altos de Paranapiacaba Parcial	Piedade (C)	A RT tem como atrativos montanhas, lagos, cachoeiras, trilhas na Serra de Paranapiacaba, em tupi-guarani "montanha que detém o mar".
Caminhos da Mata Atlântica Parcial	Itariri (D)	O roteiro inclui percursos em trechos de floresta nativa, em atividades que envolvem esporte, lazer e integração com a natureza.
Capital Integral	São Paulo (A)	Abrange atrativos naturais significativos, em especial no extremo norte e sul da cidade, bem como atrativos culturais, religiosos, manifestações culturais, eventos tradicionais, equipamentos de lazer.
Circuito das Frutas Parcial	Atibaia (B) Jarinu (C) Jundiaí (B)	Estes municípios têm a fruticultura como atividade principal. O visitante também encontra as tradições culinárias.

Tabela 8 |

Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019 no território da RBCV e municípios abrangidos. Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR (2017b; 2019c). (continua...)



Região Turística (RT) Inserção da RBCV	Municípios e categoria nas RT	Atrativos
Costa da Mata Atlântica Integral	Bertioga (B) Cubatão (C) Guarujá (A) Itanhaém (B) Mongaguá (B) Peruíbe (B) Praia Grande (A) Santos (A) São Vicente (B)	Abrange Região Metropolitana da Baixada Santista, sendo composto por três roteiros temáticos, para o visitante conhecer a diversidade e as riquezas dos atrativos da região: o histórico cultural; o ecológico e rural e o científico ambiental.
Entre Serras e Águas Parcial	Bom Jesus dos Perdões (D) Bragança Paulista (C) Joanópolis (C) Mairiporã (C) Piracaia (D)	Região da Serra da Mantiqueira, onde se localizam represas do Complexo Cantareira.
Histórias & Aventuras Parcial	Mairinque (D) Votorantim (D)	A RT tem o objetivo de promover o turismo rural, a partir de suas dimensões históricas, culturais e naturais.
Lagamar Parcial	Pedro de Toledo (D)	A região do Lagamar, no Vale do Ribeira de Iguape, constitui o maior trecho contínuo de Mata Atlântica do país, abrigando diversas unidades de conservação.
Mananciais, Aventura e Arte Integral	Cotia (C) Embu das Artes (C) Embu-Guaçu (D) Ibiúna (C) Itapeverica da Serra (C) Juquitiba (D) São Lourenço da Serra (D) Taboão da Serra (D) Vargem Grande Paulista (D)	Um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica e uma das principais regiões produtoras de água do estado.
Mantiqueira Paulista Parcial	São José dos Campos (B)	O circuito apresenta um dos mais deslumbrantes cenários do Brasil. O distrito de São Francisco Xavier, em São José dos Campos, está localizado entre as montanhas da Serra da Mantiqueira. A cidade preserva a cultura local, influenciada pela história dos bandeirantes e dos tropeiros.
Nascentes do Tietê Integral	Arujá (C) Biritiba Mirim (D) Guararema (C) Guarulhos (B) Itaquaquecetuba (C) Mogi das Cruzes (B) Poá (D) Salesópolis (D) Santa Isabel (D) Suzano (C)	Também conhecido como Circuito do Alto Tietê. Engloba áreas de proteção ambiental e mananciais na região do Alto Tietê.
Negócios e Cultura Integral	Barueri (C) Caieiras (D) Cajamar (D) Carapicuíba (D) Francisco Morato (D) Itapevi (C) Jandira (D) Osasco (B)	Destaca atrativos turísticos locais, sobretudo vinculados ao turismo de negócios, gastronomia, cultura local, histórico e religioso.
Rios do Vale Parcial	Jacareí (C) Jambuí (E) Natividade da Serra (D) Paraibuna (D) Redenção da Serra (D) Santa Branca (D)	Composta por municípios do Vale do Paraíba e da Serra do Mar. A região se destaca por atrativos históricos, de aventura, ecoturismo, gastronomia, pesca, eventos.
Roteiro dos Bandeirantes Parcial	Araçatiguama (D) Cabreúva (D) Pirapora do Bom Jesus (E) Santana de Parnaíba (D) São Roque (C)	Região percorrida por bandeirantes, abrangendo aspectos históricos, ambientais e gastronômicos.

Tabela 8 I
Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019 no território da RBCV e municípios abrangidos. Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR (2017b; 2019c).

Na **Figura 14** é apresentada a distribuição dos municípios da RBCV que integram as RT do Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019, em suas respectivas categorias. Dos 78 municípios do Cinturão Verde, 67 estão presentes no Mapa, em cinco categorias. As cidades contempladas nas categorias A, B e C contam com 95% dos empregos formais em meios de hospedagem, 87% dos estabelecimentos formais de meio de hospedagem, 93% do fluxo doméstico e têm fluxo internacional; na RBCV, a maioria das cidades, em um total de 37 municípios, estão nessas categorias, incluindo Guarujá, Praia Grande, Santos e São Paulo na categoria “A”. Os 30

municípios da RBCV inseridos nas categorias D e E, reúnem características de apoio às cidades geradoras de fluxo turístico.

No estado de São Paulo, os roteiros, circuitos turísticos temáticos e RT com características naturais, culturais e históricas, ou seja, circuitos dependentes de serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo, foram estruturados de modo a privilegiar o desenvolvimento regional (**Figura 15**).

Assim, mesmo aqueles municípios da RBCV que não apresentaram atendimento à normativa para estabelecimento de RT, podem se configurar como destinos turísticos, em

Figura 14 I
Categorização dos municípios da RBCV inseridos no Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019.
Fonte: Elaboração própria. Com base em MTUR (2017b; 2019c).

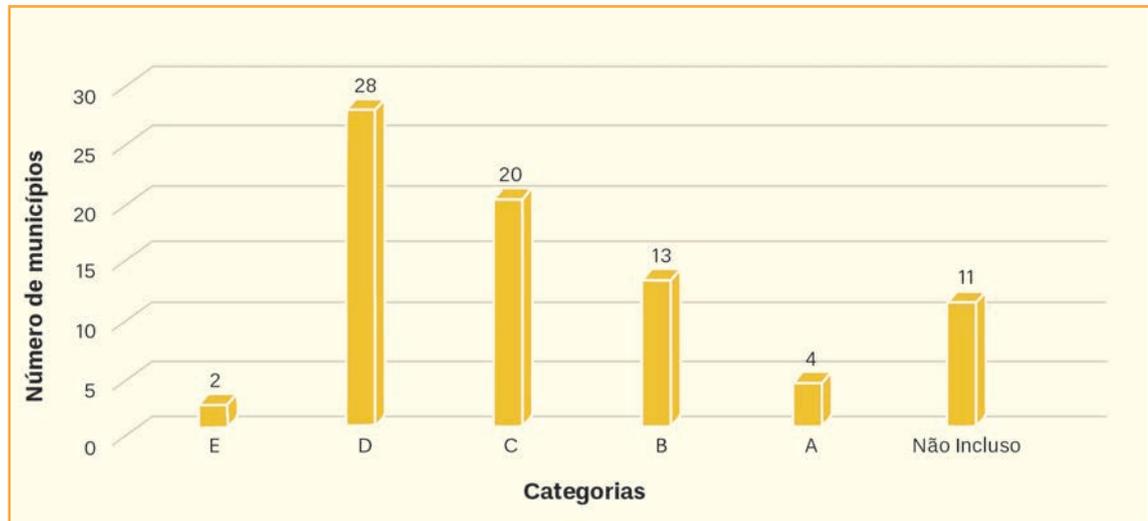


Figura 15 I
Represa de Redenção da Serra - Circuito Cultura Caipira e Rota da Liberdade.
Foto: Juliana Branco.
Fonte: FC&CP-SP (2019).



especial relacionados ao turismo rural e de natureza. A **Tabela 9** exemplifica algumas iniciativas que, mesmo não atendendo a normativa legal de configuração de RT para o período 2017-2019, expressam circuitos e roteiros inseridos no Cinturão Verde para a promoção do turismo (MTUR, 2013; CIDADES PAULISTAS..., 2019).

Tão relevante quanto a participação dos municípios da RBCV no Mapa do Turismo Brasileiro 2017-2019 e em outras iniciativas de circuitos e roteiros turísticos, é a classificação de 33 municípios em estâncias turísticas e municípios de interesse turístico (MIT) (ALESP, 2019; SÃO PAULO, 2015; 2018b) (**Tabela 10**).

Entre outros requisitos, para classificação de município como estância turística, é indispensável ser destino turístico consolidado; e possuir expressivos atrativos de uso público de caráter permanente, naturais, culturais ou artificiais, que identifiquem a sua vocação, voltada para os segmentos: turismo social, cultural, religioso, de estudos e de intercâmbio, de esporte, de pesca, náutico, de aventura, de sol e praia, de negócios e eventos e turismo de saúde. Já os municípios de interesse turístico devem ter potencial turístico e expressivos atrativos (SÃO PAULO, 2015). A **Figura 16** apresenta regiões turísticas e classificação em estância turística e município de interesse turístico.

Iniciativa Inserção na RBCV	Municípios da RBCV	Descrição
<i>Caminho do Sol</i> Parcial	Cabreúva; Santana de Parnaíba	O caminho oferece aos amantes de caminhadas um ambiente agradável, passando por áreas rurais.
<i>Circuito Taypa de Pilão</i> Integral	Barueri; Carapicuíba; Cotia; Embu das Artes; Santana de Parnaíba; São Roque	Representa o período de ocupação colonizadora na região do entorno oeste da metrópole paulista. Exemplos de uso da técnica tradicional de construção conhecida como taipa de pilão (parede de barro socado).
<i>Circuito Turístico Itupararanga</i> Integral	Alumínio; Cotia; Ibiúna; Mairinque; Piedade; São Roque; Votorantim	Área de influência da APA Itupararanga, e oferece diversas opções de lazer e esportes junto à natureza, além de ecoturismo, turismo rural e de aventura.
<i>Rota e Festivais do Cambuci</i> Parcial	Bertioga; Mogi das Cruzes; Paraibuna; Piedade; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santo André-Paranapiacaba; São Lourenço da Serra; São Paulo	A Rota do Cambuci promove diversidade de cachaças, geléias, salgados, sorvetes, cervejas entre outras criações naturais que têm como base este fruto nativo da Mata Atlântica.
<i>Rota da Liberdade</i> Parcial	Redenção da Serra	O circuito mapeia os passos dos negros africanos. Através do roteiro, são encontradas manifestações de cultura negra na gastronomia, religiosidade, música, dança folguedos, festas e brincadeiras.

Tabela 9 | Iniciativas estaduais de promoção do turismo no território da RBCV e municípios abrangidos. Fonte: Elaboração própria. Com base em Cidades Paulistas (2019); Instituto Auá (2019).

Classificações turísticas	Municípios da RBCV
<i>Estância Turística</i>	Atibaia Bertioga Embu das Artes Guarujá Ibiúna Itanhaém Joanópolis Mongaguá Peruíbe Praia Grande Ribeirão Pires Salesópolis Santos São Roque
<i>Município de Interesse Turístico</i>	Cabreúva Cubatão Guararema Igaratá Itariri Jacareí Jarinu Jundiaí Juquitiba Mairiporã Mogi das Cruzes Nazaré Paulista Paraibuna Piedade Piracaia Pirapora do Bom Jesus Santa Isabel São Bernardo do Campo Votorantim

Tabela 10 | Municípios designados como Estância Turística e como Município de Interesse Turístico. Fonte: ALESP (2019); São Paulo (2015; 2018b).

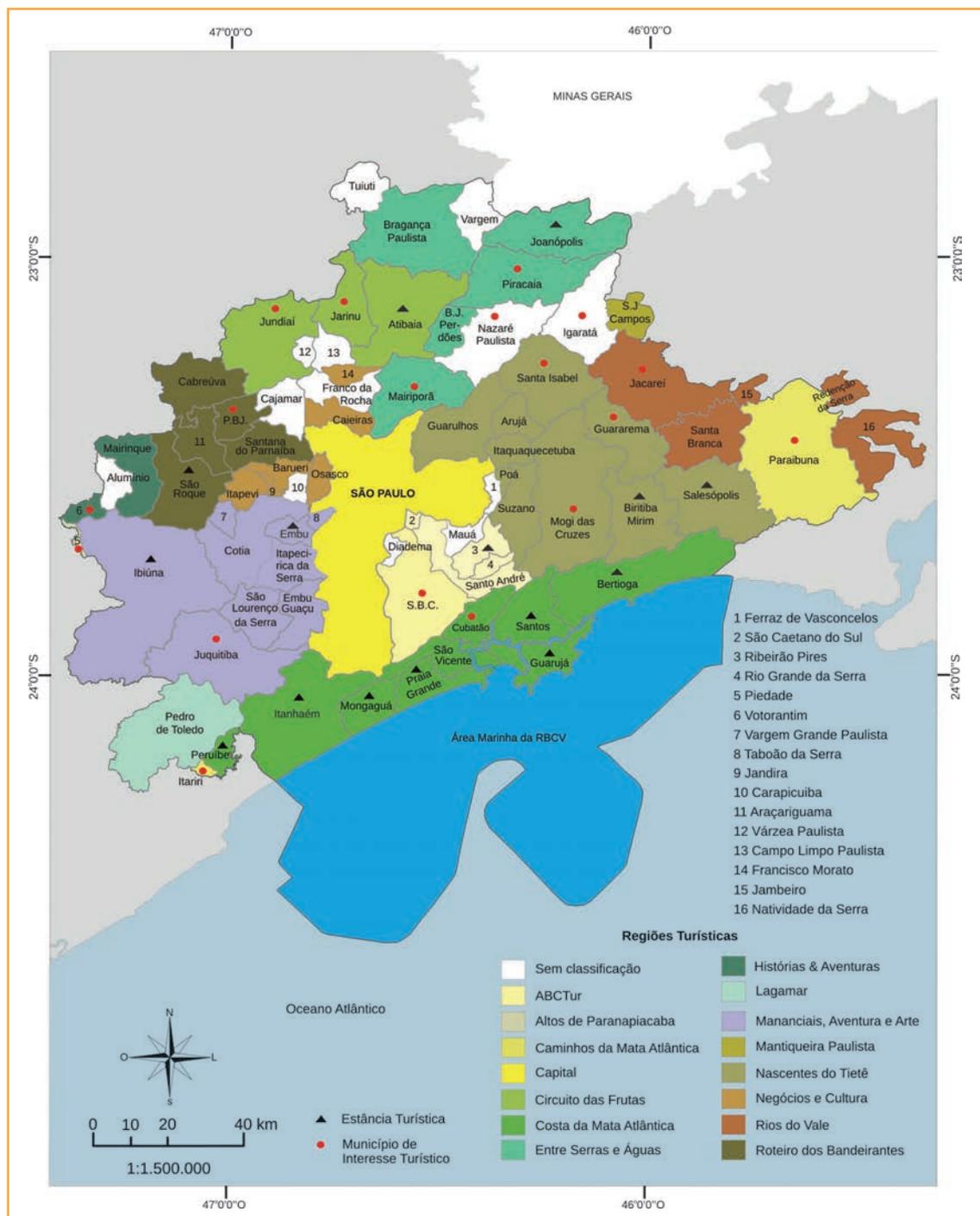


Figura 16 I
Regiões turísticas dos municípios no Mapa Brasileiro de Turismo 2017-2019, Municípios de Interesse Turístico e Estâncias Turísticas no território da RBCV. Fonte: Elaboração própria

Os dados e informações apresentados apontam tanto a riqueza de serviços ecossistêmicos culturais de turismo e lazer do território, como demonstram o que se discutiu ao longo das seções anteriores: a RBCV possui inúmeras áreas protegidas e espaços naturais que marcam o encontro conflituoso de duas realidades decorrentes do mesmo modo de produção e modelo de desenvolvimento. Por um lado, existe a necessidade de proteção de ecossistemas (áreas

de preservação permanente; reservas legais; fragmentos de vegetação natural; UC federais, estaduais e municipais) e, por outro, figuram os vetores diretos e indiretos de alteração, como por exemplo, as ocupações desordenadas decorrentes, em grande parte, da irresponsabilidade e/ou omissão do Estado na gestão ambiental pública, nas três esferas de governo; e na inexperiência democrática de nossa sociedade.



Figura 17 |
Trilha
Monumentos
Históricos Caminho
do Mar
(Bely C. C.
Pires, 2006).

Figura 18 |
Paredão de Lorena
(Bely C. C. Pires, 2006).

A trilha Monumentos Históricos Caminhos do Mar, localizada no PE Serra do Mar, teve seu início em 17 de abril de 2004, quando o então governador do Estado, Geraldo Alckmin, inaugurou o Pólo Ecoturístico Caminhos do Mar. Esta importante área compreende um patrimônio ambiental e histórico distribuídos em 5 mil ha, testemunhas de passagens importantes dos últimos 500 anos da história brasileira. A trilha que ligava Santos aos Campos de Piratininga era conhecida como Caminho do Mar e foi usada por tupiniquins, jesuítas, bandeirantes e para o escoamento da produção paulista para a metrópole portuguesa. Localizada nos municípios de São Bernardo do Campo e Cubatão, a trilha tem como referências a Estrada Velha de Santos, (primeira rodovia de acesso do planalto à Baixada Santista, inaugurada em 1842 com o nome de Estrada da Maioridade); a Calçada do Lorena (1792); monumentos históricos como o Pouso de Paranapiacaba, o Rancho da Maioridade e o Paredão de Lorena (foto acima) e o Parque Estadual da Serra do Mar, maior UC de Mata atlântica do país. Além da exuberância da floresta que envolve os 9 km de trilha e os referenciais históricos nela cravados, é possível observar também a Baixada Santista.

Inacessível ao público por muito tempo, a estrada foi recuperada após algumas obras e reaberta à visitação mediante parceria entre várias Secretarias e instituições estaduais de São Paulo Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (EMAE – Empresa Metropolitana de Água e Energia; Instituto Florestal; RBCV; Coordenadoria de Recursos Hídricos); Secretaria de Desenvolvimento Econômico; Secretaria de Turismo; Secretaria de Cultura e Economia Criativa e Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental. O número de visitantes é controlado, compatível com a capacidade de carga local (200 pessoas em dias de semana e 400 em finais de semana). No início das atividades do Polo, as visitas eram agendadas e monitoradas por jovens de comunidades de entorno do Parque Estadual, com formação específica. Esse aspecto, aliás, marca o compromisso do empreendimento com a inclusão e o desenvolvimento social na região. Após 2 meses de curso de Monitores Ambientais, coordenados pela RBCV e pelo Instituto, 19 jovens do Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social (PJ-MAIS) da RBCV foram contratados e trabalharam na monitoria (SÃO PAULO, 2008; RBCV, 2008).

Quadro 2 |
Serviços culturais de
lazer e turismo na trilha
Monumentos Históricos
Caminhos do Mar.



Figura 19 |

Trilha em campo de altitude no Núcleo Curucutu do PESM. Fonte: Herivelton Pereira Soares (2020).

O Núcleo Curucutu do PE Serra do Mar situa-se entre São Paulo e Itanhaém e possui 37.518 hectares. Seus ambientes naturais lhe conferem papel fundamental na prestação de serviços ecossistêmicos, como os de regulação (manutenção do clima, contenção de encostas); os de suporte (ciclagem de nutrientes, formação do solo); os de provisão (manutenção de mananciais que alimentam a represa Guarapiranga, por exemplo). Os serviços culturais proporcionados pela área estão voltados às atividades educacionais, científicas, ao ecoturismo e ao lazer, sendo este uma das principais atividades do Núcleo, contemplando, em todas as suas funções: descanso, divertimento (recreação e entretenimento) e desenvolvimento (pessoal e social), permitindo a satisfação de interesses artísticos, intelectuais, esportivos, de práticas manuais e turísticos dos visitantes. Está equipado com um centro de visitantes e várias trilhas, dentre elas, a trilha do Mirante, onde se avista Itanhaém e Mongaguá e a

trilha do Telégrafo, que corta a Serra do Mar, permitindo percorrer setores da Mata Atlântica, como a mata de neblina e os raros campos de altitude onde habita a coruja Murucutu (*Pulsatrix perspicillata*), símbolo desta área protegida. Fornos de produção de carvão datados da primeira metade do século XX completam a visita para os cerca de 1.600 visitantes anuais que acessam o Núcleo. O Núcleo Curucutu do PE Serra do Mar teve seu Plano de Manejo aprovado em 2006. Portanto, uma nova etapa de organização do Uso Público foi estabelecida, definindo o "Circuito dos Campos Nebulares" como uma das áreas prioritárias de manejo. A visita pública vem ocorrendo com suporte de um centro de visitantes, recepção adequada por parte da instituição e oferta de serviços de monitoria. Assim, este Núcleo exemplifica a importância de áreas especialmente protegidas no território da RBCV, como locais singulares na oferta de serviços ecossistêmicos voltados ao ecoturismo e ao lazer.

Quadro 3 |
Serviços culturais no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar: o Lazer e o Turismo.

Sobre a problemática destes vetores de alteração, Silva e Galvão (2011), discutem a expansão urbana (Figura 20), a perda de vegetação na RMSP e o papel das UC. Segundo as autoras, a partir de 1950 se consolidou

em São Paulo o denominado padrão horizontal e periférico de expansão urbana, acomodando contingentes populacionais cada vez mais expressivos. Indicadores deste padrão e seus efeitos nocivos ao meio ambiente

manifestam-se com a proliferação de habitações precárias e ilegais em áreas nas quais há sérias restrições a quaisquer tipos de habitação e atividade humana.

Este processo redonda na ocupação de áreas frágeis do ponto de vista ambiental, com sérias consequências para a qualidade de vida e para o equilíbrio ambiental urbano. Dentre os problemas ambientais decorrentes desta forma de ocupação destacam-se a supressão da cobertura vegetal, a redução da biodiversidade, a poluição

e o assoreamento de recursos hídricos, a ocorrência de processos erosivos, o deslizamentos de encostas, a diminuição de áreas de infiltração de chuva, o aumento do escoamento superficial de água e, em última instância, o agravamento do problema de enchentes (SILVA; GALVÃO, 2011: p. 893).

Como resposta a esse quadro socioambiental degradante, que avança sobre o Cinturão Verde, o Estado tem lançado mão, entre outras estratégias, da criação de UC como o PE Águas da Billings

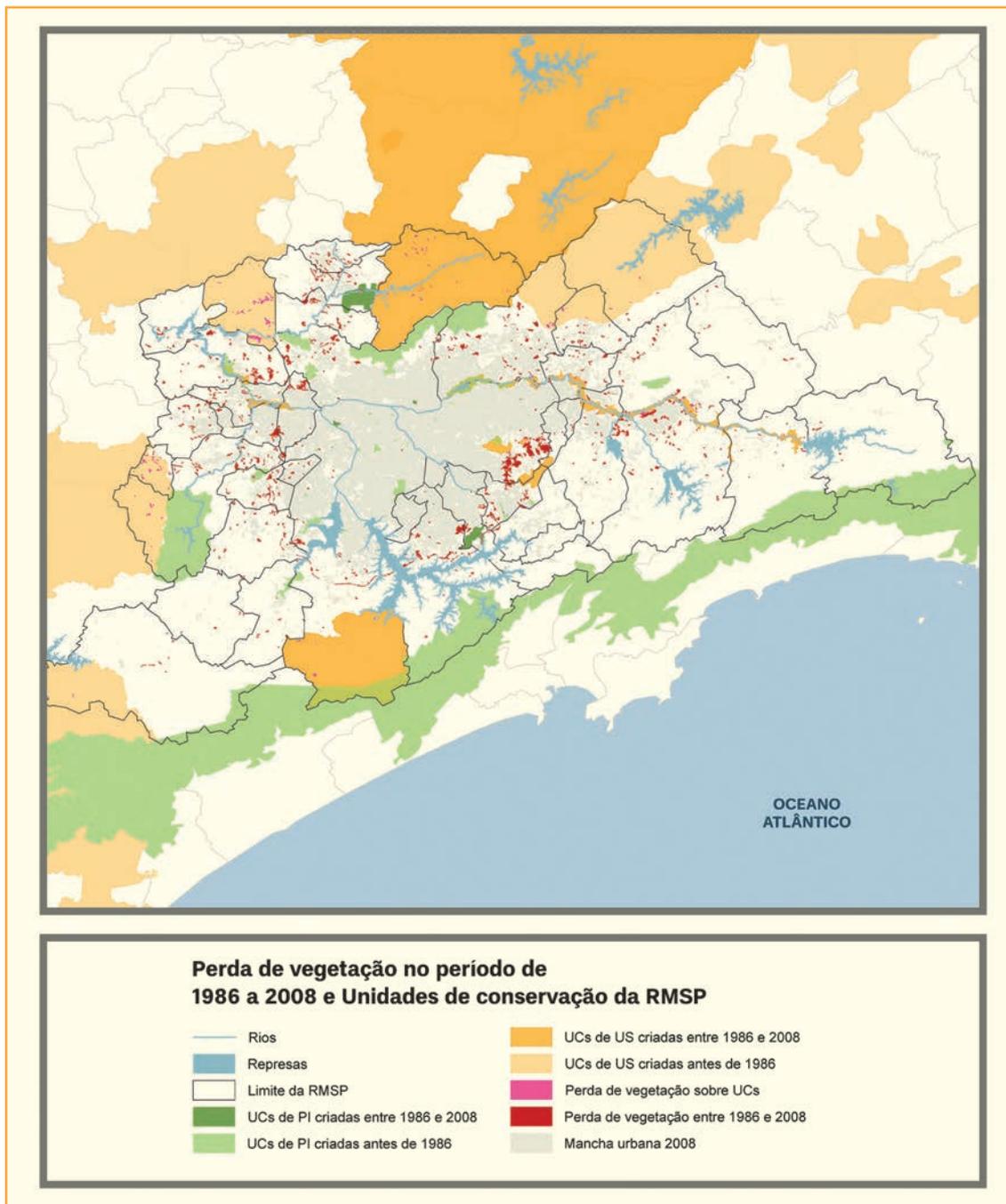


Figura 20 I
Áreas de expansão da mancha urbana nas periferias da RMSP.
Fonte: Silva; Galvão (2011).

(Figura 21), criado em São Bernardo do Campo, pelo Decreto 63.324/2018, com 187 hectares.

Observa-se, em princípio, que se trata de resposta à dimensão ecológica da problemática socioambiental. Tal postura não enfrenta diretamente seus aspectos sociais e principalmente econômicos e políticos, uma vez que pode-se atribuir parcela significativa de tais ocupações nas “bordas” das cidades às dinâmicas socioespaciais pautadas pela apropriação privada de espaços urbanos sob a lógica do capital.

Como essas dinâmicas não são enfrentadas exclusivamente com a criação de UC, um efeito decorrente da implantação de UC em áreas nas quais proliferam habitações precárias e irregulares é uma gama considerável de conflitos socioambientais. Além disso, ainda que estas unidades tenham um papel importante na conservação de recursos naturais, por outro lado essas áreas enfrentam uma série de problemas relacionados à sua implantação e gestão que podem, inclusive, fragilizar a sua eficácia.

Os principais problemas relativos às UC se referem à deficiência de recursos humanos e materiais, à dificuldade de fiscalização, à ausência ou obsolescência dos planos de manejo dessas unidades e a problemas fundiários. Observa-se que sete das doze categorias de UC existentes no SNUC (BRASIL, 2000) pressupõem a posse e o domínio público de suas terras, o que implica na desapropriação de áreas particulares inseridas em seus limites, conforme determina a lei (SILVA; GALVÃO, 2011).

Embora a criação de UC seja uma das principais formas de proteção dos ecossistemas da RBCV, sem a qual o cenário de deterioração ambiental seria certamente mais alarmante, o estudo citado também evidencia a dificuldade deste modelo de proteção no que se refere à contenção do vetor de alteração representado pelo uso e ocupação inadequados do solo. Entre outras consequências, mudanças no padrão de ocupação do espaço geram desmatamento da RMS, que está integralmente inserida na área da RBCV. Se por um lado de fato houve um progresso na criação de UC no período de 1986 a 2008, passando de 16,60% para 25,20% do território da RMS, houve também um crescimento considerável da mancha urbana para o mesmo período, passando de 18,30% em 1986 para 21,90% em 2008 (SILVA; GALVÃO, 2011).

A pior parte desta informação é que o aumento da mancha urbana se deu também dentro das UC, em um incremento de 119,60%. A perda de vegetação com a expansão urbana corresponde a 113,10 km², para o período de 1986 a 2008, o que significa perda de ecossistemas e seus serviços, inclusive nas UC de proteção integral que, todavia, apesar de comportarem algum grau de expansão urbana em seu interior apresentaram, segundo o estudo, maior efetividade na conservação dos recursos naturais.

Se por um lado esses dados relativos à expansão da mancha urbana são preocupantes, por outro ângulo, as áreas protegidas e o cenário



Figura 21 |
Parque Estadual
Águas da Billings,
São Bernardo do
Campo.
Fonte: Elaine
Aparecida Rodrigues.

conflituoso constituem o principal recurso que serve de base para a proposta educativa, com perspectiva crítica, à qual o turismo enquanto fenômeno social deve contribuir. Na **Figura 22** é ilustrada a perda de vegetação em áreas periféricas da RMSP.

Ao passo que se torna um recurso pedagógico, integrando serviços ecossistêmicos culturais da RBCV à educação, ao lazer e à cultura,

o turismo sustentável pode configurar-se, também, como fator de desenvolvimento local, promovendo elementos de bem-estar humano.

Outros vetores de alteração que podem impactar seriamente a oferta de serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo na RBCV são apresentados na **Figura 24**, que traz uma reflexão sobre o próprio turismo como vetor de alteração.

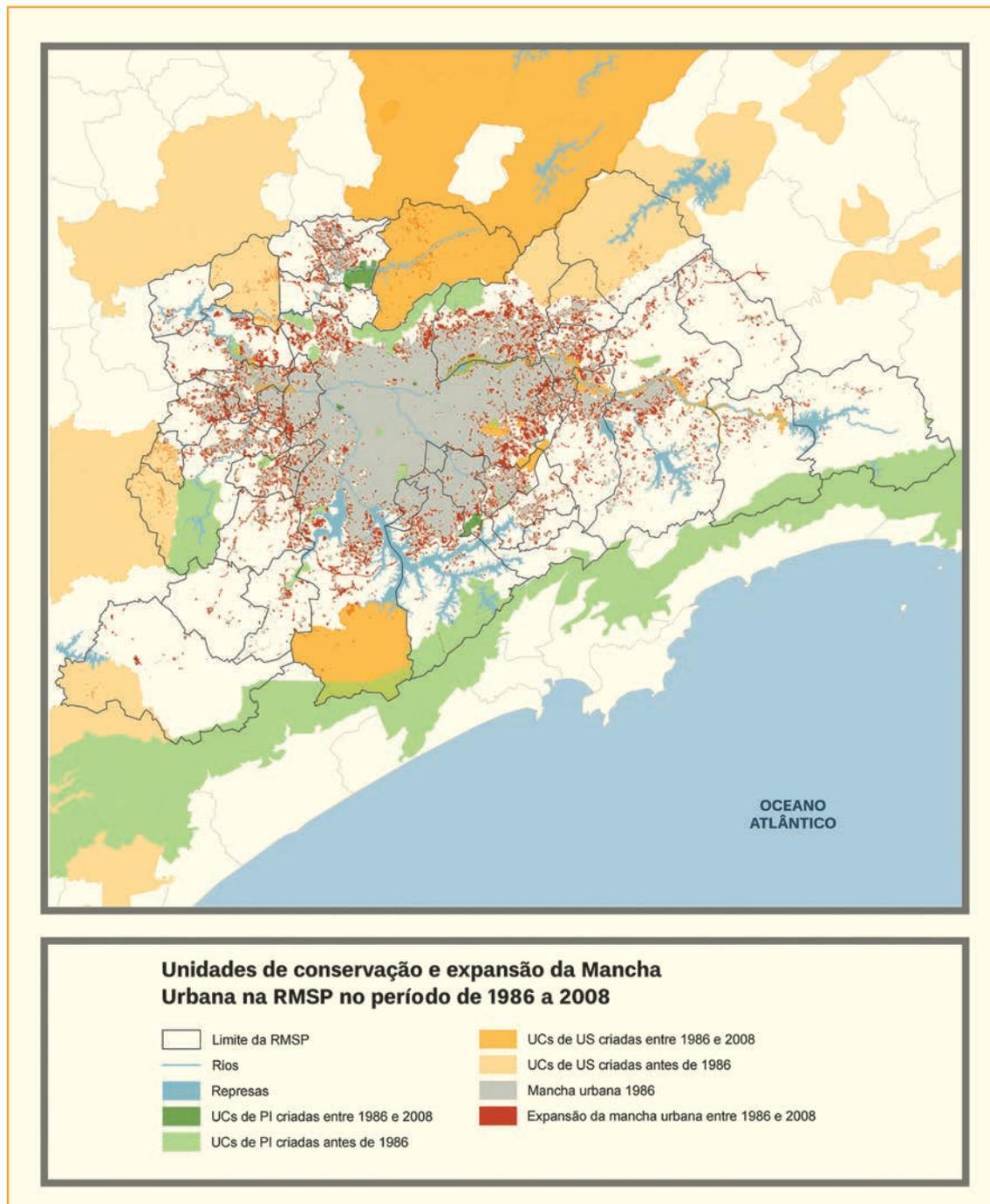


Figura 22 | Áreas com perda de vegetação na RMSP. Fonte: Silva; Galvão (2011).



Figura 23 |
Bairro Cabuçu,
Guarulhos.
Fonte: Rodrigo
Machado (2007).

No município de Guarulhos há um bairro que dá nome ao Núcleo Cabuçu do PE Cantareira (PEC). Entre os anos de 2002 e 2007 foi desenvolvida experiência de promoção do turismo de base local como complementação de renda e, principalmente, como criador de situações educadoras em perspectiva crítica; a iniciativa foi conduzida de forma coletiva e horizontal, com a participação equitativa entre os envolvidos. Estes eram moradores, estudantes, referências religiosas e comunitárias, universitários, educadores, pessoas com formação em turismo e servidores públicos (estaduais e municipais), além de colaboradores eventuais das mais diversas origens.

O contexto no qual se desenvolveu a iniciativa foi marcado pela iminência da inauguração do Núcleo de Visitação do PEC naquela porção do Parque. Já havia sinais de que o movimento de periferização característico da RMSP, do qual decorria a ocupação de cerca de 60.000 pessoas residentes no bairro Cabuçu, avançaria e daria lugar a outra dinâmica, também marcante na RMSP: a especulação imobiliária e, em consequência, a indução de boa parte dos vetores de alteração ambiental na RBCV. Partiu-se do pressuposto de que era preciso criar um ambiente educador, com viés de conscientização sobre a importância do entorno do PEC e do papel da atuação política para a melhoria da qualidade ambiental, de vida e de convivência do bairro com a UC. Por outro lado, este ambiente educador necessitava dialogar com a dimensão econômica de gerar renda complementar, com vistas a contribuir a uma espécie de “resistência” às investidas da

especulação imobiliária reais ou potenciais naquele momento, como compra e reivindicação de lotes, aumento do custo de vida, etc.

A estratégia para se trabalhar ambos os desafios, encontrou no turismo um instrumento tanto de desenvolvimento de base local (incluente e valorizador dos moradores), como também de situações educadoras. Assim, ao longo dos anos desenvolveram-se duas iniciativas substancialmente alinhadas: o Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local e o Núcleo de Educação Ecoprofissional (NEE) do Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social (PJ-MAIS) da RBCV, sendo importante observar que essas duas frentes de atuação se retroalimentavam.

Por meio da auto-organização dos envolvidos, a partir das a es do Projeto Cabuçu, inúmeras situações cotidianas foram integradas à oficina de Turismo Sustentável do PJ-MAIS. O protagonismo local, sobretudo de jovens do PJ-MAIS, que se posicionavam como organizadores dos roteiros de visita e monitores ambientais, possibilitou que mães assumissem a tarefa de alimentar com refeições, pães, doces, sucos e outras receitas próprias os visitantes (adolescentes, estudantes de ensino superior, professores e outros segmentos), enquanto outros moradores, principalmente as mulheres, preparavam lembrancinhas ou *souvenirs* para presentear aqueles que, atraídos pela biodiversidade protegida pelo PEC, conheciam o bairro vizinho, as pessoas e suas histórias. Todos os produtos e serviç os eram devidamente remunerados com os valores pagos pelos visitantes, segundo a experimentação prática tanto da

Quadro 4 |
Ecosistemas,
vetores de altera o
e impactos como
recursos
pedagógicos do
turismo base local:
a experiência com
serviç os
ecossistêmicos de
turismo no Cabuçu,
Guarulhos.



valorização e remuneração do trabalho envolvido, como da importância do diálogo e negociação entre iguais, exercendo sua liberdade de escolha e de ação.

Em sintonia com as discussões desenvolvidas a partir do marco conceitual e teórico dos serviços proporcionados pelos ecossistemas, as ações desenvolvidas no PEC, inserido na RBCV, protegiam os serviços ecossistêmicos de lazer e de turismo pelo contato com a biodiversidade conservada e pela beleza cênica de suas paisagens. Com a UC exercendo esse poder de atração e com a importância do cenário já descrito sobre a periferação e especulação imobiliária, o entorno do Parque assumia, no roteiro turístico, valor igual ao da UC: se na parte da manhã eram desenvolvidas atividades de visitação no Núcleo Cabuçu, o almoço e as atividades da tarde ocorriam no bairro, em contato com seus moradores. Criavam-se assim situa es educadoras pautadas pelo diálogo e pelo acesso a outras paisagens, essas como recursos pedagógicos para uma educa o em perspectiva crítica e de orienta o socioambiental. Um dos momentos mais importantes do percurso ocorria no chamado Pico Pelado, do qual se avistava, em 360 , uma paisagem muito rica em informa es visuais e em possibilidades de interpreta o para a compreensão de fenômenos e dinâmicas socioespaciais caracterizados como vetores de altera o ambiental, como a perifera o, a especula o imobiliária e a gentrifica o, fenômenos estes que a política de cria o de áreas protegidas não é capaz de enfrentar sozinho, podendo até reforçá-los. Do alto do Pico Pelado, de uma vista se observava a gigantesca mancha urbana da cidade de São Paulo conurbada com a de Guarulhos, ambas visivelmente crescendo em dire o   Serra da Cantareira, protegida pelo PEC. Entre a Serra e a mancha urbana, o Pico Pelado e, abaixo dele, o pequeno vale do córrego Cabuçu, denominado "zona de defesa" por pesquisadores da Universidade Guarulhos. Ocorria ali uma das mais relevantes situa es de ensino - aprendizagem entre visitantes e visitados sobre a problemática socioambiental que envolvia os moradores, o bairro, as cidades e os ecossistemas. Outra importante situa o eram os encontros de moradores auto-organizados realizados para: 1) apropriar-se da problemática (levantamentos e pesquisas eram feitos com vistas a compreender o próprio local de moradia); 2) construir os roteiros de forma que se promovesse o contato com os ecossistemas e com a

realidade do lugar; 3) aprender a valorar todo o trabalho envolvido de maneira a estabelecer preços de pacotes constituídos por algo próximo a um arranjo produtivo de base local (um grupo plantava hortaliças e as fornecia para as mulheres que produziam o almoço; outro grupo desenvolvia técnicas e produtos artesanais, enquanto os jovens elaboravam os roteiros e articulavam os demais grupos).

Foram inúmeras experiências entre visitantes e visitados, formando e educando centenas de pessoas e, notadamente, os moradores. A partir de um vi  social e político, de todo este processo originaram-se referências locais na luta pela melhoria da qualidade ambiental da região e da qualidade de vida dos moradores do bairro. Haja vista iniciativas posteriores como a organiza o não-governamental Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local, o Ponto de Cultura Chico Mendes (ASSOCIA O..., 2019), o Movimento Cabuçu (MOVIMENTO..., 2019a; 2019b), e a  g ncia Cabuçu Turismo (AGÊNCIA..., 2019a; 2019b). Do ponto de vista econômico, há uma leitura positiva e outra negativa. A positiva é que as experiências se sustentaram economicamente, de forma que todos os envolvidos efetivamente contaram com excedentes como complementa o de renda. A negativa é que o turismo como atividade organizada, frequente e geradora de renda não ocorre mais da mesma forma desde meados de 2009, sobretudo pela carência de evolu o para um status de política pública com o devido incentivo e suporte, entre outros fatores; ainda são realizadas atividades esporádicas, mantidas por referências locais no campo do turismo, com foco na visita à UC. J  do ponto de vista ecossistêmico, na op o feita para orientar conceitual e teoricamente o turismo, eram marcantes tanto a valoriza o dos serviços ecossistêmicos como também a tensão existente entre o modelo de desenvolvimento hegemônico e a necessidade de conserva o da RBCV.

De qualquer maneira, caso houvesse fôlego para se manter as visitas e todos os benefícios sociais, ecossistêmicos e econômicos, a necessidade do modelo de desenvolvimento hegemônico por (rodo) vias de escoamento e fluidez no transporte de pessoas e cargas (representadas pelo Rodoanel em seu trecho norte), se encarregaria de impactar boa parte do bairro e, principalmente, o acesso àqueles pontos que serviam de espaços de ensino-aprendizagem, tais como o mencionado Pico Pelado.

Vetor de alteração do serviço ecossistêmico	Categoria do vetor	Descrição dos impactos ambientais	Intensidade do vetor e tendência futura
Econômico Fomento à industrialização, à infraestrutura portuária, à mineração e à produção agrícola e pecuária de larga escala como estratégia de desenvolvimento econômico	Indireto	Perda de atrativos naturais importantes para o ecoturismo, o turismo de aventura e descaracterização do turismo rural	
Econômico Incentivo à atividade econômica turística	Indireto	Implantação de projetos de infraestrutura e incentivo na comunidade local para o ecoturismo, em UC ou em áreas com ecossistemas bem conservados, podendo levar à alguma descaracterização do atrativo	
Econômico Incentivo ao turismo de massa	Indireto	Implantação de infraestrutura e equipamentos turísticos destinados a grande número de turistas, levando à deterioração/ descaracterização de atrativos naturais	
Sociopolítico Criação de UC de proteção integral em áreas bem conservadas	Indireto	Impacto misto, pois ao mesmo tempo em que viabiliza a manutenção dos atrativos para o ecoturismo e turismo de aventura, pode inviabilizar o turismo rural	
Cultural Crença na hegemonia da cultura urbana	Indireto	Desvalorização do modo de vida nas áreas naturais, sedução do modo de vida urbano que valoriza a ostentação de objetos símbolos de status, indiferente aos eventuais impactos ambientais que esse estilo de vida possa causar	
Cultural Hábitos consumistas	Indireto	A necessidade de consumo de bens turísticos pode colocar em risco o patrimônio natural, de onde são extraídos recursos naturais para a confecção de <i>souvenirs</i>	
Cultural Hábitos alimentares	Indireto	A alteração dos hábitos alimentares da sociedade contemporânea motiva restrições a produtos provenientes da agricultura e pecuária tradicionais	
Cultural Falta de cidadania	Indireto	Turista/excursionista não habituado com o cuidado do espaço público, gerando descarte irresponsável de lixo, depredação de patrimônio natural e cultural e de equipamentos de infraestrutura essenciais ao turismo	
Mudança no uso da terra Instalação de empreendimentos turísticos	Direto	Demanda por áreas para instalação de equipamentos turísticos de diversos portes, levando à subtração de ecossistemas	
Mudança no uso da terra Expansão das cidades, do agronegócio, de infraestrutura portuária e suas respectivas estruturas urbanas	Direto	Perda de atrativos para o ecoturismo, turismo de aventura e descaracterização do turismo rural	
Mudança no uso da terra Turismo de segunda residência e suas respectivas estruturas urbanas	Direto	O estabelecimento de chácaras de recreio, em áreas de remanescentes florestais e de empreendimentos imobiliários (loteamentos, casas e apartamentos), especialmente no litoral e em áreas anteriormente rurais, leva à diminuição de atrativos naturais	

Quadro 5 I
Síntese dos principais vetores de alteração ambiental na RBCV, que impactam o turismo sustentável.
Fonte: Elaboração própria.

Legenda:

Impacto dos vetores no último século



Baixo



Moderado



Alto



Muito alto

Tendência atual dos impactos



Diminui



Continua



Aumenta



Aumento rápido



Desconhecido

3 | CONTRIBUIÇÕES DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO CULTURAL DE LAZER E TURISMO PARA O BEM-ESTAR HUMANO

Conforme indicado no início deste capítulo, esta seção visa estabelecer algumas relações entre os serviços culturais abordados e o bem-estar humano. Uma das relações mais fortes é o lazer e o turismo como promotores de encontros de pessoas de grandes centros urbanos, caóticos e mal cuidados do ponto de vista socioambiental, com áreas protegidas e suas localidades, incluindo seus habitantes. Tais encontros assumem diferentes funções e significados, desde válvula de escape de um cotidiano estressante nos finais de semana, até a possibilidade de deslocamentos de compreensão sobre as relações entre sociedade e natureza, como mostra a **Figura 24**, que retrata a nascente do Tietê, em Salesópolis, principal atração turística da cidade, destacando a importância da preservação da natureza e dos recursos hídricos e premência pela reflexão crítica sobre o modelo de desenvolvimento atualmente hegemônico.

Assim serão focados estes dois conjuntos de funções, finalidades e significados: lazer e turismo como espaço/tempo de descanso e restabelecimento de energias; e como espaço/tempo de educação em perspectiva crítica. Ambas se identificam com atributos da ideia de bem-estar humano estabelecida pela Avaliação Ecológica do Milênio (MILLENNIUM..., 2003) – saúde individual, boas relações sociais e liberdade de escolha e ação.

O bem-estar humano é composto por determinados atributos, tais como necessidades materiais básicas: alimento e abrigo, saúde individual, segurança, boas relações sociais e liberdade de escolha e ação (MILLENNIUM..., 2003; MILLENNIUM... 2005). Diante de componentes apontados da forma sugerida, faz-se necessária a ressalva que o significado ou mesmo os sentidos de cada atributo assumem diferenças de acordo com cada comunidade, grupo social, etc. Como decorrência desta ressalva, cabe observar que o direito de se viver bem não deve ter uma natureza dada, mas sim criada, construída, conquistada, de modo que todo indivíduo e conseqüentemente toda comunidade tem potencial para desenvolver seus ideais de bem-estar humano, assim como produzir os meios para alcançá-lo.



Figura 24 I
Nascente do Tietê,
Salesópolis.
Foto: Sergio Luiz Jorge.
Fonte: Expressão Studio
TUR.SP (2019).

Cumprir observar a possibilidade de estabelecimento de uma correlação dos serviços ecossistêmicos com elementos de base material para uma vida digna, à medida em que se estrutura uma troca comercial no processo de visitação aos atrativos naturais. Disto decorrem atividades econômicas (serviços de apoio como alimentação, hospedagem, transporte e monitoria ambiental), que geram renda para as pessoas envolvidas com o aspecto econômico do fenômeno social do turismo (monitoria ambiental principalmente), permitindo o acesso a bens e serviços essenciais à vida.

Inicia-se pela relação entre os serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo e o bem-estar humano a partir do atributo saúde individual. O motivo desta primeira abordagem são as inúmeras evidências a respeito dos impactos negativos da ausência ou mesmo carência de contato com a natureza e os benefícios gerados por essa relação. Assim, a importância da biodiversidade para o bem-estar e para a saúde das pessoas somente ganhou maior destaque quando o processo de perda da diversidade biológica alertou para a necessidade tanto da conservação como do uso racional dos recursos naturais, com proteção ao fluxo de serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais (ALHO, 2012).

Para Campello (2008), a ausência de vegetação causa elevação da temperatura local o que implica em aumento da mortalidade e das doenças infecciosas. Outra consequência da falta de vegetação é o aumento da poluição atmosférica, que provoca doenças cardiorrespiratórias. Ianni (2005, p.78) é incisiva ao afirmar que a *“degradação ambiental e agravos à saúde expressam, portanto, uma crise ecológica stricto sensu”*. Nessa mesma linha, Campello (2008) faz uma ressalva importante do ponto de vista econômico, ao valorar o custo da má qualidade do ar em pelo menos US\$ 1 bilhão aos cofres públicos brasileiros a cada ano, principalmente devido a mortes ou tratamentos de doenças direta ou indiretamente associadas à poluição.

Moreira (2010), em estudo sobre a interação da vegetação arbórea e a poluição atmosférica na cidade de São Paulo, apresenta uma conclusão alinhada com as informações anteriores, ressaltando que os efeitos mais frequentes e comuns estão relacionados a doenças pulmonares

e cardíacas. Outra conclusão de seu trabalho destaca a relação entre os ecossistemas conservados da RBCV e a saúde humana, ao afirmar que a concentração de poluentes diminui conforme se amplia a distância da fonte poluidora.

Pode-se inferir, portanto, que o território da RBCV, ao integrar ecossistemas naturais conservados, protegidos e muitas vezes distantes de grandes fontes poluidoras, oferece a residentes e visitantes, pela via do turismo sustentável, qualidade ambiental superior àquela encontrada em grandes centros urbanos. Outra perspectiva a ser devidamente considerada, é a possibilidade educadora de reflexões sobre a relação conflituosa entre o modelo hegemônico de desenvolvimento urbano e a necessidade de manter e melhorar a qualidade ambiental por meio da conservação das fontes de serviços ecossistêmicos (Figura 25).

Em estudo a respeito dos efeitos positivos gerados por parques urbanos, Bovo e Amorim (2009), destacam as funções ecológica, estética e social. A função ecológica é exercida através da fixação das poeiras e materiais residuais existentes no ar, da filtragem da radiação solar e diminuição das temperaturas externas, da redução da velocidade do vento, da influência no balanço hídrico e da amenização de ruídos existentes no espaço urbano. A função estética se dá pela quebra da monotonia da paisagem urbana causada pelos grandes complexos de edificações; enquanto a função social ocorre pela oferta de espaços para o lazer e para a prática de atividades físicas. Em pesquisa semelhante Ferreira (2005) destaca que as áreas verdes urbanas, além dos efeitos ambientais positivos, proporcionam benefícios gerados para o bem-estar público, atuando significativamente na saúde física e mental, influenciando positivamente na melhoria da qualidade de vida.

Os capítulos sobre Serviços Ecossistêmicos de *Regulação de sequestro de carbono e redução de gases efeito estufa; Regulação do clima e Regulação da qualidade do ar e controle de doenças* apresentam informações e reflexões aprofundadas sobre a importância dos ecossistemas para o bem-estar humano, principalmente para a saúde física, além de tratar a temática especificamente para a área abrangida pelo Cinturão Verde.



Figura 25 I
Canoagem ecológica,
São Vicente.
Foto: Elias Gomes.
Fonte: Expressão
Studio TUR.SP (2019).

No que se refere à importância do serviço ecossistêmico tratado neste capítulo para a saúde mental, um exemplo interessante é apontado em estudo que analisou os padrões cerebrais (frustração, atenção dirigida, excitação e calma mental ou estado meditativo) de 12 jovens estudantes saudáveis em diferentes locais (bairros históricos, bairros comerciais e bairros com características de parques). O resultado mostrou que em áreas predominantemente verdes os padrões cerebrais apresentavam estados meditativos, ao contrário das áreas comerciais onde os padrões cerebrais correspondiam a estados de excitação (REYNOLDS, 2013).

Destas conclusões pode-se inferir que as áreas verdes, inclusive aquelas integradas às grandes cidades, beneficiam – individual e coletivamente – a saúde da população que tem acesso aos parques e outros espaços similares. Tais benefícios tendem a ser maiores à medida em que se afasta de grandes áreas urbanizadas e carentes de vegetação e se aproxima de áreas com abundância de elementos naturais.

A defesa da biodiversidade apresenta-se como uma característica intrínseca às pessoas, pela aplicação do princípio da biofilia, que postula a existência de uma orientação psicológica

do ser humano para uma atração pelas formas de vida na natureza (KELLERT; WILSON, 1993 apud ALHO, 2012). A biofilia é definida como a conexão que o ser humano, inconscientemente, procura manter com a natureza íntegra, com as plantas e os animais. A biofilia implica, portanto, na afiliação natural de pessoas pelas coisas vivas da natureza, ao contrário da fobia, que se refere a aversão sentida diante da poluição, do amontoado de lixo, do mau cheiro no ar, da mortandade de peixes por contaminação de rios, dos desmatamentos criminosos, dos aglomerados humanos marginalizados, mal nutridos e doentes (ALHO, 2012).

Nesse contexto, o turismo sustentável, ao promover a conservação dos ecossistemas e respectivos territórios geográficos, históricos e culturais, proporciona o contato direto com o meio natural conservado no interior das UC e no entorno delas, ou seja, proporciona o acesso aos serviços ecossistêmicos tratados neste capítulo.

Ao incentivar a visitação pública aos ecossistemas protegidos como UC, valorizando modelos alternativos de desenvolvimento local, auto-organizado e solidário, o turismo sustentável pode sensibilizar visitantes e, ainda, convidá-los à reflexão, mobilizando-os para

mudanças de compreensão e de postura sobre a tensa relação entre sociedade e natureza, urbano e rural, centro e periferia.

O serviço ecossistêmico cultural de lazer e turismo contribui, ainda, com os atributos do bem-estar humano inerentes à boas relações sociais e liberdade de escolha e ação. Destaca-se o potencial educador contido nas visitas, excursões e demais experiências proporcionadas pelo ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura. Diante de ressalvas apontadas ao longo deste capítulo, notadamente em relação à necessidade de que as práticas do ecoturismo possam contribuir para possibilitar consciências críticas (HINTZE, 2009), deve-se lançar mão de práticas educativas, a partir das manifestações de turismo sustentável (Figura 26).

Os componentes apontados pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio para o atributo boas relações sociais são: coesão social, respeito mútuo e condições de ajudar o próximo (MILLENNIUM..., 2003). Nesse ínterim, a abordagem da discussão desenvolvida no presente capítulo, aponta para a promoção do encontro e do diálogo entre as pessoas de uma comunidade para se organizarem e planejarem seu próprio desenvolvimento, com base num processo de autoconhecimento e auto-organização. Direciona ainda para expor e estender tal processo

a outros cidadãos, em princípio alheios àquele movimento comunitário.

Tal perspectiva demanda, além de respeito mútuo, o reconhecimento de conflitos internos às comunidades foco da ação e reconhecimento daqueles conflitos provenientes do encontro com valores, visões de mundo e expectativas distintas entre a comunidade local e os visitantes. Para atender à ideia de turismo sustentável se faz necessário repensar as relações sociais de produção, com a devida busca por alternativas mais horizontalizadas, justas e solidárias.

Já no que tange à liberdade de escolha e de ação, o componente chave para sua compreensão é a oportunidade para alcançar aquilo que o indivíduo preza ter e ser. Para tanto, as concepções de turismo sustentável, ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura tratadas neste capítulo procuram caminhar na direção de propor o debate e toda movimentação social necessária ao desenvolvimento da atividade turística, com vistas não exclusivamente a promover o turismo como fim em si.

Trata-se de compreender o turismo como meio: como recurso que potencializa tanto uma atividade geradora de renda complementar como também atividade criadora de situações oportunas que estimulam as comunidades a olharem para seu território a partir de seus

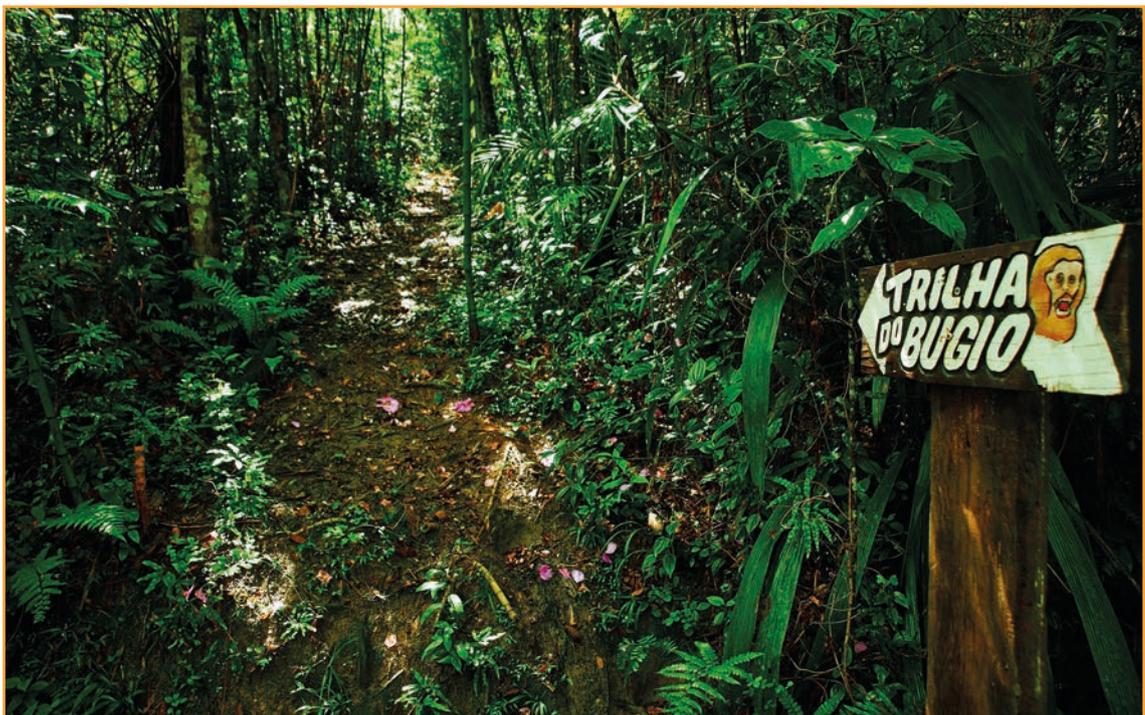


Figura 26 |
Trilha do Bugio,
Centro de Aventura
Rio Abaixo, Juquitiba.
Foto: Sergio
Luiz Jorge.
Fonte: Expressão
Studio TUR.SP (2019).



vários sentidos: culturais, históricos, ecológicos, educadores, afetivos, etc., sendo esta sua principal finalidade.

Para se construir territórios sustentáveis que promovam o bem-estar humano de suas comunidades, é necessária atenção para que suas dinâmicas sociais, políticas e de infraestruturas não estejam somente vinculadas à venda de serviços e produtos relacionados ao turismo. É preciso que os territórios expressem a vida das comunidades em suas relações, culturas, histórias, modos de habitar, religiosidades, formas de organização política que, por vezes, têm nos ecossistemas a base de suas características peculiares, como detalhadamente analisado no capítulo *Serviços culturais folclóricos: a dimensão do folclore caiçira*.

Se determinada comunidade irá optar pelo turismo sustentável como oportunidade ou fator de desenvolvimento local, cabe à própria comunidade decidir. Para tanto, importa observar algumas características que devem assumir as propostas que visam fomentar a atividade turística em territórios como o da RBCV: o turismo organizado com as comunidades; a natureza de complementação de renda; a compreensão de ser uma atividade que proporciona situações de natureza educadora; a busca recorrente ao questionamento: em que

a atividade turística serve ao local, enquanto território e como comunidade?

Ao se afastar destas características, o turismo tende a assumir sua força de reproduzir um modelo de desenvolvimento predatório. Diante de tais considerações, pode-se supor que, para haver proposição de desenvolver o turismo sustentável em determinada localidade, é necessário que tal processo seja tomado pela preocupação de promover a autoafirmação das identidades locais a partir do já mencionado processo de auto-organização.

Estas discussões são ilustradas pela **Figura 27**, que mostra uma peculiaridade da tradicional cozinha caiçara a base de frutos do mar, na praia de Itaguare, em Bertioaga.

Os impactos e tendências nas relações entre os serviços culturais de lazer e turismo e o bem-estar humano, considerando os vetores de alteração ambiental (**Quadro 5**) são sintetizados na **Quadro 6**. Ainda que o turismo sustentável e suas manifestações potencializem impactos positivos no bem-estar humano, (conforme intensidade das cores), os vetores de alteração ambiental (representados pelas setas) podem diminuir a tendência da continuidade desses impactos positivos, em função da fragilização dos ecossistemas e perda de territórios de comunidades rurais.



Figura 27 I
Rota das Ostras,
Bertioaga.
Foto: Elias Gomes.
Fonte: Expressão
Studio TUR.SP (2019).

Impactos do turismo sustentável sobre os componentes do bem-estar humano	Serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo			Descrição dos impactos em decorrência dos vetores de alteração ambiental
	Ecoturismo	Turismo de aventura	Turismo rural	
Base material para uma vida digna				
Geração de renda para o receptor possibilita acesso a alimentos, remédios e outros bens necessários como: vestuário, utensílios e moradia, assim como acesso a serviços essenciais, como saúde, educação, cultura, lazer	→	→	→	Possibilita renda e/ou complementação de renda à população residente beneficiária de atividades turísticas. A tendência permanece por algum tempo mesmo considerando os vetores de alteração; o impacto é alto, porém concentrado em empreendedores que se adaptam a alterações de perfis de visitantes em função da dinâmica de massificação e mercantilização crescente do turismo, em contraposição à perda de atrativos naturais e espaços rurais.
Saúde				
Prevenção a doenças (bem-estar físico e emocional)	→	→	→	Para visitantes o contato com os ecossistemas promove bem-estar físico e emocional. As pressões a que estão submetidos os ecossistemas e comunidades rurais gera a tendência de queda gradual de oportunidades de contato promovido pelo turismo sustentável.
Acesso a água e ar limpos	→	→	→	O turismo sustentável requer a manutenção da qualidade ambiental proporcionadas por ecossistemas protegidos e conservados para viabilizar-se como acesso a bens ambientais.
Boas relações sociais				
Oportunidade de expressão cultural e espiritual associados aos ecossistemas	→	→	→	Especialmente no turismo rural, devido à tendência de perda de território de comunidades rurais, há a retração de tais oportunidades. Seu impacto é mais forte nesta manifestação de turismo sustentável (turismo rural) devido à relação entre as manifestações culturais e a própria noção de turismo rural.
Organização social igualitária e de auxílio mútuo	→	→	→	O impacto do turismo sustentável é alto na medida em que demanda relações interpessoais consolidadas, visando a formação de grupos em cooperação e organizados para compor um arranjo produtivo local. No entanto, a tendência é de queda em função de vetores de alteração que desestabilizam as relações sociais locais (como observado nos vetores de alteração no uso e cobertura do solo).
Oportunidade de expressão valores estéticos, recreativos e artísticos	→	→	→	O ecoturismo e o turismo de aventura possibilitam a afirmação de tais valores pelo contato de visitantes com os ecossistemas – contudo, a tendência mantém-se aos visitantes, porém é fragilizada em relação às comunidades que podem beneficiar-se do ecoturismo e turismo de aventura. Já no turismo rural, isso depende fundamentalmente da existência de comunidades rurais para se ter o devido contato.
Oportunidade de observar, estudar e aprender a partir dos ecossistemas	→	→	→	No caso do turismo rural, a tendência de queda justifica-se por conta das pressões a que estão expostas as comunidades rurais e, com elas, suas leituras, compreensões e relações com os ecossistemas de que dependem.

Quadro 6.1
Avaliação do impacto positivo dos serviços culturais de lazer e turismo sobre o bem-estar do turista/visitante e tendências quanto à disponibilidade desses serviços. (continua)

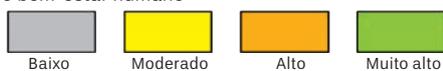


Segurança				
Possibilidade de viver em um ambiente seguro e livre de conflitos				Há tendência de aumento de tensão e de conflitos entre a manutenção dos ecossistemas e substituição gradativa de comunidades rurais por usos e ocupações urbanos e mais densos, reforçando a insegurança socioambiental (de pessoas, comunidades e ecossistemas).
Redução da vulnerabilidade aos choques e estresses ecológicos e calamidades				Enquanto áreas disponíveis para o turismo sustentável contribuem significativamente com a menor vulnerabilidade a calamidades, por conta da existência de ecossistemas bem conservados, a ocorrência de vetores de alteração e mudanças que se observam no território da RBCV leva à uma tendência de queda desta segurança, uma vez que há aumento de exposição (a comunidades e visitantes) a problemas advindos de estresses ecológicos.
Liberdade de escolha e ação				
Oportunidades para poder conquistar o que um indivíduo valora fazer e ser				Havendo desterritorialização de comunidades rurais e outras que habitam o território da RBCV (migração, êxodo, perda de identidade), reduzem-se as oportunidades para escolher entre autoconhecimento e autoafirmação e submissão às lógicas de apropriação do espaço e do território pautadas por interesses mercantis.
Autonomia: possibilidade de autogestão individual e coletiva, livre de qualquer tipo de dependência ou subordinação entre pessoas ou diferentes grupos				Embora as áreas destinadas à prática de turismo sustentável possibilitem fortemente que as comunidades locais definam o modo de uso, há uma tendência de queda desta autonomia num cenário de perda de território para outros tipos de uso e ocupação decorrentes do aumento da mancha urbana.

Quadro 6 I
Avaliação do impacto positivo dos serviços culturais de lazer e turismo sobre o bem-estar do turista/visitante e tendências futuras quanto à disponibilidade desses serviços.

Legenda:

Impacto positivo dos serviços culturais de lazer e turismo sobre o bem-estar humano



Tendência atual dos impactos



Embora os impactos positivos do turismo sustentável – para visitantes e residentes – guardem potencial de se manter ou se acentuar, as tendências de que tais impactos positivos se confirmem são contínuas (por determinado período) ou em declínio, devido aos vetores que vêm alterando negativamente os ecossistemas. As condições marcadas por alterações negativas significativas nos ecossistemas reduzem, portanto, o potencial de impactos positivos do turismo sustentável, já que, para se viabilizar, necessita dos ecossistemas protegidos.

CONCLUSÕES

Os dados, indicadores, reflexões e discussões desenvolvidos demonstram que, por um lado, são evidentes os serviços ecossistêmicos

da RBCV para o lazer e o turismo, na forma de inúmeras possibilidades de acesso e contato com paisagens, monumentos naturais, ecossistemas conservados, manifestações culturais, folclóricas e toda uma gama de bens ambientais, elementos naturais e situações que possibilitam reflexões com perspectiva crítica educadora, atreladas a momentos de lazer.

Por outro lado, tais possibilidades encontram-se ameaçadas por vetores de alteração de ordem econômica, social, histórica, política e cultural manifestados em dinâmicas que, ao longo de décadas, vêm consumindo e degradando territórios inteiros.

Tais movimentos evoluem e ganham força na esteira de posturas sociais e políticas que comprometem a qualidade ambiental e a qualidade de vida, a redução de desigualdades, a inclusão

social, política e econômica, indo de encontro aos componentes do bem-estar humano.

Ao observar o lazer e o turismo em perspectivas distintas, complementares e, por vezes contraditórias ou conflitantes, dependendo das opções estabelecidas (social, econômica ou ecossistêmica), o capítulo aponta para a necessidade de se refletir, debater e, por fim, escolher conscientemente sobre qual concepção de lazer e de turismo se pretende desenvolver ou fomentar.

A depender dessa escolha está a relação entre os serviços ecossistêmicos de lazer e turismo e a manutenção de suas condições no espaço e no tempo.

Quando a análise ultrapassa a dimensão econômica, lazer e turismo são compreendidos, como serviços ecossistêmicos que possibilitam reconciliação entre as pessoas e a natureza, criando situações educadoras tanto para quem recebe o turista como para quem visita o lugar.

Sem pretender encerrar o debate, acrescenta-se que, em se tratando de serviços ecossistêmicos culturais, o lazer, o turismo sustentável e especialmente o ecoturismo possuem condições suficientes para expressar suas contribuições ao bem-estar humano nos territórios da RBCV, sobretudo no que se refere às dimensões saúde individual, boas relações sociais e liberdade de escolha e ação.

O espaço territorial abrangido pela RBCV, que abarca total ou parcialmente, 78 municípios com distintas estruturas de paisagem, características ecossistêmicas e histórico de desenvolvimento, detém atributos a serem explorados com vistas à promoção de atividades turísticas para o desenvolvimento local sustentável, a partir da interação com as áreas naturais, especialmente aquelas detentoras de algum status de proteção ambiental.

A própria implementação da RBCV e dos seus planos de ação possibilita o desenvolvimento do turismo. Neste contexto, destaca-se o Programa de Jovens – Meio Ambiente e Integração Social (PJ-MAIS) como estratégia de protagonismo juvenil e de desenvolvimento local. Considera o turismo sustentável como um de seus focos de formação e de fomento do chamado ecomercado de trabalho, e busca alinhamento de políticas públicas preexistentes em diversas esferas governamentais. Cita-se como exemplo o fomento à economia solidária,

ao desenvolvimento local/territorial, ao ecoturismo, ao turismo rural, turismo de aventura e roteiros e circuitos associados a essas manifestações do turismo sustentável.

À guisa de conclusão, como esforço para se construir políticas locais visando melhor aproveitamento do potencial de serviços ecossistêmicos culturais de lazer e turismo e as decorrentes atividades econômicas no território da RBCV, podem ser estruturadas as seguintes ações:

- identificar territórios com ecossistemas bem conservados e convertê-los em UC compatíveis com o propósito de visitação pública;
- intensificar o apoio à gestão de UC existentes, proporcionando mais recursos humanos e equipamentos, como veículos para fiscalização, equipamentos de informática, entre outros;
- criar programas de apoio à conservação de áreas particulares com ecossistemas bem conservados como, por exemplo, mecanismos de pagamento por serviço ambiental (PSA);
- identificar iniciativas empreendedoras existentes em escala local e regional;
- diagnosticar as políticas públicas federais, estaduais e municipais de fomento ao desenvolvimento local, geração de trabalho e renda e atividade turística sustentável;
- identificar programas de apoio ao desenvolvimento local/territorial, no âmbito, por exemplo, de instituições como órgãos governamentais de apoio e fomento à economia solidária; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas e Micro Empresas (SEBRAE); Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho; Banco do Povo Paulista, Subsecretaria do Trabalho Artesanal nas Comunidades (SUTACO); agências de desenvolvimento – estadual e municipais. Essas entidades têm o potencial de apoiar em termos de capacitação e subsidiar com aporte de recursos (linhas de crédito/microcrédito) voltados a atividades turísticas sustentáveis;
- levantar com maior nível de detalhamento o potencial turístico de cada localidade, identificando as fragilidades

a serem superadas, a partir de instrumentos como inventários turísticos e análises diagnósticas;

- fomentar programas de ensino superior compatíveis com o campo do turismo, de maneira a construir relações com essas instituições educacionais. Essa ação é útil tanto para a construção de conhecimentos para desenvolver a atividade turística, como para a formação e instrumentalização de agentes locais;
- diagnosticar o comportamento específico da demanda, incluindo os turistas e visitantes, com vistas ao estabelecimento do perfil do turismo sustentável existente e que deve ser promovido na RBCV. É preciso produzir informações primárias sobre turistas e visitantes que já frequentam espaços do Cinturão Verde, assim como aqueles que podem reunir condições e motivos para tal;
- investir na formação de recursos humanos locais, sendo o PJ-MAIS considerado como principal ação nessa linha. O PJ-MAIS possui tanto metodologicamente, também conceitual e teoricamente, condições de promover uma formação propícia à construção de arranjos produtivos vinculados ao turismo sustentável; arranjos compostos por empreendimentos solidários

sustentáveis variados, relacionados aos diferentes núcleos produtivos que integram o denominado produto turístico (recepção, monitoramento e guiamento; produção, beneficiamento e alimentação; produção artística e entretenimento, etc.).

Essas ações aqui elencadas partem de uma postura investigativa, articuladora e pró-ativa sobre as possibilidades de desenvolvimento integrado do turismo, ao passo que se dirigem a uma práxis marcada pelo reconhecimento do próprio território e intervenções no mesmo com vistas a torná-lo sustentável.

Se os serviços ecossistêmicos podem ser compreendidos como as contribuições dos ecossistemas ao bem-estar humano, sendo o lazer um dos benefícios, o turismo sustentável configura-se como canal apropriado e contemporâneo, para a atual e as futuras gerações acessá-los pelo contato direto com a sociobiodiversidade. Contudo, se tal raciocínio parece simples à primeira vista, a complexidade reside no conjunto de reflexões críticas necessárias e tomadas de decisões conscientes sobre como o lazer, o turismo sustentável e suas manifestações mais próximas devem ser viabilizados, de forma a se buscar coerência com a premência de se manter e ampliar as condições que garantem a existência dos serviços ecossistêmicos.



REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007). NBR 15500. **Turismo de Aventura** – Terminologia. Rio de Janeiro.
- AGÊNCIA Cabuçu Turismo. (2019a). Disponível em: <<http://cabucuturismo.blogspot.com/>>. Acesso jul. 2019.
- AGÊNCIA Cabuçu Turismo. (2019b). Disponível em: <<http://cabucuturismo.blogspot.com/>>. Acesso jul. 2019.
- ALESP – Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo (2019). Coletâneas Temáticas de Normas. Criação de Estâncias. **Relação de Estâncias Turísticas do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/alesp/coletanea/?idColetanea=1&idSecao=10>>. Acesso jul. 2019.
- ALHO, C. J. R. (2012). Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos Avançados**. [online]. 2012, vol.26, n.74, pp. 151-166.
- ALMEIDA, M. A. B.; GUTIERREZ, G. L (2004). Subsídios teóricos do conceito cultura para entender o lazer e suas políticas públicas. *Conexões: Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP*. v.2, n.1. 2004, pp. 48-63.
- ABETA – Associação Brasileira de Empresas de Ecoturismo e Turismo de Aventura; MTUR – Ministério do Turismo. **Relatório de Impactos do Programa Aventura Segura**. Belo Horizonte: Ed. Dos Autores, 2011.
- ASSOCIAÇÃO Cultural e Ambiental Chico Mendes Cabuçu - Grs. Disponível em <<https://www.facebook.com/chicomendes.cabucu>>. Acesso jul. 2019.
- BARRETTO, M. (1995). **Manual de Iniciação ao Estudo do Turismo**, Campinas, SP: Papyrus.
- BARTHOLO, R.; SANSOLO, D. G.; BURSZTYN, I. (org.). (2009). **Turismo de selva e turismo de base local comunitária: diversidade de olhares e experiências brasileiras**. Letra e Imagem.
- BENI, M. C. (2001). **Análise Estrutural do Turismo**. São Paulo: Editora SENAC.
- BOVO, M. C.; AMORIM, M. C. C. T. (2009). Efeitos Positivos Gerados pelos Parques Urbanos: um estudo de caso entre o Parque do Ingá e o Parque Florestal das Palmeiras no Município de Maringá/PR. Trabalhos completos (eixo 8). **XIII Simposio de Geografia Física Aplicada**. Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- BRAMANTE, A. C. (2012). Lazer e sustentabilidade: reinventando o ENAREL. Conferência de abertura. In: **ENCONTRO Nacional de recreação e lazer**, 23. Várzea Paulista, SP: Fontoura.
- BRASIL (1967). **Lei Nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967**. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
- BRASIL (1981). **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- BRASIL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.
- BRASIL (1990). **Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
- BRASIL (1990). **Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990**. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.
- BRASIL (1996). **Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996**. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências.
- BRASIL (1998). **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- BRASIL (1999). **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
- BRASIL (2000). **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL (2002). **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- BRASIL (2002). **Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002**. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências
- BRASIL (2002). **Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.



- BRASIL (2006). **Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006**. Regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- BRASIL (2006). **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências.
- BRASIL (2008). **Lei nº 11.771, de 17 de setembro de 2008**. Dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico; revoga a Lei nº 6.505, de 13 de dezembro de 1977, o Decreto-Lei nº 2.294, de 21 de novembro de 1986, e dispositivos da Lei nº 8.181, de 28 de março de 1991; e dá outras providências.
- BRASIL (2010). **Decreto nº 7.381, de 02 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 11.771, de 17 de setembro de 2008, que dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico, e dá outras providências.
- BRASIL (2012). **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- BRICALLI, L. C. (2005). Construcción de tipologias para el turismo em áreas rurales. **Estudios y Perspectivas em Turismo**. V. 14. pp. 263-77.
- CAMARGO, L. O. L. (2012). Lazer e sustentabilidade. Conferência de encerramento. In: **ENCONTRO Nacional de recreação e lazer**, 23. Várzea Paulista, SP: Fontoura, 2012.
- CAMPELLO. C. C. (2008). **Áreas Verdes** - Índices que Sustentam a Vida. Material de apoio. Ministério Público do Estado de São Paulo.
- CI - Conservation International Brasil. **Observação de aves na costa do descobrimento**. Disponível em: <<https://web.conservation.org/global/brasil/Pages/Observacao-de-Aves.aspx>>. Acesso jul. 2019.
- CIDADES PAULISTAS (2019). **Roteiros Turísticos**. Disponível em: <<http://www.cidadespaulistas.com.br/prt/tur-roteiros.htm>>. Acesso jul. 2019.
- DIAS, R. (2011). A biodiversidade como atrativo turístico: o caso do turismo de observação de aves no município de Ubatuba (SP). **Revista Brasileira de Ecoturismo**. São Paulo, v.4, n.1, pp.111-122.
- ENCICLOPEDIA DE ANTROPOLOGIA (2019). Disponível em: <<http://ea.fflch.usp.br/>>. Acesso em jul. 2019.
- FERREIRA, A. D. (2005). **Efeitos positivos gerados pelos parques urbanos: o caso do passeio público da cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Ciência Ambiental) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.
- FC&CP – SP – Federação de Convention & Visitors Bureaux do Estado de São Paulo (2019). **Banco de imagens do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.fcvb-sp.org.br/bancodeimagens/>>. Acesso jul. 2019.
- GOUVEIA, L.A. *et al.* (2014). Fatores que influenciam a intenção de compra de viagens de ecoturismo e turismo de aventura. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.7, n.3, ago/out 2014, pp.551-575.
- HINTZE, H.C. (2009). Ecoturismo na cultura de consumo: possibilidade de Educação Ambiental ou espetáculo? **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.2, n.1, pp.57-100.
- IANNI, A. M. Z. (2005). Biodiversidade e saúde pública: questões para uma nova abordagem. **Revista Saúde e Sociedade**. v.14, n.2, p.77-88, maio-ago 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v14n2/09.pdf>>. Acesso jul. 2019.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). **Cidades e estados. (Banco de Dados. Todos os Municípios – SP)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso: 25 nov. 2019.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). **Sistema de Contas Nacionais Brasil 2015**. Contas Nacionais número 56. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). **Economia do Turismo: uma perspectiva macroeconômica 2003 – 2009**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Série Estudos e Pesquisas. Informação Econômica, nº 18. Rio de Janeiro: IBGE.
- INSTITUTO AUÁ. **Rota do Cambuci (2019)**. Disponível em: <<http://institutoaua.org.br/empreendimentos/rota-do-cambuci/>>. Acesso em jul. 2019.
- JAFAR, J. (1994). La cientificación del turismo. **Estudios y Perspectivas em Turismo**. Buenos Aires, v.3, n.1, p7-33.
- KOGA, E. S.; OLIVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, C.S. (2011). Perfil dos visitantes nos Parques Estaduais de São Paulo: estudo do Programa Trilhas de São Paulo. **Anais do VIII Congresso Nacional de Ecoturismo e do IV Encontro Interdisciplinar de Ecoturismo em Unidades de Conservação. Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.4, n.4, p. 554.

MDA – MINISTÉRIO do Desenvolvimento Agrário. **Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade**. Brasília: MDA, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.planejamento.gov.br/xmloi/handle/123456789/1024>> Acesso jul. 2019.

MEIRA, F. B.; MEIRA, M. B.V. (2007). Considerações sobre um campo científico em formação: Bourdieu e a "nova ciência" do turismo. **Cad. EBAPE.BR** [online]. 2007, vol.5, n.4, pp. 01-18. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512007000400006&lng=en&nrm=iso>. Acesso jul. 2019.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2003). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington: Island Press.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). **Current State and Trends Assessment**. Island Press, Washington D.C.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2019). CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso jul. 2019.

MOREIRA, T. C. L. (2010). **Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo**. 81 fl. Dissertação. Mestrado em Ciências. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo. Piracicaba. Disponível em: http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:dissertes:tiana_moreira.pdf>. Acesso jul. 2019.

MOVIMENTO Cabuçu (2019a). **Espaço do Movimento**. Disponível em <<http://movimento.cabuçu.blogspot.com/>>. Acesso jul. 2019.

MOVIMENTO Cabuçu Cantareira (2019b). **Movimento Cabuçu Cantareira**. Disponível em <<https://www.facebook.com/Cabucucantareira>>. Acesso jul. 2019.

MTUR – Ministério do Turismo (2006). **Marcos Conceituais**. Série cadernos e Manuais de Segmentação. Brasília, MTur.

MTUR – Ministério do Turismo (2008). **Turismo de Aventura**: orientações básicas. Brasília, MTur.

MTUR – Ministério do Turismo (2009). **Hábitos de consumo do turismo brasileiro**. Publicações MTur. Brasília, MTur. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/noticias/todas_noticias/Noticias_download/13.11.09_Pesquisa_Hxbitos_2009.pdf>. Acesso em jul. 2019.

MTUR – Ministério do Turismo (2010a). **Ecoturismo**: orientações básicas. Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo,

Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação - Brasília: MTUR, 2. ed.

MTUR – Ministério do Turismo (2010b). **Turismo Rural**: orientações básicas. 2. ed. Brasília, MTur.

MTUR – Ministério do Turismo (2013). **Anuário Estatístico de Turismo** – 2012. Vol. 39. Brasília, MTur.

MTUR – Ministério do Turismo (2013). Portaria nº 105, 16 de maio de 2013. Institui o Programa de Regionalização do Turismo.

MTUR – Ministério do Turismo (2013). Portaria nº 313, de 3 de dezembro de 2013. Portaria que define o Mapa do Turismo Brasileiro e dá outras providências.

MTUR – Ministério do Turismo (2015a). Portaria 205, de 9 de dezembro de 2015. Revoga os arts. 2º, 3º e 4º, bem como a Portaria nº 116, de 9 de julho de 2015.

MTUR – Ministério do Turismo (2015b). Portaria nº 144, de 27 de agosto de 2015. Estabelece a categorização dos municípios pertencentes às regiões turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro, definido por meio da Portaria MTur nº 313, de 3 de dezembro de 2013, e dá outras providências.

MTUR – Ministério do Turismo (2016a). Portaria nº 119, de 8 de abril de 2016. Dá nova redação aos art. 1º, 3º, parágrafo 2º, 4º, inciso III; e 5º, incisos II e III.

MTUR – Ministério do Turismo (2016b). Portaria nº 161, de 24 de junho de 2016. Portaria que institui Comitê Executivo.

MTUR – Ministério do Turismo (2016c). Portaria nº 171, de 11 de julho de 2016. Revoga o anexo da Portaria nº 313, de 3 de dezembro de 2013.

MTUR – Ministério do Turismo (2016d). Portaria nº 221, de 4 de outubro de 2016. Dá nova redação ao parágrafo 2º do art. 3º.

MTUR – Ministério do Turismo (2016e). Portaria nº 268, de 28 de dezembro de 2016. Dá nova redação ao Artigo 3º da Portaria nº 205, de 9 de dezembro de 2015.

MTUR – Ministério do Turismo (2016f). Portaria nº 424, de 30 de dezembro de 2016. Estabelece normas para execução do estabelecido no Decreto nº 6.170, de 25 de julho 2007, que dispõe sobre as normas relativas às transferências de recursos da União mediante convênios e contratos de repasse, revoga a Portaria Interministerial nº 507/MP/MF/CGU, de 24 de novembro de 2011 e dá outras providências.

MTUR – Ministério do Turismo (2017a). Portaria nº 39, de 10 de março de 2017. Estabelece regras e critérios para a formalização de instrumentos de



transferência voluntária de recursos, para execução de projetos e atividades integrantes do Programa Turismo e respectivas Ações Orçamentárias, e dá outras providências.

MTUR – Ministério do Turismo (2017b). Portaria nº 197, de 14 de setembro de 2017. Define o Mapa do Turismo Brasileiro 2017 e dá outras providências.

MTUR – Ministério do Turismo (2018a). Portaria nº 192, de 27 de dezembro de 2018. Estabelece novos critérios para a atualização do Mapa do Turismo Brasileiro.

MTUR – Ministério do Turismo (2018b). Portaria nº 30, de 7 de fevereiro de 2018. Altera os arts. 1º, 2º e 7º da Portaria MTur nº 144, de 27 de agosto de 2015.

MTUR – Ministério do Turismo (2019a). **Dados e fatos: estatísticas e indicadores.** Disponível em: <<http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/>>. Acesso jul. 2019.

MTUR – Ministério do Turismo (2019b). **Pesquisa de sondagem empresarial:** Empresários do setor de Agências e Organização de Viagens no Brasil. 1º semestre/2019.

MTUR – Ministério do Turismo (2019c). Programa de Regionalização do Turismo. Secretaria Nacional de Estruturação do Turismo. Disponível em: <<http://www.regionalizacao.turismo.gov.br/>>. Acesso jul. 2019.

MTUR – Ministério do Turismo; ABETA – Associação Brasileira das Empresas de Ecoturismo e Turismo de Aventura (2009). **Perfil do Turista de Aventura e do Ecoturista no Brasil.** Brasília, Ministério do Turismo.

MTUR – Ministério do Turismo; EMBRATUR – Instituto Brasileiro de Turismo; FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2002). **Estudo sobre o Turismo praticado em Ambientes Naturais Conservados.** São Paulo. Disponível em <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/Set.14.66.pdf>>. Acesso jul. 2019.

MTUR – Ministério do Turismo; FGV – Fundação Getúlio Vargas (2014). **Boletim de Desempenho Econômico do Turismo.** Abril 2014. Ano XI, nº 42

MTUR – Ministério do Turismo; FGV – Fundação Getúlio Vargas (2017). **Boletim de Desempenho Econômico do Turismo.** Outubro 2017. Ano XIV, nº 56.

MTUR – Ministério do Turismo; FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2011). **Estudo da Demanda do Turismo Internacional no Brasil.** Press Kit. Brasília, MTur, 2011.

MTUR – Ministério do Turismo; FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2017). **Caracterização e dimensionamento do turismo**

internacional no Brasil - 2012-2016 - Relatório Descritivo.

MTUR – Ministério do Turismo; VOX POPULI (2009). **Pesquisa Hábitos de Consumo do Turismo Brasileiro.** Brasília, MTur, 2009. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/noticias/todas_noticias/Noticias_download/13.11.09_Pesquisa_Hxbitos_2009.pdf>. Acesso jul. 2019.

NECHAR, M. C. (2011). Epistemología crítica del turismo ¿qué es eso? **Turismo em Análise.** Vol. 2, n. 3, p. 516-538.

NETTO, A. P. (2005). Filosofia do Turismo: teoria e epistemologia. **Série Turismo.** 2º ed. São Paulo: Aleph.

NETTO, A. P.; NECHAR, M. C. (2014). Epistemologia do turismo: escolas teóricas e proposta crítica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo.** São Paulo, 8(1), pp.120-144, jan./mar.

OMS – ORGANIZACIÓN Mundial de La Salud (2005). **Guías de calidad del aire de la OMS:** relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: Actualización Mundial. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf>. Acesso jul. 2019.

OMT – ORGANIZAÇÃO Mundial do Turismo (1999). **Código Mundial de Ética do Turismo.** Santiago do Chile: OMT.

OMT – ORGANIZAÇÃO Mundial do Turismo (2001). **Cuenta Satelite de Turismo:** recomendaciones sobre el marco conceptual. Eurostat, Luxemburgo; OCDE, Madrid; OMT, Nueva York; Naciones Unidas, París.

PEDREIRA, B.C.C.G.; SANTOS, R.F.; POCIDONIO, E.A.L. (2013) Indicadores para selecionar áreas agroturísticas: o desempenho dos atributos agropecuários, turísticos e de conservação ambiental. **Revista Brasileira de Ecoturismo,** São Paulo, v.6, n.2, mai/jul-2013, pp.400-413.

PEDREIRA, B. C. C. G.; SANTOS, R. dos; ROCHA, J. V. da. (2009). Planejamento agroturístico de propriedade rural sob a perspectiva da conservação ambiental. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental,** v.13, n.6, p.741-749.

PORTO, J. R. S.; SOUSA, N. A. (2011). **Pluriatividade e Turismo Rural:** do experimentalismo difuso ao refinamento de um conceito. Poder e Desenvolvimento Local: grupo de Estudos. Biblioteca e Produção, EACH/USP, CEPPS, CPDA/UFRRJ, GEP-EAESP/FGV, Senac, UFSCar. Disponível em: <<https://poderdesenvolvimentolocal.files.wordpress.com/2011/02/pluriatividade-e-turismorural-do-experimentalismo-difuso-ao-refinamento-de-um-conceito.pdf>>. Acesso jul. 2019.

RBCV – Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. (2008). Formação Ecoprofissional e Ecomercado de Trabalho – Vivência do Programa de Jovens, Publicação Interna.

RBCV – Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (2009). **Revisão e atualização dos limites e zoneamento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em base cartográfica digitalizada:** fase VI. Organização: Clayton Ferreira Lino, Heloísa Dias e João Lucílio R. Albuquerque. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da mata Atlântica, 2009.

RBCV – Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (2001). **Turismo Sustentável em Áreas Urbanas** – O Caso da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, Publicação Interna, São Paulo: RBCV dezembro/2001

REYNOLDS, G. (2013). Entorno verde ameniza fadiga cerebral: Lugares como parques estimulam a contemplação. **Folha de São Paulo**, Suplemento The New York Times, 15 abr. 2013.

RODRIGUES, E. A. (2019). As florestas paulistas esquecidas: uma contribuição para o manejo e gestão sustentável de florestas públicas. Relatório de qualificação de doutorado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

SAMPAIO, C. A. C. (2007). Turismo como fenômeno humano: princípios para pensar a ecossocioeconomia do turismo e sua prática sob a denominação turismo comunitário. **Revista Turismo em Análise**. v. 18, n. 2, p. 148-165, novembro 2007.

SÃO PAULO (Estado) (2006) *Guia do Turismo Rural no Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria de Turismo.

SÃO PAULO (Estado). (2007). **Lei nº 12.780**, de 30 de novembro de 2007. Institui a Política Estadual de Educação Ambiental.

SÃO PAULO (Estado) (2008). **Programa Trilhas de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente; Fundação Florestal.

SÃO PAULO (Estado) (2009). **Unidades de conservação da natureza**. organizador Luiz Roberto Numa de Oliveira; textos Adriana Neves da Silva [et al.]. São Paulo: SMA, 2009.

SÃO PAULO (Estado) (2013). **Projeto de desenvolvimento do ecoturismo na região da Mata Atlântica no estado de São Paulo 2006-2013**. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; Coordenação geral AGUIAR, L. S. J.; KILLMER, A. B.; Coordenação KOGA, E. S.; Org. KOGA, E.S. et al. – São Paulo, SMA.

SÃO PAULO (Estado) (2015). **Lei Complementar nº 1.261, de 29 de abril de 2015**. Estabelece condições e requisitos para a classificação de Estâncias e de Municípios de Interesse Turístico e dá providências correlatas.

SÃO PAULO (Estado) (2018a). **Passaporte para as Trilhas de São Paulo**. 2ª Edição. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente.

SÃO PAULO (Estado) (2018b). Secretaria de Turismo, ADETUR – Departamento de Apoio ao Desenvolvimento dos Municípios Turísticos. Município de Interesse Turístico. Disponível em: <https://www.turismo.sp.gov.br/publico/noticia_tour.php?cod_menu=54>. Acesso jul. 2019.

SÃO PAULO (Município) (2006). Índices Sociais. **Série Temática Município em Mapas**. São Paulo, PMSP. Disponível em: <http://smul.prefeitura.sp.gov.br/indices_sociais/>. Acesso jul. 2019.

SÃO PAULO (Município) (2014). *Balanço do Turismo em São Paulo: Copa do Mundo*. São Paulo, SPTuris, 2014. Disponível em: <http://www.observatoriodoturismo.com.br/?p=2138>. Acesso jul. 2019.

SILVA, L.S.; GALVÃO, R.F.P. (2011). A expansão urbana e a perda de vegetação na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e o papel das Unidades de Conservação (UCs). **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, INPE.

TUR.SP – Companhia Paulista de Eventos e Turismo S/A. (2019). Banco de Imagens do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://bancodeimagens.expressaostudio.com.br/bncTur/>>. Acesso jul. 2019.

UN-HABITAT. UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. (2016). **Urbanization and development emerging futures. World cities report**.

GLOSSÁRIO

A

Área de Proteção Ambiental | Categoria de UC de uso sustentável estabelecida pelo SNUC, definida como área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de características físicas e de seres vivos, além de atributos estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Tem como objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais.

Atividade antrópica | Ação do ser humano sobre o meio.

Atrativo turístico | Todo lugar, objeto ou acontecimento de interesse turístico que motiva o deslocamento de grupos humanos para conhecê-los.

B

Biofilia | A biofilia é definida como a conexão que o ser humano, inconscientemente, procura manter com a natureza íntegra, com as plantas e os animais.

Bivaque | Acampamento provisório, rudimentar, para passar a noite na natureza, sobre uma tenda de campismo ou ao ar livre num saco de dormir.

D

Deslocamento doméstico | Viagens e excursões internas às fronteiras de um país.

E

Emissor, emissivo | Região de origem dos visitantes e turistas.

G

Gentrificação | O conceito refere-se a processos de mudanças das paisagens urbanas, aos usos e significados de zonas antigas /ou populares da cidade que apresentam sinais de degradação física, passando a atrair moradores de rendas mais elevadas. Devido a aspectos como arquitetura das construções, diversidade dos modos de vida, infraestrutura, equipamentos culturais e históricos, localização, baixo custo em relação a outros bairros, os “gentrificadores” (gentrifiers) se mudam gradualmente para tais locais, passando a demandar e consumir outros tipos de estabelecimentos e serviços inéditos (ENCICLOPÉDIA DE ANTROPOLOGIA, 2019).

N

Núcleo emissor | O mesmo que emissor ou emissivo.

Núcleo receptor | O mesmo que receptor ou receptivo.

P

Patrimônio cultural | Segundo a UNESCO é composto por monumentos, grupos de edifícios ou sítios que tenham um excepcional e universal valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico ou antropológico.

R

Receptor, receptivo | Região de destino de visitantes e turistas.

S

Sociobiodiversidade | Conceito que expressa a inter-relação entre a diversidade biológica e a diversidade de sistemas socioculturais.

T

Turista | Segundo a OMT, é toda pessoa sem distinção de raça, sexo, língua e religião que ingresse no território de uma localidade diversa daquela em que tem residência habitual e nele permaneça pelo prazo mínimo de 24 horas e máximo de seis meses, no transcorrer de um período de 12 meses, com finalidade de turismo, recreio, esporte, saúde, motivos familiares, estudos, peregrinações religiosas ou negócios, mas sem proposta de imigração.

U

Unidade de conservação | Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Unidade de produção familiar | Onde há predominância de mão de obra familiar como estratégia, mesmo quando há trabalho contratado.

V

Visitante | São as pessoas que se deslocam para um lugar diferente de onde moram. O tempo de permanência deve ser inferior a 12 meses.



PARTE 4

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE SUPORTE



4.1 A BIODIVERSIDADE COMO SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE SUPORTE

Coordenadora

Natália Macedo Ivanauskas | IF/SIMA

Autores

Natália Macedo Ivanauskas | IF/SIMA

Alexsander Zamorano Antunes | IF/SIMA

Sonia Aragaki | IBt/SIMA

Kátia Mazzei | IBt/SIMA

Fausto Pires de Campos | IF/SIMA

Vinícius Leonardo Biffi | EBSA

Foto de abertura do capítulo:
Floresta Ombrófila Densa
Montana no Parque Estadual
Itaberaba, uma das áreas
protegidas que integram a
Reserva da Biosfera do
Cinturão Verde do
Estado de São Paulo.
Fonte: Francisco de Assis
Honda (2009).



SUMÁRIO



Resumo	509
1 Introdução	510
2 Distribuição da diversidade biológica na RBCV	510
2.1 Formações vegetais presentes na RBCV	511
2.2 Inventários florísticos	513
2.3 Inventários de fauna	515
2.4 Áreas de conservação	518
2.5 Contribuição da biodiversidade para os demais serviços ecossistêmicos de suporte	520
2.6 Vetores de alteração do serviço de suporte – biodiversidade	524
3 Biodiversidade e sua contribuição com outros serviços ecossistêmicos e bem-estar humano	527
3.1 Conservação do ar, da água e do solo	528
3.2 Biodiversidade e tecnologia.....	529
3.3 Diversidade biológica e serviços culturais.....	529
Conclusões	530
Referências.....	531
Glossário	538

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 Vegetação natural presente na RBCV.

Figura 2 Localização de levantamentos florísticos realizados na RBCV.

Figura 3 Nível de conhecimento da fauna na RBCV.

Figura 4 Distribuição das espécies continentais ameaçadas de extinção registradas na RBCV em relação às principais fontes de impacto.

Figura 5 Jardim Botânico (A) e Parque Zoológico (B) de São Paulo.

Figura 6 Exemplos de exsicatas depositadas no Herbário Dom Bento Pickel.

Figura 7 Pavó *Pyroderus scutatus* consumindo fruto de juçara *Euterpe edulis*.

Figura 8 Jacuguaçu *Penelope obscura* consumindo fruto de palmeira-leque *Livistona chinensis*, espécie exótica-invasora.

QUADRO

Quadro 1 Frugívoros generalistas dispersam sementes de plantas exóticas invasoras

TABELAS

Tabela 1 Área de cobertura natural presente na RBCV.

Tabela 2 Nível de conhecimento da fauna na RBCV.

Tabela 3 Valores de riqueza, total de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e exóticas estabelecidas, registradas até o momento para a área continental da RBCV.

SIGLAS

CBD *Convention on Biological Diversity*

CDB Convenção sobre Diversidade Biológica

CH₄ Metano

CO₂ Dióxido de Carbono

e.g. exemplo geral

ha hectare

IUCN *International Union for Conservation of Nature*

MDL Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

N₂O Óxido nitroso

PEFI Parque Estadual das Fontes do Ipiranga

RBCV Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

spp Várias espécies de determinado gênero, referente à classificação internacional de espécies

UC Unidades de Conservação

UN *United Nations* – Organização das Nações Unidas



RESUMO

Considerou-se como diversidade biológica a variabilidade de organismos vivos em ecossistemas terrestres e aquáticos em três níveis: a diversidade genética, a taxonômica e a de ecossistemas. Parte desta biodiversidade foi analisada no âmbito da RBCV, com destaque para as formações vegetais presentes e para a flora e fauna associada. Com relação aos serviços ecossistêmicos de suporte prestados pela biodiversidade, foi dada ênfase às interações flora-fauna-ambiente, como a polinização de flores e dispersão de propágulos, as contribuições para a conservação do solo e da água e a ciclagem de nutrientes. No entanto, as alterações de habitat, superexploração, a contaminação por espécies exóticas invasoras, a poluição e as mudanças climáticas de origem antrópica são vetores diretos de alterações nos ecossistemas que, quando degradados, resultam em perdas de diversidade biológica e incremento de espécies ameaçadas de extinção. Se planos de ação não forem concretizados, o risco de extinção pode aumentar em função do sinergismo dessas pressões adversas. Estratégias de conservação da biodiversidade e dos seus recursos genéticos associados incluem ações complementares de conservação *in situ*, que mantém as espécies no ambiente natural, e *ex situ*, na qual as espécies são amplamente manejadas fora do seu habitat. Por fim, é apresentada a contribuição da biodiversidade para os demais serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano.

1 | INTRODUÇÃO

O termo “*diversidade biológica*” pode ser considerado como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies (diversidade genética), entre espécies (diversidade taxonômica ou de espécies) e de ecossistemas (diversidade de ecossistemas) (UN-CBD, 1992: Art. 2).

De acordo com Primack e Rodrigues (2001), os três níveis de diversidade biológica são necessários para a sobrevivência contínua das espécies e das comunidades naturais e todos são importantes para a espécie humana. Assim, a diversidade de espécies representa o alcance das adaptações evolucionárias e ecológicas das espécies em determinado ambiente e fornece recursos às pessoas, como aqueles usados na alimentação, abrigo e medicamento. Já a diversidade genética de plantas e animais é a base de programas de melhoramento para a agropecuária. Por fim, a resposta de populações e comunidades às condições ambientais, contribuindo para o funcionamento adequado de ecossistemas, resulta em benefícios tais como o controle de enchentes, proteção do solo contra a erosão e filtragem do ar e da água.

A diversidade biológica ocupa posição de destaque entre os serviços de suporte, definidos como aqueles necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Os serviços de suporte se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Este Capítulo contém informações sobre a diversidade biológica presente na RBCV, com ênfase nas formações vegetais presentes, na flora e na fauna. Também são comentados alguns vetores de alteração do serviço de suporte e apresentados exemplos relacionados à contribuição da biodiversidade para os demais serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano. Longe de exaurir o assunto, espera-se promover e ampliar o conhecimento sobre a importância da conservação dos habitats naturais para a população metropolitana.

2 | DISTRIBUIÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA NA RBCV

A distribuição da diversidade biológica presente na RBCV pode ser inferida por meio da descrição das principais formações vegetais presentes em sua área de domínio e na composição de sua flora e fauna.

Denomina-se “*flora*” as espécies que compõem uma determinada vegetação, assim como “*fauna*” é o termo utilizado para as espécies animais que habitam determinado local, lista esta obtida com maior dificuldade em função da mobilidade dos animais e de sua maior independência em relação ao meio onde vivem ou por onde transitam, ocasional ou periodicamente (RIZZINI, 1997).

A palavra “*biota*” expressa a integração das comunidades vegetais e animais, portanto os organismos vivos (bióticos) e inter-relacionados uns com os outros. Esta biota, quando presente em uma área determinada e interagindo com o meio físico (abiótico), de modo que um fluxo de energia conduza a uma estrutura trófica e à ciclagem de materiais entre componentes vivos e não vivos, define um “*ecossistema*” (ODUM; BARRET, 2007).

Para se conhecer uma vegetação não basta conhecer a flora local, mas também é necessário compreender as relações destas espécies de plantas quando agrupadas em comunidades (FELFILI; REZENDE, 2003). Assim, uma “*formação vegetal*” pode ser definida como uma comunidade de plantas presentes num determinado local que, apesar de organizadas numa estrutura complexa, apresentam fisionomia homogênea (VELOSO, 1991). Raramente uma região possui um único tipo de vegetação, quase sempre existe interpenetração de vários tipos numa distribuição em mosaico, em função de variações climáticas ou edáficas.

A alta diversidade biológica presente na RBCV e, portanto, sua contribuição para os demais serviços ecossistêmicos, está relacionada à manutenção de seus habitats, à eficiência nas interações entre a fauna e a flora local e ao controle dos vetores de pressão que ameaçam esses ecossistemas. Também é necessário um programa eficiente de pesquisas de longo prazo, que permitam o monitoramento da biodiversidade e a adoção de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ*.

2.1 | Formações vegetais presentes na RBCV

Reunindo dados de geomorfologia, clima, hidrologia, solos e vegetação, áreas semelhantes do território brasileiro foram agrupadas num mesmo espaço, sendo então denominadas de “domínios morfoclimáticos” e recebendo o nome da formação vegetal predominante (AB' SÁBER, 2003). Assim, os domínios morfoclimáticos apresentam áreas homogêneas centrais (áreas core) com extensas faixas de transição entre si, nas quais se distribuem formações vegetais mistas, em gradientes ou não.

As florestas presentes na RBCV pertencem ao domínio da Floresta Atlântica, embora enclaves de Cerrado¹ também podem ser encontrados em pequenos trechos (Figura 1). Entre as diferentes formações florestais que compõem este domínio, estão presentes na RBCV a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual, além das formações pioneiras com influência marinha (restingas) ou fluviomarina (manguezais).

As florestas ombrófilas são caracterizadas por serem perenifólias e ocorrerem em clima de elevadas temperaturas e alta precipitação bem distribuída durante o ano (VELOSO, 1992). Já as florestas estacionais são semidecíduas ou completamente decíduas, sendo a queda foliar ocasionada por longo período de estiagem ou pelo frio intenso (seca fisiológica).

A Floresta Estacional Semidecidual responde ao clima com um ritmo sazonal: no período desfavorável do ano, parte das árvores do dossel perdem folhas, o que resulta em maior variação e disponibilidade de luz para as espécies de subosque e, portanto, afetando a dinâmica florestal (GANDOLFI, 2003). Os padrões fenológicos de floração e queda de folhas são marcadamente sazonais, porém a frutificação é pouco sazonal, mesmo considerando a ocorrência de maior número de espécies com frutos maduros na estação seca ou na transição da seca para úmida (MORELLATO, 2003). A composição

florística inclui espécies peculiares, mas não faltam elementos em comum com a Floresta Ombrófila, tanto no nível específico quanto genérico, e mesmo pares de espécies vicariantes (RIZZINI, 1997).

Embora ainda não mapeada, a Floresta Estacional Perenifólia situa-se na área de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual típica do interior e a Floresta Ombrófila Densa que recobre as serras litorâneas paulistas (IVANAUSKAS; ASSIS, 2009). Essa floresta foi descrita no estado de São Paulo por Eiten (1970), que denominou de Floresta Sempre-verde do Planalto a floresta perenifólia que se inicia no clima ombrófilo da crista da Serra do Mar e estende-se para o interior do Planalto Atlântico, em direção ao clima estacional.

A Floresta Ombrófila Densa litorânea recobre o maciço da Serra do Mar e Serra de Paranaíacaba, subdividida em cinco formações: alto-montana, montana, submontana, terras baixas e aluvial. A separação das classes obedece a critérios altitudinais e latitudinais, a fim de estabelecer correspondência direta entre diminuição da temperatura e elevação da altitude ou aumento da latitude. A exceção são as formações aluviais, que podem ou não variar topograficamente, mas se apresentam sempre margeando os cursos d'água.

Dentre estas, possui fisionomia característica a floresta alto-montana presente no topo dos morros, também denominada de mata de neblina ou nebulosa, devido à presença de nevoeiro muitas horas por dia (GARCIA; PIRANI, 2005). Associados à neblina, outros fatores condicionantes são os solos rasos (neossolos litólicos), usualmente com afloramentos rochosos, e o clima frio.

As florestas sobre restingas correspondem à Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no sistema de Veloso (1992). São florestas altas que ocupam as planícies litorâneas, constituídas por deposição de rastejos e escoamento superficial das serras costeiras (origem continental) e trechos de deposição marinha (origem oceânica), sempre associada a fatores limitantes, como alta salinidade, oligotrofia, instabilidade de solo e forte influência hídrica. Assim, quando mais próxima da encosta, encontra-se uma floresta alta, com árvores de 10-15m, instaladas sobre os aluviões provenientes das serras ou em terços fluviais, reconhecidos pelo relevo plano e



¹ No Brasil, a denominação “Cerrado” é um sinônimo regionalista para a Savana presente em território brasileiro e equivalente à existente na África e Ásia. O termo “Savana” é aplicado globalmente a uma vegetação na qual as árvores estão distantes entre si e com a presença de um estrato herbáceo bastante desenvolvido.

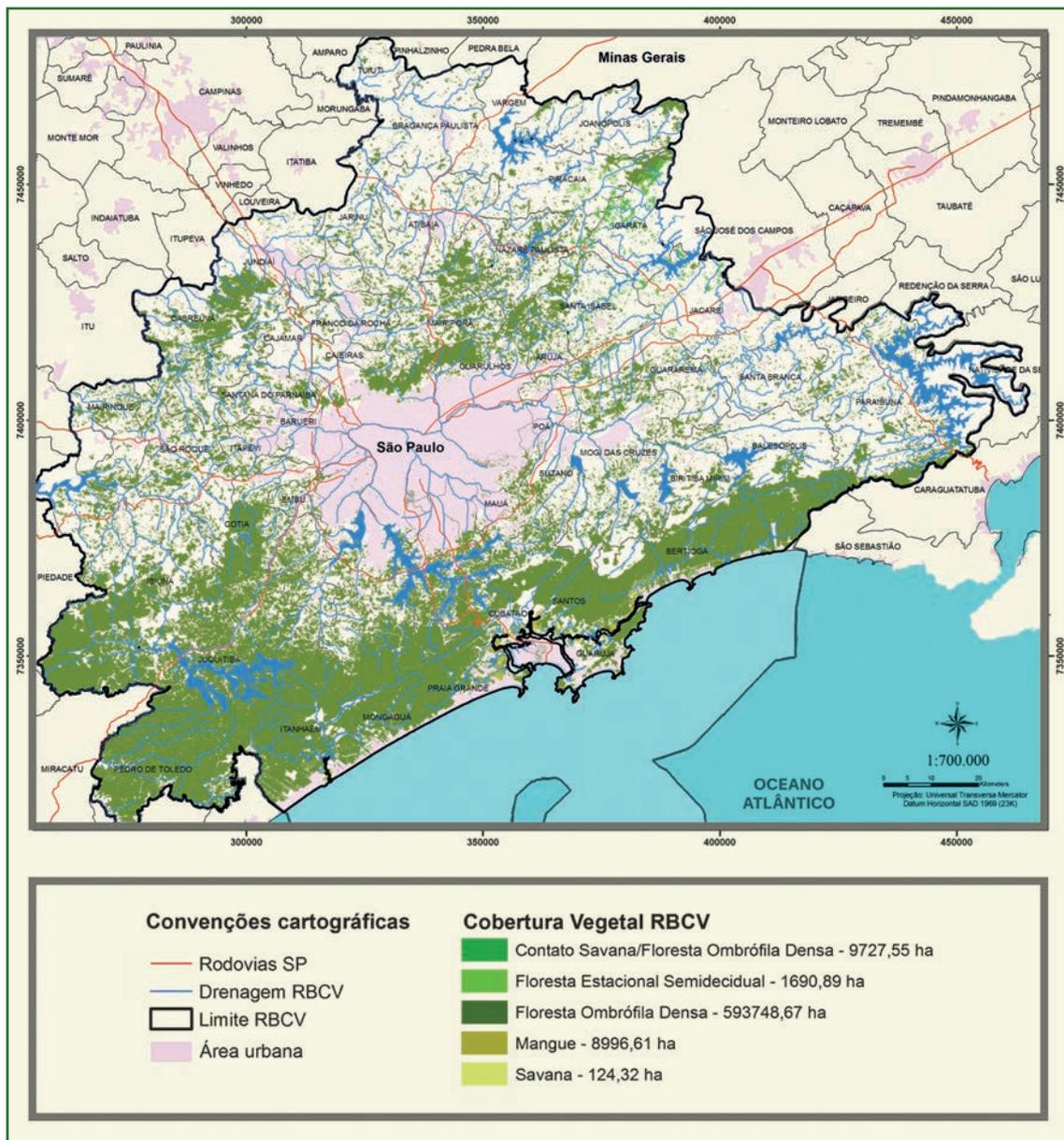


Figura 1 |
Vegetação natural
presente na RBCV.
Fonte: Elaboração
própria.
Com base em
São Paulo (2005).

ligeiramente mais elevado do que os arredores, também conhecida como Floresta Alta de Restinga (EITEN, 1970). Os aluviões provenientes das serras gradualmente se juntam aos cordões arenosos depositados pelo mar, causando alterações no porte da vegetação. A floresta passa então a ter porte cada vez mais baixo, denominada de Floresta Baixa de Restinga, até atingir a vegetação sobre dunas.

Os manguezais estão presentes nos estuários, que são corpos d'água costeiros que se encontram, permanente ou periodicamente, abertos ao mar e no qual existe variação da salinidade devido à mistura de água salgada com a água doce proveniente dos rios do continente.

O solo é constituído por silte e argila fina, rica em matéria orgânica, fortemente influenciado pelas marés. As condições altamente seletivas dos manguezais resultaram no estabelecimento, em toda a costa brasileira, de comunidades formadas em grande parte por apenas três espécies de árvores: o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle* L.), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.) e o mangue-siriúba (*Avicennia shaaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke).

Com relação a outros tipos vegetacionais, dado o grau de perturbação das florestas da região metropolitana, é difícil determinar precisamente qual a cobertura vegetal original à época do descobrimento, até onde se estenderiam

os campos e se diferenciariam as florestas. Para o Planalto Paulistano e Bacia de São Paulo, as questões fitogeográficas referem-se em geral à presença ou não de campos naturais, assim como o relato histórico de populações naturais de araucária, informados com maior detalhe em Catharino e Aragaki (2008).

A **Tabela 1** sintetiza a área dos tipos florestais de ocorrência na RBCV.

2.2 | Inventários florísticos

Existem 40.989 espécies catalogadas de plantas e fungos no Brasil, das quais 46,2% são endêmicas do país (FORZZA; LEITMAN, 2010). Esse número de espécies conhecidas atinge 64% a 73% do total estimado, o qual varia entre 56.110 e 64.030 plantas e fungos brasileiros (LEWINSON; PRADO, 2005).

Na flora brasileira catalogada constam 3.068 fungos, 3.469 algas, 1.521 briófitas, 1.176 samambaias e licófitas, 26 gimnospermas e 31.162 angiospermas (FORZZA, 2010). O domínio da Floresta Atlântica é o de maior riqueza, com 19.355 espécies.

Com relação à flora da RBCV, ainda não há uma estimativa do total de espécies registradas, pois as listagens são pontuais e com maior enfoque no componente arbóreo da vegetação.

Embora não contemple toda a área da RBCV, uma excelente síntese do conhecimento da flora do município de São Paulo foi publicada por Catharino e Aragaki (2008). Considerando-se os números expressos nos trabalhos disponíveis e citados, os autores estimam que o município teria certamente mais de 2.000 espécies de plantas fanerogâmicas, boa parte destas com sérios riscos de extinção local.

Os estudos florísticos incluindo todas as formas biológicas são raros no estado de São Paulo e conseqüentemente na área da RBCV. A seguir, ilustraremos com quatro exemplos de levantamentos florísticos, a alta riqueza de espécies vegetais presente em diferentes formações da RBCV (**Figura 2**).

Uma exaustiva coleta de materiais botânicos (fanerógamas) foi realizada no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), situado no município de São Paulo, em área de transição (Floresta Estacional Perenifolia) (BARROS *et al.*, 2002). Trata-se de um fragmento florestal com 526,38 ha, inserido numa matriz urbana.

Tipo florestal	Área (hectare)
Floresta Ombrófila Densa	593.748,67
Contato Savana/ Floresta Ombrófila Densa	9.727,55
Mangue	8.996,61
Floresta Estacional Semidecidual	1.690,89
Savana	124,32



Tabela 1 | Área de cobertura natural presente na RBCV. Fonte: Elaboração própria. Com base em São Paulo (2010).

Foram catalogadas 129 famílias, 543 gêneros e 1.159 espécies. As famílias mais ricas em espécies arbóreas foram Myrtaceae (47 espécies), Fabaceae (26) e Lauraceae (25); para as espécies herbáceas destacaram-se Asteraceae, Poaceae e Fabaceae. Entre as epífitas, as famílias mais ricas foram Orchidaceae (99 espécies), Bromeliaceae (26), e entre as trepadeiras destacaram-se Bignoniaceae (21 espécies), Passifloraceae (12), Asteraceae e Convolvulaceae, com 11 espécies cada. Considerando-se o número total de espécies, Orchidaceae foi a família mais rica, contribuindo com 125 espécies, seguida por Asteraceae (123) e Fabaceae (73). Os gêneros com maior número de espécies foram *Solanum* (23 espécies), *Pleurothalis* (22) e *Miconia* (18).

Considerando-se a listagem de espécies ameaçadas de extinção de 1998, 36 espécies ocorrem no PEFI, como por exemplo a campulácea *Lobelia nummularioides* Cham., a proteácea *Roupala sculpta* Sleumer e a orquídea *Saundersia mirabilis* Rchb. f.

No estudo florístico realizado na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, que possui 336 ha e situa-se no município de Santo André, foram coletadas 1.006 espécies distribuídas em 434 gêneros e 118 famílias (KIRIZAWA *et al.*, 2009). Trata-se de trecho de Floresta Ombrófila Densa, onde as famílias mais representativas foram Orchidaceae (155), Myrtaceae (68), Asteraceae (64) e Melastomataceae (63). Nesta Reserva foram registradas 44 espécies ameaçadas de extinção, com base na listagem organizada por Mamede *et al.*, (2007), mencionado-se como exemplo a árvore *Ocotea basicordatifolia* Vattimo-Gil, a *Pilea rhizoloba* Miq, uma herbácea, e a bromélia *Vriesea hoehneana* L.B. Smith. Foram catalogadas 237 espécies de briófitas e oito variedades, que pertencem a 116 gêneros e 46 famílias (YANO; VISNARDI; PERALTA, 2009). Até o presente, na Reserva ocorrem 214 espécies de pteridófitas, três subespécies, oito

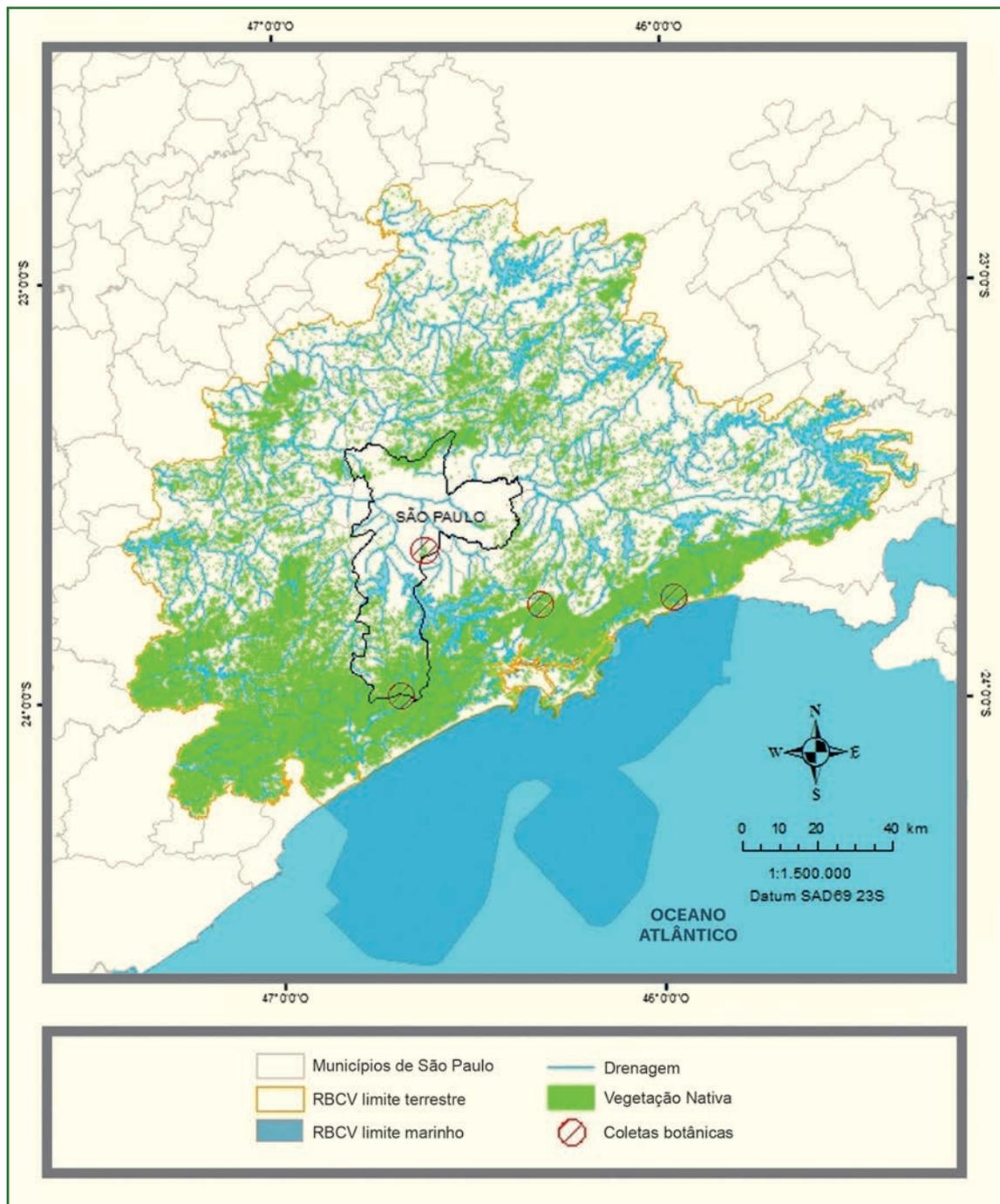


Figura 2 |
Localização de
levantamentos
florísticos
realizados na RBCV.
Fonte: Elaboração
própria

variedades, que pertencem a 69 gêneros e 24 famílias (PRADO; LABIAK, 2009).

Esses dois estudos em florestas evidenciam a alta riqueza de espécies na RBCV, pois em cada um deles foi amostrado mais de 1.000 espécies. Se considerarmos o tamanho dessas unidades de conservação (500 e 300 ha), essa informação torna-se mais relevante ainda.

Como exemplos em outras formações, podemos citar o trabalho realizado por Garcia e Pirani (2005) nos campos naturais. Estes ocupam

pequenas áreas que não chegam a ser representadas nos mapeamentos das formações vegetais, devido às escalas adotadas. No Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (GARCIA; PIRARNI, 2005), foram registradas 222 espécies de campo e 373 de matas de altitude. Destacaram-se Poaceae com 56 espécies, Orchidaceae com 45, Asteraceae com 43 e Myrtaceae com 32 espécies. Neste ambiente peculiar (umidade relativa alta, temperatura baixa e solos rasos ou pouco profundos), na somatória temos 595 espécies.



Em outro ambiente restritivo (solo mais arenoso e influência da salinidade do mar), Martins *et al.*, (2008) realizaram um levantamento florístico em comunidades vegetais de Restinga em Bertiooga (Itaguaraé, São Lourenço e Guaratuba). Foram registradas 33 espécies de Praia e Duna, 101 para Escrube, 301 para Floresta Alta de Restinga, 434 para Floresta Alta de Restinga Úmida e 45 espécies para Vegetação entre Cordões. Os autores utilizaram as fitofisionomias citadas na Resolução CONAMA 7/96 (CONAMA, 1996) para a definição dos vários ambientes encontrados na restinga. No total foram registradas 611 espécies, representando 351 gêneros e distribuídos em 106 famílias. Orchidaceae com 47 espécies foi a família mais rica, seguida de Myrtaceae com 39, Bromeliaceae com 36, Rubiaceae com 34 e Fabaceae com 32 espécies. Entre as espécies ameaçadas de extinção (MAMEDE *et al.*, 2007), têm-se *Croton sphaerogynus*, *Billbergia pyramidalis*, *Eugenia copacabanensis*, *Eugenia disperma*, *Eugenia velutiflora*, *Euterpe edulis*, *Ladenbergia hexandra*, *Plantago catharinaea* e *Portulaca striata*.

Esses quatro trabalhos ilustram a alta diversidade de espécies presentes nas diferentes formações da vegetação da RBCV; por outro lado, reforçam a necessidade de estudos mais abrangentes, incluindo as demais formas biológicas (ervas, lianas, epífitas).

Com relação à flora ameaçada² de extinção na RBCV, não há ainda uma síntese de informações disponíveis sobre as espécies presentes em

listas vermelhas, embora os planos de manejo realizados em unidades de conservação de proteção integral na região tenham contribuído muito para o avanço desse conhecimento. Os trabalhos de Barros *et al.*, (2002), Catharino (2006), Franco *et al.*, (2007) e Catharino e Aragaki (2008) também fazem menção direta a espécies ameaçadas, demonstrando que há um grande número de espécies na região metropolitana com algum risco de extinção.

Nos estudos florísticos que incluem ervas, lianas e epífitas, sempre há menção de espécies ameaçadas de extinção (vide BARROS *et al.*, 2002; KIRIZAWA *et al.*, 2009). Até mesmo em fragmentos pequenos, como o Parque Santo Dias (situado no município de São Paulo e com cerca de 10ha), é possível encontrar espécie endêmica como a palmeirinha-prateada *Lytocaryum hoehnei* (Burret) Toledo e considerada “quase ameaçada” (GARCIA; PIRANI, 2001).

2.3 | Inventários de fauna

Mais de 90% das espécies de animais conhecidas são invertebrados e nas florestas tropicais já pesquisadas eles respondem pela maior parte da biomassa animal (WILSON, 1992). Apesar de sua extrema diversidade e importância ecológica, o conhecimento sobre os invertebrados permanece incipiente quando comparado ao acumulado para os vertebrados.

Em relação à fauna de vertebrados brasileiros, foram catalogadas até o momento 4.351 espécies de peixes ósseos, 1.024 de anfíbios, 721 de mamíferos, 763 de répteis, 1.924 de aves, 181 de tubarões, raias e quimeras, e cinco espécies de “feiticeiras” da classe Myxini (CATÁLOGO TAXÔNOMICO DA FAUNA DO BRASIL, 2019). A fauna paulista desses grupos representa aproximadamente 30% da fauna brasileira, com 393 espécies de peixes continentais, 594 de peixes marinhos, 250 de anfíbios, 231 de mamíferos, 226 de répteis e 830 de aves (DE VIVO *et al.*, 2011; MENEZES, 2011; OYAKAWA; MENEZES, 2011; ROSSA-FERES *et al.*, 2011; COSTA; BÉRNILS, 2018; FIGUEIREDO, 2019).

A fauna de vertebrados continentais da RBCV pode ser considerada bem conhecida (Figura 3), pois foram publicados inventários para várias localidades, dispersos em dezenas de artigos científicos e em capítulos de livros

² Considera-se espécie ameaçada aquela cujas populações estão decrescendo a ponto de colocá-la em risco de extinção. Para avaliar qual a probabilidade de extinção de uma espécie são propostas categorias de ameaças, sendo as mais difundidas atualmente aquelas baseadas em critérios adotados pela União Mundial para a Natureza (IUCN, 2007). Os critérios IUCN buscam evidências relacionadas ao tamanho, isolamento ou declínio populacional das espécies e extensão de suas áreas de distribuição. A partir desses dados, as espécies são agrupadas conforme as categorias Extinta, Extinta na natureza, Criticamente em perigo, Em perigo, Vulnerável, Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados. Vários são os critérios utilizados para a inclusão de uma espécie na lista da flora paulista ameaçada de extinção. Dentre estes, destacam-se: a) espécies sem registros de coleta no estado nos últimos 50 anos; b) com distribuição geográfica restrita; c) com ocorrência desconhecida ou exclusiva em unidades de conservação; d) cuja coleta predatória pode causar ou está causando o declínio das populações naturais; e) cuja polinização ou dispersão depende de espécies da fauna ameaçadas de extinção; h) exclusivas de uma formação vegetal (MAMEDE *et al.*, 2007).

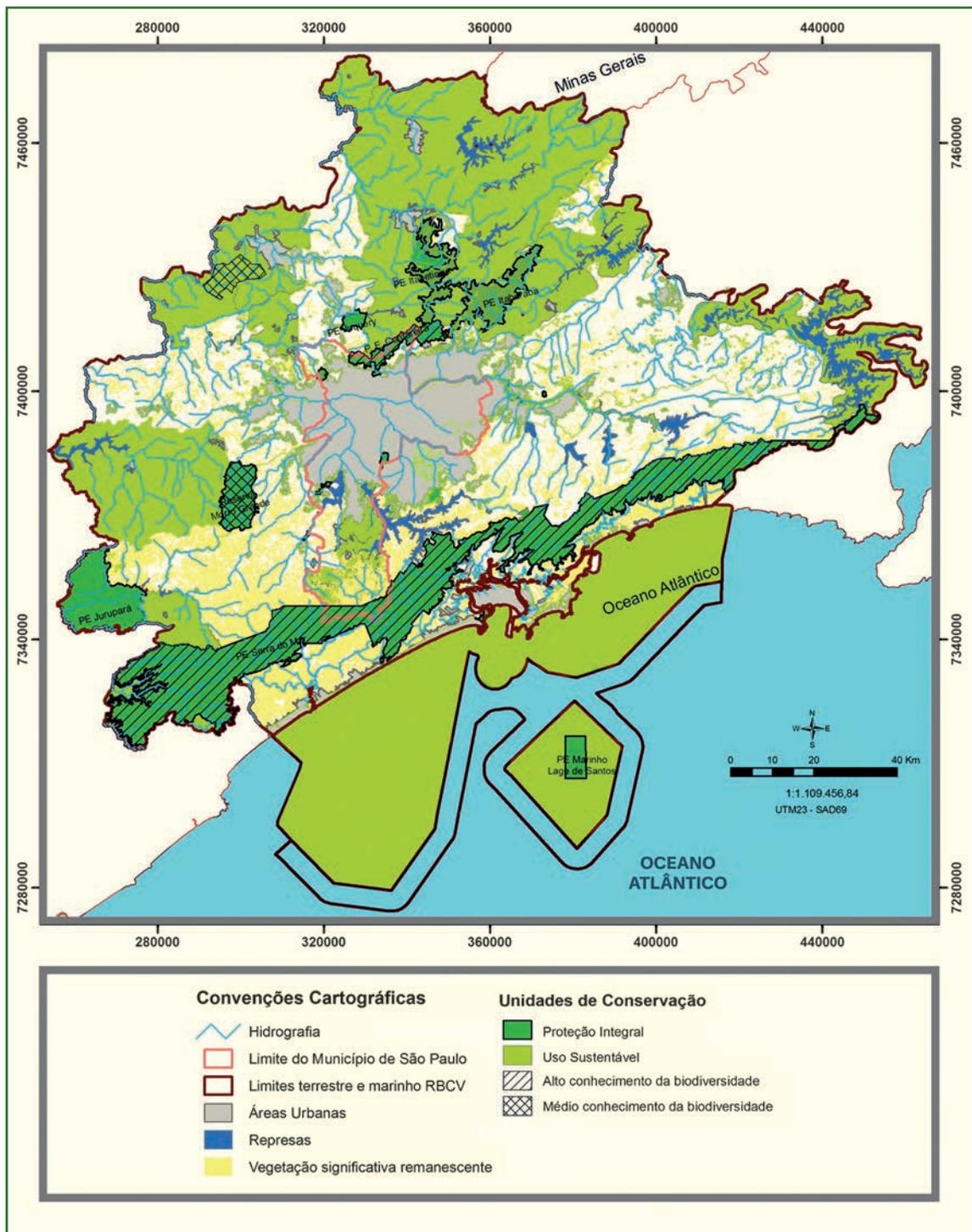


Figura 3 |
Nível de
conhecimento da
fauna na RBCV.
Fonte: Elaboração
própria

que contemplam determinados setores da RBCV (ex. CARVALHO, 1979-1980; HEYER *et al.*, 1990; MORELLATO, 1992; BERTOLUCI; HEYER, 1995; OLMOS; SILVA E SILVA, 2003; 2007; WILLIS; ONIKI, 2003; RIBEIRO; EGITO; HADDAD, 2005; AURICHIO; AURICHIO, 2006; DEVELEY; MARTENSEN, 2006; DIXO; VERDADE, 2006; NEGRÃO; VALLADARES-PÁDUA, 2006; PARDINI;

UMETSU, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2006; MAGALHÃES; VASCONCELLOS, 2007; MENEZES *et al.*, 2007; PAPAVERO; TEIXEIRA, 2007; PIMENTA *et al.*, 2007; SERRA; CARVALHO; LANGEANI, 2007; MALAGOLI; BAJESTEIRO; WHATELY, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2009; LOPES; KIRIZAWA; MELO, 2009; CAVARZERE; MORAES; SILVEIRA, 2010; LIMA, 2010;

DONATELLI; FERREIRA; COSTA, 2011; MARCE- NIUK; HILSDORF; LANGEANI, 2011; MORINI; MIRANDA, 2012; VASCONCELLOS-NETO; POLLI; PENTEADO-DIAS, 2012; ABREU-SANTOS *et al.*, 2014; CAVARZERE *et al.*, 2014; TREVINE *et al.*, 2014; GARBINO, 2016; YOSHIDA *et al.*, 2016; DA SILVA *et al.*, 2017; TONETTI *et al.*, 2017).

Além disso, começaram a ser disponibilizadas as informações obtidas com a realização dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação de Proteção Integral da RBCV. Os Parques Estaduais da Serra do Mar e da Cantareira foram os primeiros a terem seus planos concluídos e aprovados no CONSEMA, respectivamente em 2006 e 2009. A metodologia adotada nesses planos foi a Avaliação Ecológica Rápida, um levantamento expedito em que os pesquisadores participantes da avaliação da biodiversidade definem os sítios amostrais para a coleta de dados, priorizando as áreas sem conhecimento ou com pouco conhecimento. Nessa avaliação da biodiversidade é efetuado o cruzamento das informações obtidas nesses levantamentos com os dados constantes na literatura especializada. Como resultado, tem se ampliado o conhecimento sobre a fauna dessas unidades e até mesmo encontrado espécies não assinaladas anteriormente na área da RBCV.

A fauna vertebrada local é rica (**Tabela 3**), correspondendo a 60% da fauna continental do estado de São Paulo, apresentando espécies endêmicas e várias consideradas ameaçadas de extinção (MACHADO; DRUMMOND; PAGLIA, 2008; BRESSAN; KIERULFF; SUGIEDA, 2009; SÃO PAULO, 2018).

Apesar da fauna marinha do sudeste do Brasil ser a melhor conhecida do país e de áreas do litoral norte do estado de São Paulo apresentarem longa tradição de inventário biológico (AMARAL *et al.*, 2010), o conhecimento sobre a fauna marinha na área de abrangência da RBCV pode ser considerado fragmentário em relação

aos grupos continentais. A localidade melhor conhecida é o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, principalmente com relação aos peixes e aves marinhas (CAMPOS; CAMPOS; FARIA, 2007; LUIZ Jr *et al.*, 2008).

As espécies de vertebrados continentais ameaçados encontrados na área da RBCV representam 43% do total de espécies de vertebrados ameaçados no estado de São Paulo. A situação mais preocupante é a das espécies endêmicas à RBCV, pois 32% delas são consideradas ameaçadas. Embora as medidas de conservação devam priorizar essas espécies, infelizmente para pelo menos duas delas parece ser tarde demais, pois já são consideradas extintas: a perereca-gladiadora-de-sino *Boana cymbalum*, da localidade de Campo Grande da Serra - Santo André; e a perereca-verde-de-riacho-de-Paranapiacaba *Phrynomenusa fimbriata*, conhecida somente por um único exemplar coletado no Alto da Serra de Paranapiacaba em 1898.

Várias das espécies ameaçadas não endêmicas também não têm sido encontradas recentemente na RBCV e possivelmente estão extintas na região. Por exemplo, o mico-leão-preto *Leontopithecus chrysopygus*.

Seria importante a confecção de uma lista regional, já que espécies que não integram a lista estadual, por contarem com populações estáveis em outras regiões, podem estar ameaçadas no território da RBCV.

Cabe ressaltar que várias extinções locais já ocorreram na área, envolvendo tanto espécies listadas como ameaçadas quanto espécies de menor preocupação conservacionista no estado. Por exemplo, animais de grande porte como o muriqui *Brachyteles arachnoides*, a onça-pintada *Panthera onca* e a jacutinga *Aburria jacutinga*, atualmente são encontrados apenas em trechos da Serra do Mar. Mesmo em seus redutos, essas espécies podem estar extintas ecologicamente, ou seja, suas populações foram tão reduzidas



Grupo	Riqueza	Endêmicas	Ameaçadas	Exóticas
Peixes	122	8	14	15
Anfíbios	130	20	6	2
Répteis	125	0	2	3
Mamíferos	149	0	20	8
Aves	625	0	79	9

Tabela 3 | Valores de riqueza, total de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e exóticas estabelecidas, registrados até o momento para a área continental da RBCV. Fonte: Elaboração própria

que o papel desempenhado pelos indivíduos remanescentes se torna irrelevante para o ecossistema.

No ambiente marinho da RBCV, 19 espécies de invertebrados, cinco espécies de tartarugas, quatro de aves e três de cetáceos são consideradas ameaçadas de extinção, enquanto 116 espécies de peixes foram classificadas como sobreplotheadas ou ameaçadas de sobrexplotação.

As principais ameaças à conservação da fauna continental da RBCV estão sintetizadas na **Figura 4**.

As listas de espécies ameaçadas certamente são ferramentas muito úteis para a valoração de áreas naturais. No entanto, o incremento de espécies a cada revisão dessas listas pode ser atribuído não só ao grau de ameaça que paira sobre essas populações, mas também ao avanço na geração e acesso de dados científicos sobre a flora e a fauna nas últimas décadas (MARTINELLI; MARTINS, 2010).

Outro receio é de que as listas de espécies ameaçadas se tornem o fim do processo, ao invés de um meio para buscar a efetiva conservação de suas populações. Diversos estudos de cientistas brasileiros em conservação, ecologia e genética, por exemplo, deveriam embasar planos de ação para espécies ameaçadas de todos os táxons, no intuito de controlar as ameaças incidentes e aumentar as chances de sobrevivência das espécies ao longo do tempo (MORAES, 2010).

Se planos de ação não forem concretizados, populações de espécies ameaçadas terão um risco ainda maior de extinção em função do sinergismo de pressões adversas, incluindo mudanças de uso da terra, fragmentação de habitats e o cenário de mudanças climáticas. Sem adaptação, algumas das espécies definidas como “*criticamente ameaçadas*” serão extintas nas próximas décadas e as espécies classificadas como “*ameaçadas ou vulneráveis*” se tornarão muito mais raras ao longo deste século (CANHOS *et al.*, 2008).

No contexto da RBCV, já há informação suficiente sobre a presença de espécies ameaçadas da flora e da fauna nos diferentes ecossistemas que compõem esta área protegida. Resta agora partir para a tomada de decisões na busca da conservação da biota ali existente.

2.4 | Áreas de conservação

Uma área ameaçada pode ser definida como o trecho de terras contendo vegetação nativa ou antrópica que sofre o risco iminente de perdas ou erosão de seus recursos genéticos (WALTER; CAVALCANTI; BIENCHETTI, 2005). A vegetação em áreas ameaçadas tem sido afetada por ações humanas como a construção de hidrelétricas, abertura de estradas, projetos de mineração, abertura de áreas para a agricultura e ampliação de zonas urbanas.

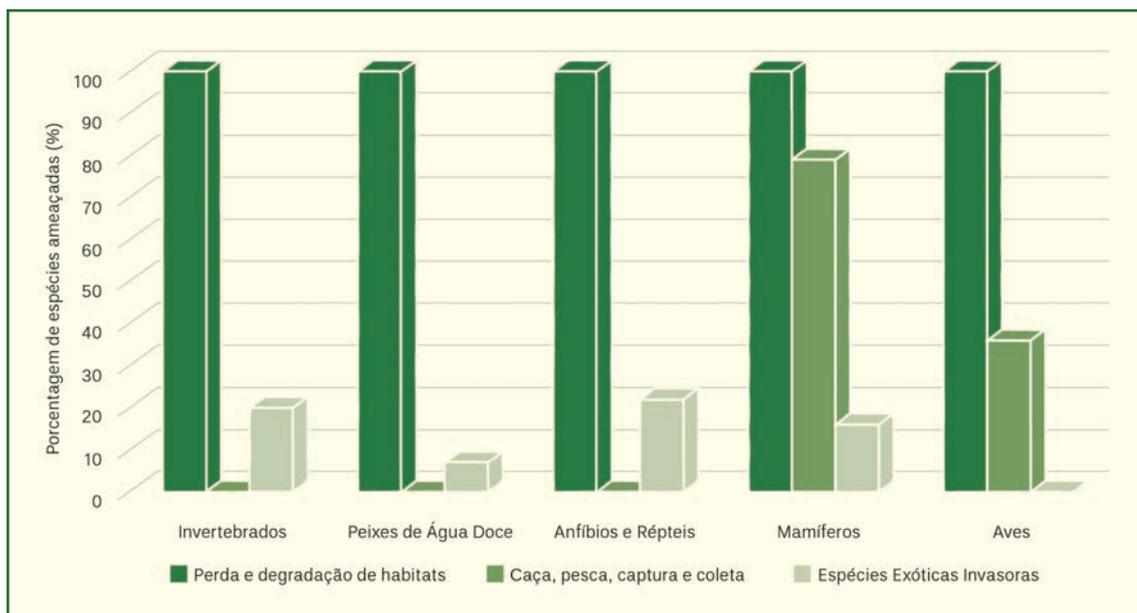


Figura 4 | Distribuição das espécies continentais ameaçadas de extinção registradas na RBCV em relação às principais fontes de impacto. Fonte: Elaboração própria

Frente à acelerada degradação dos ecossistemas naturais, incluindo áreas modificadas por atividades agropecuárias, evidencia-se que o estabelecimento de processos para conservar a biodiversidade e os seus recursos genéticos associados é um problema urgente e tem sido abordado mundialmente de duas maneiras complementares: pela conservação *in situ*, que mantém as espécies no ambiente natural, e pela conservação *ex situ*, na qual as espécies são amplamente manejadas fora do seu ambiente natural (WALTER; CAVALCANTI; BIANCHETTI, 2005).

No cenário da conservação *in situ*, as principais estratégias para a preservação da biodiversidade são a criação, implantação e manutenção de Unidades de Conservação (TERBORGH; van SCHAIK, 2002).

Em relação ao ambiente marinho, a manutenção de trechos preservados, onde as espécies possam crescer e reproduzir-se com sucesso, permite um constante repovoamento de áreas exploradas. A degradação da região costeira fez das ilhas de mar aberto, como o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, um refúgio para organismos recifais.

Além das unidades já estabelecidas na RBCV, outras áreas reconhecidas como importantes para a preservação da fauna regional são: os manguezais de Cubatão e Santos; as matas de baixada e restingas entre Itanhaém e Mongaguá; os brejos na área de ocorrência do bicudinho-do-brejo-paulista *Formicivora paludicola* (única ave endêmica ao estado de São Paulo) nos municípios de Arujá, Biritiba-Mirim, Mogi-das-Cruzes e Salesópolis; e a Serra do Japi nos municípios de Cabreúva e Jundiá (BENCKE *et al.*, 2006; METZGER; RODRIGUES, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2009).

A maioria das UC já está, ou tende a ficar, isolada uma das outras, o que terá impacto sobre as populações de espécies que necessitam de áreas de vida amplas e sobre o fluxo gênico de uma maneira geral. Corredores ecológicos interligando as UC devem ser planejados e implantados o quanto antes, através da conservação e da restauração de áreas de vegetação nativa.

No âmbito das estratégias de conservação *ex situ*, as coleções biológicas também passaram a adquirir importância crescente, uma vez que a Convenção sobre Diversidade Biológica determina que os países estabeleçam e mantenham instalações para a conservação *ex situ* e para pesquisas

nas áreas vegetal, animal e de microorganismo, de preferência no país de origem desses recursos genéticos (PEIXOTO *et al.*, 2006).

O resgate e a conservação de germoplasma é um componente essencial, embora não seja a única estratégia para a conservação *ex situ*. Germoplasma pode ser definido como a soma total do material genético de um organismo, ou amostra de população de determinada espécie, com a habilidade de se reproduzir (WALTER; CAVALCANTI; BIANCHETTI, 2005). No caso de germoplasma vegetal, pode ser coletado, trabalhado e conservado na forma de sementes, mudas, estacas, grãos de pólen ou, ainda, por meio da cultura de tecidos.

Assim, coleta-se germoplasma com o objetivo de conservar e ampliar a base genética que pode ser utilizada em programas de melhoramento vegetal para espécies tradicionalmente cultivadas, ou como alternativa, por meio da pesquisa e conservação para espécies de uso potencial (WALTER *et al.*, 2005).

O Jardim Botânico e o Parque Zoológico de São Paulo são exemplos de centros de conservação *ex situ* de animais e plantas presentes na RBCV (Figura 5).

No caso da flora, o jardim botânico possui papel importante no trânsito e ampliação de germoplasma, principalmente por estar associado a um herbário.

Um herbário pode ser entendido como uma coleção de espécimes vegetais prensados e desidratados (Figura 6), usualmente acondicionados em armários de aço e organizados de acordo com um sistema de classificação (WALTER; CAVALCANTI, 2005).

Estas coleções botânicas são imprescindíveis para o estudo da diversidade vegetal, pois documentam a existência de espécies em um determinado tempo e espaço; documentam elementos da flora de áreas preservadas e de áreas hoje perturbadas ou empobrecidas; são indispensáveis em pesquisas taxonômicas e filogenéticas e essenciais na identificação precisa das espécies (PEIXOTO *et al.*, 2006). Somente no município de São Paulo existem três herbários oficiais: a Coleção de Fanerógamas e Algas do Herbário do Estado "Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo" (SP), do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (SPF) e o Herbário Dom Bento Pickel do Instituto Florestal (SPSF).



Figura 5 | Jardim Botânico (A) e Parque Zoológico (B) de São Paulo. Fonte: Expressão Studio (TUR.SP, 2019); Rubens Chiri (FC&CP-SP, 2019).



Figura 6 | Exemplos de exsicatas depositadas no Herbário Dom Bento Pickel. Foto: João Batista Baitello.



Para a fauna, de maneira similar, são de grande importância as coleções zoológicas, representadas na RBCV por uma das instituições mais importantes da América Latina no tema, o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

2.5 | Contribuição da biodiversidade para os demais serviços ecossistêmicos de suporte

Em ambientes tropicais a interação entre plantas e animais é muito intensa, tanto que

a ausência de animais pode ocasionar sérias implicações para a continuidade dos processos ecológicos e o funcionamento adequado de ecossistemas.

As plantas dependem dos animais para a manutenção de processos como polinização, dispersão de propágulos, herbivoria e predação (KAGEYAMA; GANDARA, 2004). Já os animais dependem das plantas como local de abrigo e fonte de alimento (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2003; REIS; ZAMBORIN; NAKAZONO, 1999). A interação é, portanto, bidirecional, pois em



ecossistemas onde há número insuficiente de plantas fornecedoras de recursos para um grupo específico de polinizadores ou dispersores, o sucesso reprodutivo de todos os organismos envolvidos fica comprometido (CAVALHEIRO; TOREZAN; FADELLI, 2002). Em função dessa dependência, a extinção de espécies da fauna e/ou flora pode levar ao que tem sido chamado de “efeito dominó”, ocasionando a extinção em cadeia de outras espécies que formam as teias alimentares nas comunidades (GALETTI *et al.*, 2003).

Assim, qualquer dano na rede de interações entre a fauna e a flora pode afetar, por vezes de modo irreversível, os outros serviços de suporte oferecidos pelos ecossistemas. Entre estes, destacamos as interações flora-fauna relacionadas à polinização de flores e à dispersão de frutos e sementes. Nas interações com o meio físico, destacamos o papel da biota na ciclagem de nutrientes e na estrutura e conservação do solo.

Os demais serviços prestados pela fauna se relacionam diretamente com a teia alimentar dos ecossistemas, como no controle das populações das espécies vegetais por predadores de sementes e herbívoros (DIRZO; MIRANDA, 1990; WILSON, 1992); de insetos tanto em áreas de vegetação natural quanto em cultivos adjacentes (KALKA; SMITH; KALKO, 2008; WILLIAMS-GUILLEN; PERFECTO; VANDERMEER, 2008; MOONEY *et al.*, 2010) e das populações de vertebrados de médio e grande porte pelos predadores de topo de cadeia (TERBORGH, 1988).

Também é importante salientar que a alteração dos ecossistemas pode aumentar o risco de exposição a doenças infecciosas e que acima de 60% dos patógenos de humanos são transmitidos naturalmente por animais (TAYLOR; LATHAM; WOOLHOUSE, 2001). Na RBCV a febre-maculosa é um bom exemplo de zoonose emergente associada a modificações ambientais.

2.5.1 | Polinização de flores

O transporte do pólen por animais é uma estratégia que permite o aumento da variabilidade genética nas populações de vegetais, garantindo assim o estabelecimento de populações viáveis. É estimado que em torno de 90% das plantas da região são polinizadas por animais (BAWA *et al.*, 1985; BAWA, 1990). Na região neotropical as

espécies frequentemente são dióicas e entre as hermafroditas é comum ocorrer auto-esterilidade. Adicione-se a isso o fato de que muitas espécies apresentam baixa densidade populacional, com os indivíduos localizados distantes entre si.

Os vegetais recompensam os animais polinizadores com néctar, parte do pólen, óleos e resinas. Os insetos são os principais polinizadores, principalmente as abelhas (FEINSINGER, 1983). Beija-flores polinizam entre 10 e 15% das espécies nos ecossistemas neotropicais (FEINSINGER, 1983), na Mata Atlântica, eles são os principais polinizadores de Bromeliaceae, Ericaceae, Gesneriaceae, Heliconiaceae, Lobeliaceae e Rubiaceae (BUZATO; SAZIMA; SAZIMA, 2000).

Outros vertebrados também atuam como polinizadores, principalmente de espécies arbóreas. Entre os mamíferos, podem ser citados cuícas, primatas e morcegos Phyllostomidae, sendo os Glossophaginae especializados para a nectarivoria; e entre as aves, psitacídeos, pica-paus e vários grupos de passeriformes (ROCCA; SAZIMA, 2010; RATTO *et al.*, 2018).

A ação de espécies polinizadoras nativas é importante para a produção de frutos de algumas espécies cultivadas. Uma relação bem conhecida é a que ocorre entre as mamangavas-carpinteiras *Xylocopa* spp. e os maracujás *Passiflora* spp. (SAZIMA; SAZIMA, 1989).

2.5.2 | Dispersão de frutos e sementes

A dispersão de frutos e sementes longe da planta mãe pode aumentar a chance de germinação e recrutamento, pois as condições na área de origem podem ser desfavoráveis, como o forte sombreamento, e o ataque de patógenos e predadores mais intenso (TERBORGH; VAN SCHAIK, 2002). Além disso, a dispersão pode contribuir com o aumento da variabilidade genética dentro das populações ao aumentar a distância entre indivíduos aparentados.

Embora na chuva de sementes seja comum a presença de espécies anemocóricas, grande parte das espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa apresentam maior proporção de espécies zoocóricas. Os vertebrados são os principais dispersores de sementes (Figura 7). Porém, as formigas são agentes importantes para várias espécies (VAN DER PILJ, 1982; PIZO; OLIVEIRA, 2000). Na área da RBCV, acima de 70% das



Figura 7 |
Pavó *Pyroderus*
scutatus
consumindo fruto
de juçara
Euterpe edulis.
Foto: Fausto Pires
de Campos.

espécies vegetais são dispersas por aves e mamíferos (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008). Entre as espécies vegetais que os autores conseguiram definir o tipo de dispersor primário, 65% eram dispersas por aves, 25% por mamíferos e 10% por ambos. Outros vertebrados com potencial de dispersores de sementes na região são peixes Characiformes e o lagarto teiú *Salvator merianae* (CASTRO; GALETTI, 2004; CORREA *et al.*, 2007).

Enquanto morcegos e passeriformes são de grande importância para a dispersão de sementes de espécies dos estádios iniciais de sucessão secundária, e conseqüentemente para o processo de restauração, muitas espécies vegetais dos estádios avançados produzem frutos ou sementes grandes que podem ser consumidos ou dispersos por um número restrito de espécies. Na RBCV, se incluem nesse grupo seletivo: a jacutinga *Aburria jacutinga*, os jacus *Penelope* spp., tucanos *Ramphastos* spp., a araponga *Procnias nudicollis*, o pavó *Pyroderus scutatus*, o muriqui *Brachyteles arachnoides*, a anta *Tapirus terrestris* e as cutias *Dasyprocta* spp. Estas últimas, apesar de predadoras de sementes são capazes de estocar sementes grandes, das quais várias acabam

germinando e, em áreas onde os dispersores primários estão ausentes, tornam-se importantes para a manutenção de espécies vegetais do estágio avançado (GALETTI *et al.*, 2010).

2.5.3 | Estrutura física do solo e ciclagem de nutrientes

As copas das árvores e a serapilheira depositada e acumulada sobre o solo funcionam como uma camada isolante entre este e a atmosfera, reduzindo as perdas de água por evaporação. A serapilheira também evita ou amortece o impacto direto das gotas de chuva. Desta forma, os agregados do solo não são desintegrados em suas partículas básicas (areia, silte e argila), evitando assim o desencadeamento do processo erosivo (GONÇALVES; NOGUEIRA; DUCATTI, 2003).

A abundância e a distribuição das raízes nas camadas de solo também contribuem para a sua estruturação. Além disso, os troncos e os resíduos vegetais funcionam como obstáculos ao caminamento dos excedentes hídricos, reduzindo a velocidade da enxurrada, aumentando as taxas de infiltração e, conseqüentemente, a



Pesquisa sobre a frugivoria por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL) constatou que 59% das espécies vegetais consumidas são exóticas ao local (FONSECA; ANTUNES, 2007) (**Figura 8**). Os sabiás *Turdus* spp. foram os principais consumidores desses frutos, sendo as únicas espécies observadas ingerindo os diásporos do pau-incenso *Pit-tosporum undulatum*, contribuindo para a dispersão e manutenção dessa espécie na área e no contíguo Parque Estadual da Cantareira (CAMPAGNOLI *et al.*, 2016).

Algumas dessas espécies vegetais exóticas podem apresentar maior quantidade de

frutos maduros em períodos de escassez de frutos das espécies nativas e também, menor variação na produção de frutos de um ano para outro, com isso atraem grande número de aves com potencial de dispersar suas sementes (OMOTE; ANTUNES; MATSUKUMA, 2014).

A elevada densidade de juvenis de palmeiras exóticas no sub-bosque de certos trechos do PEAL reduz a diversidade de aves nessas áreas, apoiando a necessidade do manejo dessas plantas para se manter a biodiversidade nativa (CAMPAGNOLI; ANTUNES, 2017).



Quadro 1 |
Frugívoros generalistas dispersam sementes de plantas exóticas invasoras

Figura 8 |
Jacuguauçu *Penelope obscura* consumindo fruto de palmeira-leque *Livistona chinensis*, espécie exótica invasora.
Foto: Alexander Zamorano Antunes.

captação de água pelo solo e o reabastecimento do lençol freático (GONÇALVES; NOGUEIRA; DUCATTI, 2003).

O aumento dos teores de matéria orgânica no solo também resulta na maior capacidade de retenção hídrica, garantindo melhor suprimento às plantas e acentuando todos os processos relacionados à fertilidade e à atividade biológica do solo. O aporte de matéria orgânica fornece substrato aos microrganismos que, por sua vez, produzem substâncias diretamente envolvidas na

estabilização dos agregados e agem diretamente pelo entrelaçamento de hifas e micélios de fungos nas partículas de solo e microagregados, formando macroagregados e, portanto, melhorando suas propriedades físicas como a aeração (GONÇALVES; NOGUEIRA; DUCATTI, 2003).

Além de melhorar as propriedades físicas do solo, o aumento da atividade biológica também contribui para a sua fertilidade, por meio da adição de matéria orgânica, da ciclagem de nutrientes e da fixação biológica de nitrogênio.

Minhocas, cupins e formigas, ao construir galerias e ninhos, promovem o revolvimento e a aeração do solo e interferem na sua drenagem, capacidade de retenção de água e disponibilidade de minerais (RIGHI, 1999; MOUTINHO; NEPSTAD; DAVIDSON, 2003; TONHASCA Jr., 2005). Minhocas podem auxiliar na dispersão de bactérias *Rhizobium*, fixadoras de nitrogênio, e de fungos micorrízicos (BROWN, 1995 *apud* RIGHI, 1999).

Invertebrados decompositores e vertebrados necrófagos, como os urubus Cathartidae, atuam acelerando o processo de reciclagem ao fragmentarem a matéria orgânica (ex. serapilheira e cadáveres), ampliando a exposição das partículas aos microrganismos que liberam nutrientes nos ecossistemas (TONHASCA Jr., 2005).

Nas ilhas costeiras com colônias reprodutivas de aves marinhas, o guano acumulado escorre para o oceano com as chuvas, carreando nutrientes fosfatados e nitrogenados que favorecem o desenvolvimento da vida marinha.

2.6 | Vetores de alteração do serviço de suporte – biodiversidade

Qualquer perda de diversidade biológica, seja no nível de ecossistemas, espécies ou populações, representa perda de qualidade ambiental, pois os componentes da biodiversidade são elementos-chave do funcionamento dos ecossistemas e mantenedores dos processos ecológicos básicos responsáveis pelo equilíbrio ecológico (ROCHA *et al.*, 2006).

Um ecossistema degradado pode ser definido como aquele que sofreu perturbações antrópicas, levando-o a diminuição de sua resiliência (rapidez com que as variáveis de um sistema retornam ao equilíbrio após um distúrbio) e com perdas de espécies e interações importantes, mas mantendo meios de interação biótica (ENGEL; PARROTA, 2003).

A ação humana sobre as áreas naturais levou a um aumento crescente no total de áreas degradadas e resultou em paisagens fragmentadas com baixa conectividade entre remanescentes, biodiversidade reduzida e risco de extinção local de espécies (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003).

A pressão antrópica também altera a composição e estrutura da vegetação. No cerrado,

impactos intensos e freqüentes como o fogo e o pastoreio podem levar a fisionomias mais abertas. Protegida contra o fogo e o pastoreio, essa vegetação savânica volta a se adensar, em um processo dinâmico. Já em florestas, além do fogo, a extração de madeira e os efeitos de borda decorrentes da fragmentação modificam a fisionomia da vegetação, levando à descontinuidade do dossel, à maior biomassa de trepadeiras e outras evidências de perturbação que caracterizam diferentes estádios sucessionais, desde capoeiras até florestas conservadas (DURIGAN, 2003).

As projeções apresentadas no relatório-síntese de biodiversidade da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) indicam que as pressões sobre os ecossistemas devem aumentar progressivamente e que os principais vetores diretos de alterações nos ecossistemas são as alterações de habitat, superexploração, a contaminação biológica por espécies exóticas invasoras, poluição e mudanças climáticas. Esses vetores diretos são geralmente sinérgicos.

2.6.1 | Fragmentação e redução de habitat

Fragmentação é basicamente um processo de ruptura na continuidade espacial de habitats e que, muitas vezes, ocasiona também ruptura dos fluxos gênicos entre populações presentes nesses habitats (METZGER, 2003a). Assim, o processo de fragmentação acaba por reduzir e isolar áreas propícias à sobrevivência das populações, causando extinções locais.

Para diferentes grupos taxonômicos (e.g. plantas, aves e pequenos mamíferos) quanto maior a área do fragmento maior a riqueza de espécies e o tamanho das populações que este fragmento pode suportar (METZGER, 2003b). Já a fragmentação pode romper o fluxo gênico de uma população e, muitas vezes, levar à subdivisão desta em subpopulações muito pequenas e, portanto, incapazes de se sustentar ao longo do tempo (METZGER, 2003a).

Os impactos da redução em área e da fragmentação podem ser amenizados numa paisagem de alta conectividade, tornando possível a recolonização após extinção local e a manutenção de uma metapopulação. A conectividade pode ser definida como a capacidade de uma paisagem de facilitar os fluxos de organismos,

sementes e grãos de pólen (URBAN; SCHUGART Jr., 1986). Por outro lado, o isolamento age negativamente na riqueza de espécies, ao diminuir a taxa (ou o potencial) de imigração (ou de recolonização).

Muitas vezes, a distância entre fragmentos é maior do que um animal é capaz de atravessar fora do seu habitat. Dispersores de plantas importantes como aves e morcegos evitam áreas abertas por estarem mais expostos à ação de predadores, pela ausência de poleiros para pouso ou mesmo pela falta de atrativos como frutos e sementes (HOWE; SMALLWOOD, 1982).

A presença na paisagem de fragmentos fonte de propágulos é um dos principais fatores responsáveis pela colonização e enriquecimento de áreas degradadas (IVANAUSKAS; RODRIGUES; SOUZA, 2006). Assim, é preciso reestabelecer processos de dispersão de sementes dos fragmentos para as novas áreas, principalmente via dispersão zoocórica. Numa matriz permeável à fauna, e que contenha fragmentos fontes de propágulos, comunidades florestais podem se estabelecer sem qualquer tipo de intervenção humana, o que demonstra a importância do processo de regeneração natural para a Floresta Atlântica.

Muitas espécies da fauna também utilizam ampla variedade de habitats em diferentes períodos ou estágios de sua história de vida, como as áreas críticas para a reprodução, áreas migratórias, rotas ou corredores migratórios (tanto latitudinal como altitudinal) ou áreas naturais que contenham concentrações sazonais de espécies importantes globalmente (JENNINGS *et al.*, 2003). Estes habitats podem ser geograficamente distintos ou podem ser diferentes ecossistemas ou habitats dentro de uma mesma região. De qualquer modo, a redução ou fragmentação desses habitats pode afetar sensivelmente a fauna local ou migratória.

Redução de habitat, fragmentação e isolamento na paisagem devido a atividades humanas, como a conversão de ecossistemas naturais em áreas urbanas ou agrícolas, podem diminuir a extensão de certos ecossistemas, a ponto de torná-los raros na paisagem e com maior risco de degradação no futuro. No entanto, o problema se agrava para os ecossistemas que são naturalmente raros, pois as condições microclimáticas ou edáficas necessárias para o

seu desenvolvimento são limitadas em extensão. Este é o caso, por exemplo, das florestas estacionais decíduais presentes sobre áreas de solos rasos, das florestas de brejo localizadas sobre solos hidromórficos em áreas de várzea ou nascentes ou mesmo da vegetação sobre dunas e manguezais (IVANAUSKAS; ASSIS, 2009).

2.6.2 | Poluição

Há evidências de que espécies respondem diferentemente às mudanças ambientais e, portanto, são adaptadas à diferentes habitats (CONDIT *et al.*, 1996). No entanto, como a capacidade de adaptação de muitas espécies é limitada, a poluição da água, do solo ou do ar podem ter efeitos nocivos sobre a biodiversidade residente ou migratória, com danos significativos e irreversíveis aos ecossistemas.

A contaminação dos corpos d'água por esgotos domésticos sem tratamento e resíduos industriais são fatores determinantes para a contínua redução da fauna aquática paulista. Já a degradação de manguezais pode levar a uma redução dos estoques pesqueiros. Outra fonte de poluição do solo e da água provém do uso inadequado de insumos agrícolas e do descarte incorreto de lixo.

As macrófitas aquáticas também aumentam proporcionalmente com a poluição gerada pelo despejo de esgotos nas represas que abastecem a cidade de São Paulo, levando ao desequilíbrio desses sistemas aquáticos e com riscos à saúde pública, pois alteram a qualidade da água destinada ao abastecimento público.

A poluição do ar na área metropolitana tem sua origem na emissão de gases de veículos com combustíveis fósseis (carros, ônibus e caminhões) e emitidos também por atividades industriais. Por exemplo, a Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba foi altamente degradada a partir da década de 1950, com a contínua ação dos poluentes emitidos na atmosfera pelo pólo industrial de Cubatão (KIRIZAWA *et al.*, 2009) e o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) também teve sua vegetação degradada pelo funcionamento de uma indústria siderúrgica no entorno na década de 1980 (BARROS *et al.*, 2002).



A poluição do ar nas áreas rurais provém das queimadas intencionais em áreas agrícolas e daquelas consideradas “acidentais” em áreas naturais. O aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera tem sido responsável por mudanças climáticas em escala global (SANTOS, 2003). Esforços vêm sendo realizados a fim de reduzir a emissão desses gases e aumentar o sequestro de carbono.

2.6.3 | Superexploração

Os sistemas naturais paulistas vêm sendo manejados, desde antes da colonização do Brasil, por diferentes tribos indígenas (DEAN, 1995). No entanto, desmatamentos mais extensos só vieram a ocorrer a partir de 1920 (VICTOR, 1975). Áreas de Floresta Atlântica e Cerrado foram desmatadas para lenha e carvão, para dar lugar às atividades agropecuárias e à expansão urbana. Os remanescentes foram degradados pela remoção de espécimes valiosos para a comercialização madeireira. No entanto, mesmo com a sensível redução da cobertura natural paulista, desmatamentos e práticas exploratórias não sustentáveis ainda são comuns, revelados pelos processos relacionados à crimes, mitigação ou compensação por danos ambientais que ainda são registrados pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

Em relação à manutenção dos processos ecossistêmicos, a composição de espécies parece ser mais relevante do que o número de espécies (riqueza). Os ecólogos reconhecem que há espécies que desempenham papéis mais relevantes do que outras dentro dos ecossistemas, as chamadas espécies-chave e engenheiras. Por outro lado, principalmente em áreas com grande riqueza biológica, muitas espécies ocupam nichos com características semelhantes, a chamada redundância funcional. A diversidade é um fator de estabilidade e a redundância é um dos fatores de resistência e resiliência dos ecossistemas.

A caça, além de afetar as populações das espécies alvo, interfere na dinâmica dos ecossistemas, pois estas espécies são geralmente herbívoros e frugívoros de grande porte e predadores de topo de cadeia (GALETTI *et al.*, 2009).

A exploração da fauna e o extrativismo vegetal de espécies ornamentais, como

orquídeas e bromélias, de xaxim e principalmente de palmito da palmeira-juçara (*Euterpe edulis*), são frequentes mesmo no interior de unidades de conservação de proteção integral.

Os frutos da juçara são importantes para várias espécies de aves e mamíferos, especialmente em regiões montanhosas quando no inverno, período em que esses frutos estão maduros, há uma diminuição na disponibilidade de recursos alimentares (GALETTI; ALEIXO, 1998). De acordo com Chediack e Baqueiro (2005), o corte das palmeiras adultas afeta a dinâmica da população, pois são estas que produzem as sementes necessárias para a contínua reposição de indivíduos e, com a sua morte, o banco de sementes é afetado.

A caça, a captura de animais silvestres para servirem como animais de estimação e o extrativismo vegetal devem ser coibidos ostensivamente no interior de UC de proteção integral. Uma questão bastante polêmica relacionada a esses impactos é a presença de populações indígenas e tradicionais no interior ou no entorno das UC. A combinação de crescimento demográfico dessas populações, com uma maior integração ao “*mundo exterior*” e com o atual nível de fragmentação e degradação dos remanescentes de vegetação nativa, faz com que as atividades de subsistência praticadas tenham um impacto elevado sobre a fauna (OLMOS *et al.*, 2001). É preciso buscar o diálogo entre biólogos da conservação e lideranças desses grupos para se encontrar alternativas que possibilitem a manutenção de populações viáveis de vertebrados de grande porte em amostras pouco alteradas dos ecossistemas originais.

Também vale a pena lembrar que a caça diminui a disponibilidade de presas para os carnívoros podendo ocasionar o ataque aos rebanhos em áreas de agropecuária próximas a remanescentes de vegetação nativa (VERDADE; CAMPOS, 2004; PALMEIRA *et al.*, 2008).

No ambiente marinho, a exploração descontrolada de várias espécies ocorre através da sobrepesca, do uso de apetrechos de pesca de baixa seletividade, da pesca ilegal com explosivos ou aparelhos de ar comprimido, do corte de nadadeiras de cações e tubarões, da caça submarina, da captura irregular para aquarofilia e da captura acidental de tartarugas,



aves e golfinhos. As colônias reprodutivas de aves marinhas estabelecidas nas ilhas costeiras sofrem ainda hoje com a coleta de ovos.

2.6.4 | Invasão biológica

São consideradas espécies exóticas aquelas de ocorrência fora dos limites geográficos historicamente reconhecidos (ZILLER, 2001). Nem toda espécie exótica é prejudicial: ela só se torna uma “*espécie-problema*” quando forma populações fora de sua característica típica ou fora de seu tamanho desejável (MOREIRA; PIOVEZAN, 2005). Portanto, dentre as exóticas, somente aquelas consideradas invasoras é que exigem manejo contínuo quando invadem áreas naturais. Essas espécies invasoras, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de predadores e pela degradação dos ambientes naturais, ameaçam a permanência das espécies nativas, notadamente em ambientes frágeis e degradados.

Um dos principais fatores que podem impedir o processo de sucessão da Floresta Atlântica e do Cerrado refere-se à ocupação da área por plantas exóticas invasoras (ex. gramináceas africanas), as quais devem ser alvo de manejo contínuo até a sua erradicação.

Espécies exóticas invasoras competem, predam ou transmitem patógenos às espécies nativas, podendo causar declínios populacionais e extinções, e alterar a dinâmica dos ecossistemas (MAGNUSSON, 2006). Além disso, causam prejuízos econômicos e podem representar riscos à saúde humana.

Cães e gatos domésticos também podem ter alto impacto sobre a fauna nativa, principalmente em fragmentos florestais e em remanescentes próximos a áreas urbanas (GALETTI; SAZIMA, 2006; CAMPOS *et al.*, 2007). Sua presença em unidades de conservação de proteção integral não deve ser tolerada. Campanhas dirigidas aos moradores do entorno das UC, que abordem a guarda responsável de animais domésticos, podem apresentar bons resultados, e os gestores devem envidar esforços para que os animais sem responsáveis sejam adotados e retirados das unidades de proteção integral.

As populações de espécies exóticas invasoras devem ser erradicadas ou ao

menos controladas. As ações para atingir tais objetivos devem ser originadas de pesquisas científicas e as UC de proteção integral devem ser priorizadas. Além dessas espécies, ocorrem também espécies nativas que se adaptam a ambientes criados pelo homem, livres de competidores e predadores naturais, onde podem gerar conflitos devido aos danos causados aos cultivos, edificações, etc, ou ao risco de transmissão de zoonoses. Essas também devem ser alvo de controle. Um bom exemplo na RBCV é a capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* em áreas urbanas e rurais (FERRAZ; VERDADE, 2006).

Por fim, outra estratégia a ser considerada é a translocação de animais, que contempla reintroduções e revigoramentos populacionais (MAGNUSSON, 2006; MARINI; MARINHO-FILHO, 2006). Devido aos potenciais riscos para a fauna nativa e aos altos custos financeiros envolvidos, as translocações devem ser entendidas como uma última opção e ser embasadas por projetos de pesquisa que sigam protocolos como os propostos pela IUCN (1998, 2000). Devem ser priorizadas espécies que desempenham funções de destaque para a manutenção dos ecossistemas (GALETTI *et al.*, 2017). Solturas sem planejamento e acompanhamento de animais apreendidos não podem continuar ocorrendo.

3 | BIODIVERSIDADE E SUA CONTRIBUIÇÃO COM OUTROS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E BEM-ESTAR HUMANO

Todo habitat natural possui algum valor ambiental e social. Quando estes valores forem considerados de caráter excepcional ou de importância crítica, o local pode ser considerado como de alto valor para a conservação. Essa área então deve ser manejada de maneira apropriada, para que os valores identificados sejam mantidos ou aumentados.

No caso da RBCV, suas áreas naturais podem ser consideradas de alto valor para a conservação por se enquadrarem entre os vários atributos que caracterizam os seis tipos básicos sintetizados por Jennings *et al.* (2003):

1. Áreas contendo concentração significativa de valores relativos à biodiversidade no nível global, regional ou nacional (ex. áreas protegidas, áreas de uso temporal crítico para a manutenção de populações, espécies ameaçadas de extinção, espécies endêmicas);
2. Áreas extensas no nível de paisagem, de significância global, regional ou nacional, onde as populações viáveis de todas ou da maioria das espécies naturais ocorram em padrões naturais de distribuição e abundância;
3. Áreas que contenham ecossistemas raros, ameaçados ou em perigo de extinção;
4. Áreas que forneçam serviços ecossistêmicos básicos em situações críticas (ex. de importância crítica para a captação de água ou controle de erosão);
5. Áreas fundamentais para suprir as necessidades básicas de comunidades locais (ex. subsistência, saúde)
6. Áreas críticas para a identidade cultural tradicional de comunidades locais (áreas de importância cultural, ecológica, econômica ou religiosa, identificadas em conjunto com essas comunidades).

3.1 | Conservação do ar, da água e do solo

Um serviço ecossistêmico de suporte oferecido pela vegetação é a estabilização mecânica do solo, incluindo o controle da erosão, deslizamento de terras, avalanches e sedimentação a jusante. A presença de vegetação natural é mais valorizada em áreas onde as consequências em termos de perda da terra produtiva, danos aos ecossistemas, à propriedade ou perda de vidas humanas são potencialmente catastróficas. Por ocupar áreas especialmente frágeis do ponto de vista ambiental, como as encostas, margens de rios e várzeas, a população de baixa renda tem sido a maior vítima dessas catástrofes (SANTOS, 2003). Este tema é detalhado no

capítulo *Controle de Processos Geohidrológicos de Erosão, Escorregamento, Assoreamento e Inundações*.

A manutenção de áreas com cobertura natural pode ser fundamental para a conservação da água em bacias hidrográficas, portanto com alto valor de conservação. Jennins *et al.*, (2005) relatam quatro situações em que a vegetação é mais valorizada: a) quando protege contra inundações ou secas potencialmente catastróficas, b) evita grandes perdas de água para consumo humano, agricultura, hidrelétricas e outros usos que não podem ser substituídos; c) evita a destruição de estoques pesqueiros em que os sítios de reprodução são protegidos por mangues ou florestas ribeirinhas; d) quando a mudança na hidrologia de um curso d'água possa degradar de forma irreversível uma área protegida (ver capítulo *Serviços de Provisão e de Regulação da Água e Bem-Estar Humano*).

Com relação à poluição do ar, o uso intenso de combustíveis fósseis e seus efeitos nocivos são um dos principais problemas da sociedade contemporânea. Além das emissões decorrentes da poluição industrial e urbana, os desmatamentos associados às queimadas provocam o aumento da concentração de gases poluentes e resultam em menor assimilação do carbono pela redução da massa fotossinteticamente viva (SANQUETTA *et al.*, 2002). Este tema é desenvolvido no capítulo *Serviço de Controle da Qualidade do Ar*.

A redução das emissões de CO₂, CH₄ e o N₂O para a atmosfera é uma das principais estratégias para a redução do chamado "efeito estufa"; outra estratégia é diminuir a concentração desses gases e incorporá-los na biomassa vegetal da biosfera, processo denominado de "sequestro de carbono" (PAULA; CAVALLET, 2008) (ver capítulo *Serviço Ecossistêmico de Fixação de Carbono em Superfície e Redução de Gases de Efeito Estufa na Atmosfera*).

Uma das formas recomendadas para contribuir na redução das mudanças climáticas é viabilizar a conservação de florestas e incentivar reflorestamentos para sequestro de carbono, promovendo assim o incremento da biomassa florestal por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Projetos assim, além de reduzir CO₂ da atmosfera, contribuem



consideravelmente para a conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável, provendo diversos bens e serviços úteis ao homem (COTTA; TONELLO, 2006) (ver capítulo *Serviço Ecosistêmico de Regulação Climática*).

3.2 | Biodiversidade e tecnologia

A biodiversidade pode ser considerada a maior riqueza dos ecossistemas tropicais (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003). As espécies de plantas, animais e microrganismos fornecem-nos material básico para alimentação, vestuário e materiais de construção, além de matérias-primas para a indústria e para a medicina (PITÉ; AVELAR, 1996).

A ação humana também contribui para moldar a diversidade biológica, selecionando características em plantas e animais e produzindo variedades domésticas (FRAGANO; CLAY, 2005). Assim, também a agrobiodiversidade é tratada como um patrimônio biológico e cultural. As informações sobre plantas contidas nas culturas populares e indígenas são o resultado de um processo de experimentação natural e sistemática ao longo dos anos, vindos dos seus antepassados, trazendo, portanto, informações milenares sobre o emprego dessas plantas como alimento, medicamento, artesanato ou cultos religiosos. Alguns exemplos podem ser observados no capítulo *Serviços Culturais Folclóricos*, onde é abordada a cultura caipira e sua interface com os ecossistemas. O emprego das plantas como medicamento pode ser aprofundado no capítulo *Serviços de Provisão de Produtos Bioquímicos, Medicamentos Naturais e Produtos Farmacêuticos*.

A perda da diversidade agrícola, nos mais diferentes níveis, está associada a mudanças sociais, econômicas e culturais ocorridas na agricultura, especialmente a partir da revolução verde (SANTILLI, 2010). Plantios comerciais de variedades com estreita base genética podem ser desastrosos, pois os cultivares modernos são mais vulneráveis a epidemias causadas por patógenos e pragas. Nesse contexto, conservar e utilizar as variedades silvestres de uma determinada cultura para fins de melhoramento genético aumenta as chances de manter a competitividade da produção desta cultura ao longo do tempo (RANGEL

et al., 2005). Outros aspectos sobre o tema são apresentados no capítulo *O Produtor e o Serviço Ecosistêmico de Provisão de Alimento*.

A crescente demanda por produtos naturais de origem mineral, animal ou vegetal, resultou em alterações nos habitats e impactos sobre os recursos naturais. No entanto, as pessoas que vivem na área da RBCV e as atividades econômicas desenvolvidas no local dependem diretamente dos produtos de ecossistemas saudáveis (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005).

Assim, o grande paradigma atual é a conciliação do atendimento às necessidades humanas associada ao uso sustentável dos recursos naturais, sob o risco do seu desaparecimento, antes mesmo que possam ser investigados (SKORUPA; VIEIRA, 2005).

A fim de promover o uso racional dos recursos foi instituída a Política Nacional de Biodiversidade (Decreto 4339, de 22 de agosto de 2002), a qual tem por objetivo geral a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos (BRASIL, 2002). Já o seu valor de uso é determinado pelos valores culturais e inclui valor de uso direto e indireto, de opção de uso futuro e, ainda valor intrínseco, incluindo os valores ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético. O capítulo *Valoração Econômica de Ecossistemas e seus Serviços* apresenta mais informações sobre a temática.

3.3 | Diversidade biológica e serviços culturais

As sociedades humanas desenvolveram profundo conhecimento de como usar e manejar os ambientes em que vivem, permitindo a coexistência de homens, plantas e animais (JACOBSEN, 2005).

Sistemas naturais são essenciais para o bem-estar humano, principalmente quando tem o seu valor associado à proteção de fontes básicas de subsistência e à segurança de comunidades locais que dependem destes ecossistemas. O valor da área também é elevado quando

se considera não somente as comunidades que ali residem, mas também para qualquer comunidade que obtém quantidades substanciais e insubstituíveis de renda, alimento ou outro benefício (JENNINGS *et al.*, 2003). Com o passar do tempo, o valor da área pode aumentar ou diminuir, de acordo com as necessidades das comunidades e do uso da terra.

A diversidade biocultural também tem sido devastada pelas alterações descontroladas no domínio da Floresta Atlântica. Um vasto acervo de conhecimento tradicional sobre os ecossistemas ecológicos, o uso dos recursos e sobre história natural está desaparecendo com o declínio das populações e das práticas das comunidades tradicionais da região (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005).

De acordo com Jennings *et al.*, (2003), emprego, renda e produtos são valores que devem ser conservados, se possível, sem prejudicar outros valores e benefícios. Entretanto, para os mesmos autores o manejo de áreas de alto valor para a conservação também não implica na extração excessiva e insustentável de recursos, mesmo quando as comunidades atuais dependem economicamente da floresta. O emprego excessivo de práticas tradicionais também pode degradar as áreas naturais ou outros valores ali presentes.

Nesse contexto, é importante ressaltar a presença de grupos de populações tradicionais em UC, tanto de uso sustentável como de proteção integral, trazendo grandes desafios

normativos e de gestão. Para Fernandes-Pinto (2010), as relações entre populações tradicionais e UC permanecem permeadas de conflitos, sendo necessário o acúmulo de experiência e a geração de referenciais. Assim, as diferentes categorias de unidades de conservação *in situ*, com seus diversos objetivos de gestão, são também espaços privilegiados para se investigar aspectos da relação entre natureza e sociedade. Entretanto, apesar das muitas interfaces possíveis, ainda são poucos os estudos de caráter etnocientífico nestas unidades, bem como a incorporação do conhecimento tradicional aos instrumentos de gestão destas categorias.

CONCLUSÕES

A RBCV abriga diferentes formações vegetais com alta diversidade biológica, no entanto muitas espécies da flora e da fauna estão ameaçadas de extinção em função da perda e degradação de seus habitats, seguida da sobreexploração e da introdução intencional ou acidental de espécies exóticas invasoras.

A perda irreversível de espécies pode levar a impactos adversos em atividades socioeconômicas, em função da alteração de serviços ecossistêmicos prestados pela biodiversidade. A fim de contornar esta situação, é necessário ampliar e integrar as áreas de conservação *in situ* e *ex situ* e promover o uso racional dos sistemas naturais essenciais para o bem-estar humano.

REFERÊNCIAS



- ABREU-SANTOS, B. *et al.* (2014). Fishes from the middle Cubatão River drainage São Paulo State, Brazil. **Check List** 10(5): 1031-1035.
- AB'SABER, A.N. (2003). **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editorial. 160p.
- ADIS, J. (1988). On the abundance and density of terrestrial arthropods in Central Amazonian dryland forests. **Journal of Tropical Ecology** 4:19-24.
- ALMEIDA-NETO, M. *et al.* (2008). Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic Forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography** 17: 503-513.
- AMARAL, A. C. Z. *et al.* (2010). Araçá: biodiversity, impacts and threats. **Biota Neotropica** v.10. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/en/abstract?inventory+bn01210012010>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão**. IE/UNICAMP n. 155, fev. 2009. ISSN 0103-9466. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1785&tp=a>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- ARAUJO, O.G.S. *et al.* (2009). The amphibians of São Paulo State. **Biota Neotropica**, v. 9. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n4/en/abstract?inventory+bn03109042009>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- AURICCHIO, A. L. R. ; AURICCHIO, P. (2006). **Guia para mamíferos da Grande São Paulo**. Arujá, Terra Brasilis & Instituto Pau Brasil. 163p.
- BARROS, F. de, *et al.* (2002). A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. *In Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo* (D.C. Bicudo; M.C. Forti; M.C., C.E.M. Bicudo, orgs.). p. 93-110.
- BAWA, K. S. (1990). Plant pollination interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422.
- BAWA, K. S. *et al.* (1985). Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany** 72: 346-356.
- BENCKE, G. A. *et al.* (Orgs). (2006). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil**. Parte I – Estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo, SAVE Brasil. 494 p.
- BERTOLUCI, J.; HEYER, W. R. (1995). Boracéia Update. **Froglog** 14: 2-3.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. (1996) Resolução 7, de 23 de julho de 1996. Aprova parâmetro básico para análise dos estágios de sucessão de vegetação de restinga para o Estado de São Paulo.
- BRASIL (2002). Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional de Biodiversidade.
- BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. (Orgs). (2009). **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo, Fundação Parque Zoológico de São Paulo; Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 645 p.
- BUZATO, S., SAZIMA, M., SAZIMA, I. (2000). Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. **Biotropica** 32: 824-841.
- CAMPAGNOLI, M. L.; ANTUNES A. Z. (2017). Densidade de palmeiras exóticas invasoras influenciando a avifauna de sub-bosque na Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** 12 (1):37-47.
- CAMPAGNOLI, M. L. *et al.* (2016). O papel das aves na dispersão e germinação de sementes do pau-incenso (*Pittosporum undulatum* Vent.) em um remanescente de Mata Atlântica. **Rev. Inst. Flor.** 28 (1): 59-67.
- CAMPOS, C. B. *et al.* (2007). Diet of free-ranging cats and dogs in a suburban and rural environment, south-eastern Brazil. **Journal of Zoology** 273: 14-20.
- CAMPOS, F. R.; CAMPOS, F. P.; FARIA, P. J. (2007). Trinta-réis (Sternidae) do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, São Paulo, e notas sobre suas aves. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15:386-394.
- CANHOS, V.P. *et al.* (2008). Análise da vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais. **Parcerias estratégicas** 27:13-147.
- CARVALHO, C. T. (1979/1980). Mamíferos dos parques e reservas de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo** 13/14: 49-72.
- CASTRO, E. R.; GALETTI, M. (2004). Frugivoria e dispersão de sementes pelo teiú *Tupinambis merrianae* (Reptilia, Teiidae). **Papéis Avulsos Zoológica** 44:91-97.
- CATÁLOGO TAXONÔMICO DA FAUNA DO BRASIL. (2019). Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov>>.

br/fauna/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt.>. Acesso em 04 Abr. 2019.

CATHARINO, E. L. M.; ARAGAKI, S. (2008). A vegetação do município de São Paulo: de Piratininga à metrópole paulistana. p. 54-89. In **Além do Concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. (L.R. Malagoli; F. B. Bajesteiro; M. Whately, orgs.). São Paulo, Instituto Socioambiental.

CATHARINO, E.L.M. (2006). **As florestas montanas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (São Paulo, Brasil)**. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAVALHEIRO, A.L.; TOREZAN, J.M.D.; FADELLI, L. (2002). Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In **A bacia do rio Tibagi**. (M.E. Medri; E. Bianchini; O.A. Shibatta; J.A. Pimenta, Eds.). Londrina.

CAVARZERE, V.; MORAES, G. P.; SILVEIRA, L. F. (2010). Boracéia Biological Station: an ornithological review. **Papéis Avulsos de Zoologia** 50: 189-201.

CAVARZERE, V. *et al.* (2014). Continued bird surveys in southeastern coastal Brazilian Atlantic forests and the importance of conserving elevational gradients. **Revista Brasileira de Ornitologia** 22(4): 381-407.

CHEDIACK, S. E.; BAQUEIRO, M. F. (2005). Extinção e conservação do palmito. p. 406-412. In **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. (Galindo-Leal, C., Câmara, I. G.) São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte, Conservação Internacional. 472p.

CONDIT, R. *et al.* (1996). Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology** 84: 549-562.

CORREA, S. B. *et al.* (2007). Evolutionary perspectives on seed consumption and dispersal by fishes. **BioScience** 57: 748-756.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. (2018). Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira** 8(10): 11-57.

COTTA, M.K.; TONELLO, K.C. (2006). Os projetos florestais no contexto das mudanças climáticas. In **Encontro de energia no meio rural**, 6., 2006, Campinas. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200020&lng=pt&nrm=abn>. Acesso 16 ago. 2019.

DA SILVA, F. R. *et al.* (2017). Expanding the knowledge about the occurrence of anurans in the highest amphibian diversity area of

Atlantic Forest: Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica** 17(2): e20160282. <<http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0282>>.

DEAN, W. (1995). **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. Companhia das Letras, São Paulo.

DEVELEY, P. F.; MARTENSEN, A. C. (2006). As aves da Reserva Florestal do Morro Grande (Cotia, SP). **Biota Neotropica** 6. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032006000200008>. Acesso em 15 ago. 2019.

DE VIVO, M. *et al.* (2011). Checklist dos mamíferos do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 11(1a). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0071101a2011>>. Acesso em 21 ago. 2019.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. (1990). Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity – a sequel to John Terborgh. **Conservation Biology** 4: 444-447.

DIXO, M.; VERDADE, V. K. (2006). Leaf litter herpetofauna of the Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia (SP). **Biota Neotropica** 6. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00806022006>>. Acesso 15 ago. 2019.

DONATELLI, R. J.; FERREIRA, C. D.; COSTA, T. V. V. (2011) Avian communities in woodlots in Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biociências** 9(2): 87-199.

DURIGAN, G. (2003). Métodos para análise de vegetação arbórea. p. 455-479. In **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. (Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Pádua, C., orgs.). Curitiba, UFPR & Fundação Boticário de Proteção à Natureza. 665p.

EITEN, G. (1970). A vegetação do estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica** 7: 1-77.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. (2003). Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. p.01-26. In **Restauração ecológica de ecossistemas naturais** (Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara; F.B.). Botucatu, FEPAF. 340p.

FEINSINGER, P. (1983). Coevolution and pollination. p. 282-310. In **Coevolution** (D. Futuyama, M. Slatkin, eds). Sunderland, Sinauer Associates Inc Publishers.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. (2003). Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal (Comunicações Técnicas Florestais, v.5, n.1).



- FERNANDES-PINTO, E. (2010). Unidades de conservação e populações tradicionais: possibilidades de contribuição da etnobotânica. p.166-171. *In Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso* (Absy, M.L.; Matos, F.D.; Amaral, I.L., orgs.) Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. 600p.
- FERRAZ, K. M. P. M. B.; VERDADE, L. M. (2006). Capybaras in an anthropogenic habitat in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 66: 371-378.
- FIGUEIREDO, L.F.A. (Org.) (2019) **Lista de aves do estado de São Paulo**. Versão: 18/05/2019. Disponível em: <www.ceo.org.br>. Acesso em 21 ago. 2019 .
- FONSECA, F. Y., ANTUNES, A. Z. (2007). Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal** 19: 81-91.
- FORZZA, R.C.; LEITMAN, P.M. (2010). Diversidade brasileira: quanto e onde? p.343-346. *In Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso* (Absy, M.L.; Matos, F.D.; Amaral, I.L., orgs.) Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. 600p.
- FORZZA, R.C. (Org.). (2010). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas & Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2v.
- FRAGANO, F.; CLAY, R. (2005). Status da biodiversidade da mata atlântica de interior do Paraguai. p. 288-307. *In Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. (Galindo-Leal, C.; Câmara, I. G.) São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte, Conservação Internacional. 472p.
- FRANCO, G.A.D.C. *et al.* (2007). Importância dos remanescentes florestais de Embu - SP para a conservação da flora regional. **Biota Neotropica** 7 (3). Disponível em: <<http://www.biotaotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn0250703200>>. ISSN 1676-0603. Acesso em 15 ago. 2019.
- GALETTI, M. *et al.* (2009). Priority areas for conservation of Atlantic forest large mammals. **Biological Conservation** 142:1229-1241.
- GALETTI, M. *et al.* (2010). The role of seed mass on the caching decision by agoutis, *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Agoutidae). **Zoologia** 27: 472-476.
- GALETTI, M.; ALEIXO, A. (1998). Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 286-293.
- GALETTI, M.; PIZO, M.A.; MORELLATO, P. (2003). Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. *In Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. (Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Pádua, C., orgs.). Curitiba, UFPR & Fundação Boticário de Proteção à Natureza. 665p.
- GALETTI, M.; SAZIMA, I. (2006). Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Natureza & Conservação** 4: 58-63.
- GALETTI, M. *et al.* (2017). Reversing defaunation by trophic rewilding in empty forests. **Biotropica** 49(1); 5-8.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (2005). Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. p.3-30. *In Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. (Galindo-Leal, C., Câmara, I. G.) São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte, Conservação Internacional. 472p.
- GANDOLFI, S. (2003). Regimes de luz em florestas estacionais e suas possíveis consequências. *In* Claudino-Sales, V. (Org.). **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. (pp.305-311). Fortaleza: Expressão Gráfica.
- GARBINO, G. S. T. (2016). Research on bats (Chiroptera) from the state of São Paulo, southeastern Brazil: annotated species list and bibliographic review. **Arquivos de Zoologia** 47(3): 43-128.
- GARCIA R.J.F.; PIRANI J.R. (2001). Estudo florístico dos componentes arboreo e arbustivo da mata do Parque Santo Dias, São Paulo, SP, Brasil. (Floristic study of the trees and shrubs of the forest of the Parque Santo Dias, São Paulo, SP, Brazil.) **Bol. Bot. Univ. São Paulo** 19. 15-42.
- GARCIA, R. J. F., PIRANI, J. R. (2005). Análise florística, ecológica e fitogeográfica do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo, SP), com ênfase nos campos junto à crista da Serra do Mar. **Hoehnea** 32 (1): 1-48.
- GONÇALVES, J.L.M.; NOGUEIRA JR.; L.R., DUCATTI, F. (2003). Recuperação de solos degradados. p.111-163. *In Restauração ecológica de ecossistemas naturais* (Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B.). Botucatu, FEPAF. 340p.
- HEYER, W. R. *et al.* (1990). Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia** (São Paulo) 31: 231-410.
- HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. (1982). Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228.
- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. (1998). **IUCN guidelines for re-introductions**. Gland, IUCN. 10p.
- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. (2000). **IUCN guidelines for the placement of confiscated animals**. Gland, IUCN. 23p.

- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. (2019). IUCN red list of threatened species. Cambridge, **IUCN Species Survival Commission**. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- IVANAUSKAS, N. M.; ASSIS, M.C. (2009). Formações florestais brasileiras. p. 74-108. *In* **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil** (Martins, S.V., org.). 1 ed. Viçosa, UFV.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R.R.; SOUZA, V.C. (2006). Restoration Methodology: the importance of the regional floristic diversity for the forest restoration successfulness. p. 63-76. *In* **High diversity forest restoration in degraded areas** (Rodrigues, R.R.; Martins, S.V.; Gandolfi, S., orgs.). 1 ed. New York, Nova Science Publishers Inc. 286p.
- JACOBSEN, T.R. (2005). Florestas em perigo, povos em desaparecimento: diversidade biocultural e sabedoria indígena. p.379-389. *In* **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. (Galindo-Leal, C., Câmara, I. G.) São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte, Conservação Internacional. 472p.
- JENNINGS, S. *et al.* (2003). **Guia para florestas de alto valor de conservação**. Oxford, ProForest South Suite. 75p.
- KAGEYAMA, P., GANDARA, F. (2004). Recuperação de áreas ciliares. *In* **Matas ciliares: conservação e recuperação** (Rodrigues, R.R.; Leitão-Filho, H.F., eds.). São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo & FAPESP.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. (2003). Biodiversidade e restauração florestal. p.27-48. *In* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais** (Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B.). Botucatu, FEPAF. 340p.
- KALKA, M. B.; SMITH, A. R.; KALKO, E. K. V. (2008). Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. **Science** 320: 71.
- KIRIZAWA, M. *et al.* (2009). Fanerógamas: plantas com flores. p. 291-350. *In*: **Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra** (Lopes, M.I.M.S.; Kirizawa, M.; Melo, M.M.R.F. de, org.). São Paulo, Instituto de Botânica, 720p.
- LEWINSOHN, T. L.; PRADO, P.I. (2005). Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade** 1:36-42.
- LIMA, B. (2010). A avifauna das florestas de restinga de Itanhaém/ Mongaguá, Estado de São Paulo, Brasil. **Atualidades Ornitológicas On line** 153: 50-54.
- LOPES, M. I. M. S.; KIRIZAWA, M.; MELO, M. M. R. F. (Orgs). (2009). **Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra**. São Paulo, Instituto de Botânica. 720p.
- LUIZ JR., O. J. *et al.* (2008). The reef fish assemblage of the Laje de Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic: annotated checklist with comments on abundance, distribution, trophic structure, symbiotic associations, and conservation. **Zootaxa** 1807: 1–25.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Eds). 2008. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1.ed. Brasília, MMA & Fundação Biodiversitas. 2 v. 1420 p.
- MAGALHÃES, A. F. A.; VASCONCELLOS, M. K. (2007). **Fauna Silvestre: quem são e onde vivem os animais na metrópole paulistana**. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo/ Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. 350p.
- MAGNUSSON, W. E. (2006). Homogeneização biótica. p. 211-230. *In* **Biologia da Conservação: essências**. (C.F.D. Rocha *et al.*, orgs). São Carlos, Rima. 582p.
- MALAGOLI, L. R.; BAJESTEIRO, F. B.; WHATELY, M. (Orgs). (2008). **Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. São Paulo, Instituto Socioambiental. 361 p.
- MAMEDE, M.C.H. *et al.* (Orgs.). (2007). **Livro Vermelho das Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo**. São Paulo, Instituto de Botânica & Imprensa Oficial. 165 p.
- MARCENIUK, A. P.; HILSDORF, A. W. S.; LANGEANI, F. (2011). The ichthyofauna from the headwaters of the rio Tietê, São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica** 11(3). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abstract?inventory+bn00311032011>> Acesso em 22 de ago. de 2019.
- MARINI, M. A.; MARINHO FILHO, J. S. (2006). Translocação de aves e mamíferos: teoria e prática no Brasil. p. 505-536. *In* **Biologia da Conservação: essências**. (C.F.D. Rocha *et al.*, orgs). São Carlos, Rima. 582p.
- MARQUES, O. A. V. *et al.* (2009). Reptiles in São Paulo municipality: diversity and ecology of the past and present fauna. **Biota Neotropica** 9. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/en/abstract?article+bn02309022009>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- MARTINELLI, G.; MARTINS, E. (2010). Panorama nacional sobre espécies ameaçadas de extinção da flora brasileira. p. 592-595. *In* **Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso** (Absy, M.L.; Matos, F.D.; Amaral, I.L., orgs.) Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. 600p.



- MARTINS, S.E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P.S.P.; MAGENTA, M.A.G. (2008). Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioga, SP, Brasil. **Acta bot. bras.** 22(1): 249-274.
- MENEZES, N. A. *et al.* (2007). **Peixes de água doce da Mata Atlântica**. São Paulo, Museu de Zoologia & Universidade de São Paulo. 408p.
- MENEZES, N.A. (2011). Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 11(1a). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0031101a2011>>. Acesso em 21 de ago. 2019
- METZGER, J. P.; RODRIGUES, R. R. (2008). Mapas-Síntese. p. 133-139. **In Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo** (R.R. Rodrigues, V.L.R. Bononi, orgs). São Paulo, Instituto de Botânica. 248 p.
- METZGER, J.P. (2003a). Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas? p.49-76. **In Restauração ecológica de ecossistemas naturais** (Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B.). Botucatu, FEPAF. 340p.
- METZGER, J.P. (2003b). Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. p.423-453. **In Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. (Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Pádua, C., orgs.). Curitiba, UFPR & Fundação Boticário de Proteção à Natureza. 665p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. Washington, World Resources Institute. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>>. Acesso 16 ago. 2019.
- MOONEY, K. A. *et al.* (2010). Interactions among predators and the cascading effects of vertebrate insectivores on arthropod communities and plants. **PNAS Early Edition**. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1001934107>>. Acesso em 16 de agosto de 2019.
- MORAES, M. (2010). Proposta de um modelo de gestão e conservação voltado para espécies ameaçadas de extinção da flora brasileira. p.596-600. **In Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso** (Absy, M.L.; Matos, F.D.; Amaral, I.L., orgs.) Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. 600p.
- MOREIRA, J.R.; PIOVEZAN, U. (2005). Conceitos de manejo de fauna, manejo de população problema e o exemplo da capivara. **In**: NEGRÃO, M.G.S.P. (Ed.). Documentos.. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, v.155, p.1-23.
- MORELLATO, L.P.C. (Ed.). (1992). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas, Editora da UNICAMP & FAPESP.
- MORELLATO, L.P.C. (2003). Características dos padrões fenológicos em florestas estacionais neotropicais. pp. 299-304. **In Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação** (Claudino-Sales, V. org.). Fortaleza, Expressão Gráfica.
- MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. O. (Orgs.). (2012). **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru, Editora Canal 6. 400p.
- MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; DAVIDSON, E. A. (2003). Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology** 84:1265-1276.
- NEGRÃO, M. F. F.; VALLADARES-PÁDUA, C. (2006). Records of mammals of larger size in the Morro Grande Forest Reserve, São Paulo. **Biota Neotropica**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v6n2/v6n2a05.pdf>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- ODUM, E.P.; BARRET, G.W. (2007). **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning.
- OLMOS, F. *et al.* (2001). Correção política e biodiversidade: a crescente ameaça das “populações tradicionais” à Mata Atlântica. p.279-312. **In Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias** (Albuquerque, J.L.B. *et al.*) Tubarão, Editora Unisul. 344p.
- OLMOS, F.; SILVA e SILVA, R. (2003). **Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão**. São Paulo, Empresa das Artes. 218 p.
- OLMOS, F.; SILVA E SILVA, R. (2007). Adendas e registros significativos para a avifauna dos manguezais de Santos e Cubatão, SP. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15:551-560.
- OMOTE; T.; ANTUNES A. Z.; MATSUKUMA, C. K. (2014). Comparação de aspectos fenológicos e de frugivoria entre a palmeira nativa *Euterpe edulis* Mart. e a palmeira exótica *Phoenix roebelenii* O'Brien (Arecaceae) no sudeste do Brasil. **Rev. Inst. Flor.** 26 (2):169-181.
- OYAKAWA, O. T.; MENEZES, N. A. (2011). Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 11(1a). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0021101a2011>>. Acesso em 21 de ago. 2019.
- PALMEIRA, F. B. L. *et al.* (2008). Cattle depredation by puma (*Puma concolor*) and jaguar (*Panthera onca*) in central-western Brazil. **Biological Conservation** 141: 118-125.

- PARDINI, R.; UMETSU, F. (2006). Non-volant small mammals from the Morro Grande Forest Reserve – distribution of species and diversity in an Atlantic Forest area. **Biota Neotropica** 6. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00606022006>>. Acesso em 15 ago. 2019.
- PAULA, E.V. ; CAVALLET, L.E. (2008). Estimativa de remoção de carbono da biomassa aérea em decorrência da adequação das áreas de preservação permanente na bacia do Rio Pequeno (Antonina/PR). p. 262-274. In **Dragagens portuárias no Brasil: engenharia, tecnologia e meio ambiente**. (Boldrini, E.B.; Soares, C.R.; Paula, E.V. de, Orgs.). Antonina, ADEMADAN.
- PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M. 2007. **A fauna de São Paulo nos séculos XVI a XVIII, nos textos de viajantes, cronistas, missionários e relatos monçoeiros**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 296p.
- PEIXOTO, A.L. *et al.* (2006) Parte 2 - Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções botânicas brasileiras com base na formação de taxonomistas e na consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. p.145-182. In Kury, A.B. *et al.* **Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade**. Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro+Biocomplexidade_4399.pdf/6ad794fb-f37e-4b16-985f-d79e986e89c2?version=1.2>. Acesso em 16 set. 2019.
- PIMENTA, B. V. S. *et al.* (2007). Amphibia, Anura, Brachycephalidae, *Brachycephalus hermogenesi*: filling gap and geographic distribution map. **Check List** 3: 277-279.
- PITÉ, M. T. ; AVELAR, T. (1996). **Ecologia das Populações e das Comunidades: uma abordagem evolutiva do estudo da biodiversidade**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- PIZO, M. A. F.; OLIVEIRA, P. S. (2000). The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic forest of southeast Brazil. **Biotropica** 32: 851-861.
- PRADO, J.; LABIAK, P.H. (2009). Pteridófitas. p. 269-290. In: **Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra** (Lopes, M.I.M.S.; Kirizawa, M.; Melo, M.M.R.F. de, org.). São Paulo, Instituto de Botânica, 720p.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. (2001). **Biologia da Conservação**. Londrina. 328 p.
- RANGEL, P.H.N. *et al.* (2005). Coleta, caracterização e uso de germoplasma silvestre de arroz diplóide e tetraplóide (*Oryza* spp.) nativo do Brasil no melhoramento genético. p.585-631. In **Fundamentos para a Coleta de Germoplasma Vegetal** (Walter, B.M.T.; Cavalcanti, T.B., orgs.). Brasília, EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- RATTO, F. *et al.* (2018). Global importance of vertebrate pollinators for plant reproductive success: a meta-analysis. **Front. Ecol. Environ.** 16(2): 82–90.
- REIS, A.; ZAMBORIN, R.M.; NAKAZONO, E.M. (1999). Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica** 14. 42p. MAB. UNESCO.
- RIBEIRO, A. C. *et al.* (2006). Fishes of the Atlantic Rainforest of Boracéia: testimonies of the Quaternary fault reactivation within a Neoproterozoic tectonic province in Southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters** 17: 157-164.
- RIBEIRO, R. S.; EGITO, G. T. B. T.; HADDAD, C. F. B. (2005). Chave de identificação: anfíbios anuros da vertente de Jundiá da Serra do Japi, Estado de São Paulo. **Biota Neotropica** 5. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032005000300017>. Acesso em 15 ago. 2019.
- RIGHI, G. (1999). Oligochaeta. p. 13-21. In **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**: 5. Invertebrados terrestres (Brandão, C.R.; Cancello, E.M., eds.). São Paulo, FAPESP.
- RIZZINI, C. T. (1997). **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda.
- ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. (2010). Beyond hummingbird-flowers: the other side of ornithophily in the Neotropics. **Oecologia Australis** 14: 67-99.
- ROCHA, C. F. D. *et al.* (orgs) (2006). **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos, Rima. 582p.
- RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; BARROS, L. C. (2004). Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management** 190: 323–333.
- ROSSA-FERES, D. C. *et al.* (2011). Anfíbios do Estado de São Paulo, Brasil: conhecimento atual e perspectivas. **Biota Neotropica** 11(1a). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0041101a2011>>. Acesso em 21 de ago. 2019.



- SANQUETTA, *et al.* (2002). **As florestas e o carbono**. Curitiba, FUPEF/ Imprensa da UFPR, 2002. 264p.
- SANTILLI, J. (2010). Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores. p.172-175. *In Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso* (Absy, M. L.; Matos, F. D.; Amaral, I. L., orgs.) Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. 600p.
- SANTOS, C. J. F. (2003). Restauração ecológica associada ao social no contexto urbano: o projeto mutirão reflorestamento. p. 239-263. *In Restauração ecológica de ecossistemas naturais* (Kageyama; P.Y.; Oliveira; R.E.; Moraes; L. F. D.; Engel; V. L.; Gandara, F. B.). Botucatu, FEPAF. 340p.
- SÃO PAULO (Estado). (2005). Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**, São Paulo: SMA/Instituto Florestal.
- SÃO PAULO (Estado). (2018). **Decreto Estadual nº 63.853, de 27 de novembro de 2018**. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo – Seção I, v. 128, n. 221, p. 1-11.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 33: 109-118.
- SERRA, J. P.; CARVALHO, F. R.; LANGEANI, F. (2007). Ichthyofauna of the rio Itatinga in the Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo state: composition and biogeography. *Biota Neotropica*. 7(1): 81-86.
- SILVEIRA, L. F. *et al.* (2009). Aves. p. 88-282. *In Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados* (Bressan, P.M.; Kierulff, M.C.M.; Sugieda, A. M., orgs). São Paulo, Fundação Parque Zoológico de São Paulo & Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 645 p.
- SKORUPA, L. A.; VIEIRA, R.F. (2005). Coleta de germoplasma de plantas medicinais. p.435-468. *In Fundamentos para a Coleta de Germoplasma Vegetal* (B.M.T. Walter & T.B. Cavalcanti, orgs.). Brasília, EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- TAYLOR, L. H.; LATHAM, S. M.; WOOLHOUSE, M. E. J. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 356: 983-989.
- TERBORGH, J. (1988). The big things that run the world: a sequel to E. O. Wilson. *Conservation Biology* 27: 402-403.
- TERBORGH, J. *et al.* 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests. p.1-17. *In Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation* (Levey, D.J.; Silva, W.R.; Galetti, M., eds). New York, CAB International.
- TERBORGH, J.; VAN SCHAIK, C. V. (2002). Por que o mundo necessita de parques. p. 25-36. *In Tornando os parques eficientes – estratégias para a conservação da natureza nos trópicos* (Terborgh, J.; van Schaik, C. V.; Davenport, L.; Rao, M., orgs) Curitiba, Editora da UFPR & Fundação O Boticário. 518 p.
- TONETTI, V. R. *et al.* 2017. Historical knowledge, richness and relative representativeness of the avifauna of the largest native urban rainforest in the world. *Zoologia* 34: e13728.
- TONHASCA Jr., A. (2005). **Ecologia e História Natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro, Interciência.197 p.
- TREVINE, V. *et al.* (2014). Herpetofauna of Paranaipacaba: expanding our knowledge on a historical region in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Zoologia* 31 (2): 126-146.
- UN-CBD. UNITED NATIONS-CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 1992. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- URBAN, D. L.; SHUGART Jr., H. H. (1986). Avian demography in mosaic landscapes: modeling paradigm and preliminary. p.273-279. *In Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates* (Verner, M.L.; Morrison, M. L.; Ralph, C. J., eds). The University of Wisconsin Press, Wisconsin.
- VAN DER PILJ, L. (1982). **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim, Springer-Verlag. 214 p.
- VASCONCELLOS-NETO, J.; POLLI, P. R.; PEN-TEADO-DIAS, A. M. (ORG.). (2012). **Novos olhares, novos saberes sobre a Serra do Japi: Ecos de sua biodiversidade**. Curitiba, Editora CRV. 628p.
- VELOSO, H. P. (1992). Sistema fitogeográfico. *In Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE. Série Manuais Técnicos em Geociências 1: 8-38.
- VERDADE, L. M.; CAMPOS, C. C. (2004). How much is a puma worth? Economic compensation as an alternative for the conflict between wildlife conservation and livestock production in Brazil. *Biota Neotropica* 4. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?short-communication+BN02204022004>>. Acesso 16 ago. 2019.
- VICTOR, M. A. M. (1975). **A devastação Florestal**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura. 48 p.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B., (2005). Herbários e coleta de germoplasma. p.217-240. *In Fundamentos para a Coleta de Germoplasma Vegetal* (Walter, B. M. T.; Cavalcanti, T. B., orgs.). Brasília, EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.; BIANCHETTI, L. B. (2005). Princípios da coleta de germoplasma. p.139-177. *In Fundamentos para a Coleta de Germoplasma Vegetal* (Walter, B. M. T.; Cavalcanti, T. B. orgs.). Brasília, EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

WALTER, B. M. T., CAVALCANTI, T. B., BIANCHETTI, L. B., VALLS, J. F. M. (2005). Origens da agricultura, centros de origem e diversificação das plantas cultivadas. p.57-88. *In Fundamentos para a Coleta de Germoplasma Vegetal* (Walter, B. M. T.; Cavalcanti, T. B. orgs.). Brasília, EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

WILLIAMS-GUILLEN, K.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science* 320: 70.

WILLIS, E. O.; ONIKI, Y. (2003). **Aves do estado de São Paulo**. Rio Claro, Divisa. 398 p.

WILSON, E. O. (1992). **Diversidade da vida**. São Paulo, Companhia das Letras. 447 p.

YANO, O.; VISNARDI; PERALTA, D. F. (2009). Briófitas. p. 255-268. *In: Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra* (Lopes, M.I.M.S.; Kirizawa, M.; Melo, M.M.R.F. de, org.). São Paulo, Instituto de Botânica, 720p.

YOSHIDA, C. E.; ROLLA, A. P. P. R.; UIEDA, V. S.; ESTEVES, K. E. (2016). Chave de identificação dos peixes de riachos da SERRA DO JAPI (APAS Jundiá-Cabreúva/SP). **Bol. Inst. Pesca** 42(4): 801-818.

ZILLER, S.R. (2001). Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, v. 178, p. 7779.

GLOSSÁRIO

A

Anemocórica | Espécie vegetal cujos propágulos são dispersos pelo vento.

D

Decidual | Que permanece sem folhas por um certo tempo, periodicamente. Quando as árvores do dossel perdem folhas periodicamente, a floresta é chamada de decídua ou caducifólia, quando isso não ocorre, é denominada de perenifólia.

Dióica | Àquela em que os sexos se encontram separados em indivíduos diferentes.

E

Edáfico | Relativo ou pertencente ao solo.

Escrube | Fisionomia vegetal composta de arbustos e arvoretas (árvores com menos de 3m de altura).

Espécie endêmica | Espécie restrita à uma única área geográfica ou a um único ecossistema, por exemplo, espécies endêmicas do estado de São Paulo, da bacia do rio Ribeira de Iguape ou do manguezal.

Espécies vicariantes | Espécies muito semelhantes que apresentam um ancestral comum relativamente recente, cuja área de distribuição original foi fragmentada em duas ou mais áreas,

por uma barreira geográfica efetiva, gerando subpopulações isoladas que, com o passar do tempo, passaram a se comportar como de espécies distintas.

Estacional | Florestas estacionais estão sujeitas a um período desfavorável, que pode ser o longo período de estiagem do clima tropical (médias de 22°C, 4 a 6 meses secos) ou o frio intenso na faixa subtropical (seca fisiológica, com médias de 18°C, mas com pelo menos 3 meses de temperaturas inferiores a 15°C).

F

Fanerógamas | Nome dado às plantas que produzem flores, em oposição às criptógamas.

Febre Maculosa | Doença causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*, transmitida ao homem e animais, por diferentes espécies de carrapatos.

Fenologia || Estudo das relações dos processos biológicos periódicos com o clima. Exemplo de fenofases em plantas: brotação, floração, frutificação.

Filogenética | Refere-se às relações evolutivas (de parentesco) entre os organismos.

Fluxo gênico | Transferência de genes de uma população para outra.

M

Macrófitas aquáticas | Vegetais que ocorrem desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos, incluindo desta forma, vegetais desde macroalgas até plantas vasculares.

N

Necrófago | Que consome animal que já está morto, até mesmo em decomposição.

Nectarivoria | Consumo do néctar das flores.

Neotropical | Região biogeográfica que compreendida entre o sul do México e o sul da América do Sul, incluindo as ilhas do Caribe.

O

Oligotrófico | Pobre em nutrientes e portanto com baixa produtividade orgânica.

Ombrófilo | Florestas ombrófilas são descritas como presentes em clima de altas temperaturas e precipitação elevada e bem distribuída durante o ano.

P

Patógeno | Agente biológico (bactéria, fungo, etc) capaz de causar doenças.

Perenifólia | Que mantém as folhas, com folhas persistentes. Quando as árvores do dossel perdem folhas periodicamente, a floresta é chamada de decídua ou caducifólia, quando isso não ocorre, é denominada de perenifólia.

Propágulo | Qualquer parte de uma planta que dá origem a um novo indivíduo, como esporos, sementes, frutos, gemas, rizomas ou estolões.

R

Rastejo | Escorregamento lento e contínuo.

S

Sucessão secundária | Define-se como sucessão ecológica o acréscimo ou substituição seqüencial de espécies, com alterações na abundância daquelas presentes anteriormente. Denomina-se sucessão secundária a sucessão ecológica que ocorre em áreas onde a comunidade anterior foi eliminada (exemplo: áreas que originalmente eram vegetadas, foram desmatadas e então recolonizadas).

Z

Zoocórica | Espécie vegetal cujos propágulos são dispersos por animais.



PARTE 5

FERRAMENTAS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO



5.1 VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS E SEUS SERVIÇOS

Coordenador

Ademar Ribeiro Romeiro | UNICAMP

Autores

Ademar Ribeiro Romeiro | UNICAMP

Alexandre Gori Maia | UNICAMP

Bruno Puga | UNICAMP

Daniel Caixeta Andrade | UFU

Oscar Sarcinelli | UNICAMP

Sérgio Gomes Tôsto | EMBRAPA TERRITORIAL/UNICAMP

Foto de abertura do capítulo:
Bacia Hidrográfica do
Sistema Produtor
de Água Cantareira.
Fonte: Oscar Sarcinelli (2012).



SUMÁRIO



Resumo	545
1 Introdução.....	546
2 Avaliação ambiental e avaliação econômico-ecológica: pressupostos teóricos e procedimentos metodológicos.....	546
3 Avaliação crítica dos métodos correntes	550
3.1 Métodos indiretos	551
3.2 Métodos diretos.....	553
4 Valoração econômico-ecológica	557
5 Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil e em São Paulo	560
5.1 Regime federal legal de PSA.....	561
5.2 TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade – situação atual e perspectivas.....	561
5.3 PSA no Sistema Ambiental Paulista – a regulamentação estabelecida pela PEMC	562
6 Valoração de serviços ecossistêmicos e pagamento por serviços ambientais: da teoria à práxis	562
6.1 Serviços ecossistêmicos.....	563
6.2 O ICMS-Ecológico.....	563
6.3 O projeto Mina d’Água	564
6.4 O caso de Extrema-MG: possibilidades e desafios.....	564
7 Perspectivas de valoração de serviços ecossistêmicos na RBCV	565
Referências.....	567
Glossário	569

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.

Figura 2 Principais métodos de valoração ambiental.

QUADROS

Quadro 1 Principais fontes de vieses do MAC.

Quadro 2 Principais diferenças teóricas e metodológicas de abordagens de valoração de serviços ecossistêmicos.

TABELA

Tabela 1 Valor dos serviços ecossistêmicos e técnicas de valoração mais utilizadas.

SIGLAS

AC Avaliação contingente

AJ Análise conjunta

DAP Disposição a pagar

EUA Estados Unidos da América

FECOP Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição

FNMC Fundo Nacional sobre Mudança do Clima

GEE Gases de Efeito Estufa

GUMBO *Glogal Unified Metalmodel of the Biosphere*

ICMS Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IPE Instituto de Pesquisas Ecológicas

MAC Método de avaliação contingente

MEA *Millennium Ecosystem Assesment*

MIMES *Multiscal Integrated Models of Ecosytem Services*

ONG Organização não governamental

PCJ Refere-se ao comitê das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiai

PEMC Política Estadual de Mudanças Climáticas

PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. O mesmo que UNEP

PSA Pagamento por Serviços Ambientais

REDD Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação

SIMA Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

TEEB *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*

UC Unidade de conservação

UFEX Unidades Fiscais de Extrema

UFU Universidade Federal de Uberlândia

UNICAMP Universidade de Campinas



RESUMO

Foi definido por objetivo discutir uma abordagem de valoração de serviços ecossistêmicos compatível com os princípios da chamada Economia Ecológica. De maneira resumida, a valoração econômico-ecológica é uma metodologia distinta da prática de valoração correntemente praticada, na medida em que procura levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os distintos valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis, potencialmente catastróficas, de estruturas e funções ecossistêmicas. Em outras palavras, diferentemente da valoração unicamente monetária da economia ambiental, a valoração econômico-ecológica busca levar em conta também as dimensões ecológica e social. Foram confrontados os pressupostos teóricos e os procedimentos metodológicos da valoração ambiental e da valoração econômico-ecológica. No caso da metodologia clássica de valoração, os seus pressupostos teóricos são simples e reducionistas: os agentes econômicos são capazes de avaliar individualmente o valor do meio ambiente, do mesmo modo como fazem com as demais mercadorias. Por sua vez, a valoração econômico-ecológica considera pressupostos mais realistas sobre o comportamento e a capacidade humana na avaliação de recursos naturais, o que conduz a proposições metodológicas de valoração bem mais complexas. Na sequência, o capítulo apresenta uma discussão conectando a prática da valoração aos esquemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Isso porque se considera que a valoração econômico-ecológica pode ser útil no processo de elaboração e implementação de mecanismos de PSA. Por último, a utilização da valoração é exemplificada no exame dos estudos de caso apresentados ao longo do livro.

1 | INTRODUÇÃO

Avaliação econômico-ecológica é uma metodologia de valoração de recursos naturais que vem sendo desenvolvida no âmbito da corrente teórica em economia do meio ambiente, chamada economia ecológica. Trata-se de uma metodologia de valoração distinta da valoração da economia ambiental¹ correntemente praticada na medida em que procura levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os distintos valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas de estruturas e funções ecossistêmicas. Em outras palavras, diferentemente da valoração da economia ambiental, a valoração econômico-ecológica busca levar em conta a sustentabilidade ecológica, a econômica e o aspecto social da manutenção e/ou do uso dos recursos naturais.

O presente trabalho visa apresentar seus pressupostos teóricos, conceitos e definições, e quais as soluções que têm sido propostas para superar o que se considera como limitações importantes dos processos de valoração ambiental correntemente em uso. Ele se divide em mais sete seções, além desta introdução. Na Seção 2, os pressupostos teóricos e os procedimentos metodológicos da valoração ambiental e da valoração econômico-ecológica são confrontados. Os pressupostos teóricos da economia ambiental são simples e reducionistas: os agentes econômicos são capazes de avaliar individualmente o valor do meio ambiente, do mesmo modo como fazem com as demais mercadorias. O meio ambiente é visto como um provedor de bens e serviços cujo processo de *fabricação* pode ser tratado como uma *caixa preta* que não é necessário abrir no processo de valoração. Perdas irreversíveis não são relevantes, uma vez que os recursos naturais são substituíveis por capital. Esses pressupostos tornam o processo de valoração ambiental bastante simples. A consideração de pressupostos mais realistas sobre o comportamento e a capacidade humana na avaliação de recursos naturais e a abertura

da *caixa preta* da *fabricação* de bens e de serviços ecossistêmicos pela abordagem econômico-ecológica conduz a proposições metodológicas de valoração bem mais complexas.

Na Seção 3, a avaliação crítica dos métodos de valoração correntemente utilizados tem a intenção de mostrar os limites específicos de cada tipo de método e, desse modo, indicar os cuidados que se deve ter ao utilizá-los. A Seção 4 apresenta uma primeira aproximação de como deveria ser a valoração econômico-ecológica. Trata-se de um esforço de integrar dinamicamente as contribuições das ciências sociais (economia, principalmente) e das ciências naturais (ecologia e biologia, principalmente), de modo a se ter clareza sobre a relevância ecológica do que está sendo valorado economicamente, levando-se na devida conta os vários efeitos de *feedback* existentes entre ecossistemas e sistemas socioeconômicos. A consideração de um grande número de variáveis e de parâmetros de sustentabilidade que este tipo de abordagem exige torna necessário o uso de ferramentas de modelagem econômico-ecológica.

Na Seção 5, é apresentado o marco regulatório de experiências pioneiras para o pagamento de serviços ambientais no Brasil e em São Paulo; enquanto, na seção 6, discute-se o papel da valoração econômico-ecológica no processo de tomada de decisão sobre a preservação e/ou recuperação de ecossistemas, tendo em conta em especial o instrumento econômico de pagamento por serviços ambientais.

Finalmente, na Seção 7, são apresentadas as perspectivas de valoração com base nas informações disponíveis nos capítulos que compõem este livro.

2 | AVALIAÇÃO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO ECONÔMICOECOLÓGICA: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Do ponto de vista da economia ambiental, a degradação do meio ambiente pelas atividades econômicas deve ser vista como uma *externalidade negativa*, isto é, uma situação em que a

¹ Por economia ambiental se entende, em geral, a corrente dominante em teoria econômica (economia neoclássica) aplicada à problemática ambiental, cuja metodologia de valoração ambiental é correntemente a mais utilizada.



ação de um agente econômico interfere negativamente no bem-estar de outro sem que este último tenha o direito de ser compensado por isso. Por exemplo, o uso por um agente econômico da água de um rio para o despejo de resíduos industriais pode afetar outros agentes que fazem uso desse recurso para outras finalidades, como pesca ou abastecimento humano. Essa situação decorre do fato de que a água do rio é recurso natural público, cujo serviço de dispersão de resíduos pode ser apropriado livremente.

Teoricamente, se esse recurso fosse privatizado, desapareceria o problema, que seria *internalizado* na medida em que proprietários e usuários do recurso negociariam entre si o preço a ser pago por sua utilização. Entretanto, dada a impossibilidade política e operacional de conferir direitos de propriedade a recursos naturais deste tipo, resta como alternativa a sua valoração (precificação) e a cobrança pelo Estado. Desse modo, os agentes econômicos passariam a pagar pelo uso desse recurso, eliminando-se a externalidade e ao mesmo tempo estimulando seu uso mais racional.

Um conjunto de métodos de valoração foi desenvolvido pela economia ambiental com essa finalidade, os quais podem ser classificados em duas categorias principais: (1) métodos que avaliam diretamente a disposição a pagar dos indivíduos por este ou aquele recurso natural (no caso do exemplo apresentado, avaliam a demanda pelo rio limpo); (2) métodos que avaliam indiretamente a disposição a pagar dos indivíduos por um dado recurso natural através do valor de mercado dos bens ou dos serviços ecossistêmicos por este produzidos; considerando novamente o exemplo acima, o valor do rio seria estimado somando-se o valor da produção de peixes com o valor comercial sacrificado pela poluição (método de produção sacrificada) com aquele do tratamento da água para torná-la potável novamente (método do custo de reposição). Se o rio fosse utilizado para o lazer aquático, também seria necessário somar o valor das perdas desse tipo de serviço. É preciso considerar, ainda, que, além da motivação utilitária para pagar pelo valor de uso presente ou futuro dos bens e serviços ecossistêmicos oferecidos por determinado recurso natural, admite-se que possa haver motivações não utilitárias a pagar pela simples existência de um dado recurso natural (valor de

existência). Nesse caso, somente é possível avaliar diretamente a disposição a pagar dos agentes econômicos.

Desse modo, de acordo com a economia ambiental, a precificação dos bens e os serviços ecossistêmicos permitiriam que os agentes econômicos fizessem um cálculo de custo-benefício ao utilizar um dado recurso natural. Por exemplo, procurando minimizar o custo total de utilização do recurso hídrico composto pelo valor dos gastos com a instalação e a manutenção de sistemas de tratamento de resíduos (custo de controle), somado ao valor do gasto com o pagamento por usar o serviço de dispersão de resíduos do rio (custo da poluição). Como o custo dos sistemas de tratamento tende a se elevar fortemente na medida em que se passa de sistemas primários para secundários,² e assim sucessivamente, o cenário mais provável é aquele da busca de minimização do custo total através de uma combinação ótima entre investimento em sistemas de tratamento com investimento em pagamento por poluir. Nesse ponto de equilíbrio, denominado de *poluição ótima*, em que custos marginais de controle e de poluição são iguais, o custo total é minimizado. Diante do exposto, parece claro, portanto, que a quantidade de recurso natural a ser utilizada é definida por um processo de avaliação custo-benefício da alocação dos gastos entre investimento em sistemas de controle da poluição e investimento em pagamento por poluir.

Do ponto de vista ecológico, que tipo de problema pode resultar desse processo de decisão sobre o uso de recursos ambientais? O problema é aquele do risco de perda irreversível de bens e serviços ecossistêmicos, uma vez que o ponto de equilíbrio assim definido – poluição ótima – pode não ser um ponto de equilíbrio ecológico, isto é, sustentável no longo prazo. Mas este não é um problema do ponto de vista da economia ambiental, dado que esta supõe que os recursos naturais são substituíveis por capital. Nessa ótica, o risco de perdas irreversíveis,

² O sistema de tratamento de resíduos é caracterizado por vários processos de tratamento. Por exemplo, os sistemas primários separam a matéria poluente da água em um processo físico de sedimentação. Os sistemas secundários, por sua vez, usualmente utilizam processos biológicos para reduzir a carga poluente.

potencialmente catastróficas, de recursos naturais, não é relevante e pode ser desconsiderado.

Para a economia ecológica,³ ao contrário, os riscos de perdas irreversíveis devem ser considerados como relevantes. Assim, neste exemplo, o ponto de equilíbrio – poluição ótima – somente seria sustentável do ponto de vista ecológico caso fosse possível expressar em unidades monetárias, para cada nível de poluição (na *margem*), tudo o que está em jogo em termos de perdas ambientais. O obstáculo fundamental a isso, que por si só inviabiliza todo esse processo de ajuste, decorre das limitações do conhecimento humano sobre como as funções ecossistêmicas, que se traduzem em serviços ecossistêmicos, emergem do funcionamento e da interação dos elementos estruturais de um dado recurso natural (ecossistema). O que se sabe é que a reação dos ecossistemas aos impactos sofridos não é linear em função de uma propriedade de sistemas complexos chamada de resiliência, isto é, a capacidade do sistema de resistir aos impactos e se reequilibrar. A *resiliência* ecossistêmica implica a existência de *limiares (thresholds)* de ruptura que a ciência não tem como determinar com certeza nos casos mais complexos. Portanto, a não linearidade das reações ecossistêmicas associada ao desconhecimento do ponto de ruptura torna uma ficção esta ideia de um vetor de preços refletindo variações marginais na degradação ambiental.

No entanto, a economia ecológica considera fundamental valorar monetariamente (precificar) a *dimensão econômica* do meio ambiente – bens e serviços ecossistêmicos; mas considera também que a decisão de uso de um dado recurso natural não pode prescindir da avaliação de suas *dimensões social* e ecológica, cujas métricas não são monetárias. A dimensão social e/ou cultural resulta de considerações ético-normativas. Ecossistemas e seus serviços são importantes para a identidade cultural e moral de muitas sociedades, estando em íntima sintonia com seus valores éticos, espirituais, históricos e artísticos. No caso da dimensão ecológica, sua

métrica é a sustentabilidade no longuíssimo prazo.⁴ A *escala* de uso de um bem ambiental deve ter essa condicionante. No entanto, sua determinação poderá ser mais ou menos controversa, dependendo do grau de incerteza científica envolvido. Quanto mais complexo o ecossistema em jogo, mais incerta a determinação da escala de uso sustentável. Altos níveis de incerteza científica, por seu turno, trazem a necessidade de se pensar em procedimentos de tomada de decisão que incluam outros atores além de especialistas. Esses procedimentos têm sido objeto de debates cuja avaliação não faz parte dos objetivos deste trabalho.⁵ O que importa registrar aqui é apenas a necessidade de determinação prévia de escalas sustentáveis de uso de recursos naturais pela sociedade. O *Código Florestal* brasileiro, definido pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), é um exemplo nesse sentido. Embora o legislador não tenha tido, muito provavelmente, uma ideia clara do que representava do ponto de vista estritamente ecológico a escala proposta do uso das florestas, essa lei claramente representa a definição social de uma escala de uso para os recursos florestais que se supõe seja sustentável.

Após ser definida a escala sustentável ecologicamente e a *distribuição* justa socialmente do acesso aos recursos naturais disponíveis, a *alocação* dos investimentos entre usos alternativos desses recursos poderá ser eficientemente orientada pelo sistema de preços. No caso do citado exemplo da água do rio, o quanto do recurso será utilizado pelo industrial para a dispersão de resíduos será definido e irá evoluir em função dos preços relativos dos sistemas de tratamento e/ou da demanda por estes serviços de dispersão, por um lado; e os preços dos produtos do rio (peixes), mais os

³ Economia ecológica designa uma corrente dissidente, que surgiu a partir das críticas aos pressupostos implícitos e explícitos da economia ambiental sobre a importância das perdas irreversíveis potencialmente catastróficas de bens e serviços ecossistêmicos, bem como sobre os limites termodinâmicos do aumento da produção material/energética.

⁴ Por longuíssimo prazo, numa escala humana, devem-se considerar no mínimo 10 mil anos, tempo transcorrido desde a invenção da agricultura no neolítico; como média, deveria ser considerado o tempo transcorrido desde o controle do fogo pela espécie humana, há cerca de 300 mil anos.

⁵ Tais procedimentos e estratégias podem ser compreendidos no contexto de um movimento maior chamado de ciência pós-normal, cuja principal característica é a busca por novos processos de resolução de problemas complexos (ambientais, inclusive) a partir da interação entre conhecimento científico (epistemologia) e formação de valores (axiologia). Atributos como incerteza, conhecimentos tradicionais e visão dos agentes envolvidos são centrais nos processos de negociação para a busca de soluções de determinados problemas (PORTO, 1997).



custos das soluções alternativas para disponibilizar a água para consumo humano, por outro. Ou seja, no esquema analítico da economia ecológica, o sistema de preços não define a escala de uso do recurso como no esquema anterior; mas, ao contrário, ele é influenciado por esta. O avanço dos conhecimentos técnico-científicos influencia os preços dos recursos naturais na medida em que pode modificar a magnitude da escala até então considerada sustentável, bem como revelar a existência de novos bens ou serviços ecossistêmicos produzidos pelo recurso que está sendo valorado.

Em relação a este último aspecto, o melhor conhecimento da estrutura e das funções ecossistêmicas mostra que um dado serviço ecossistêmico frequentemente resulta de mais de uma função ecossistêmica, as quais se inter-relacionam e podem ser responsáveis por outros serviços. Desse modo, considerar isoladamente um dado serviço ecossistêmico representa uma abordagem reducionista que subestima o valor do ecossistema que o produz. Um exemplo clássico desse reducionismo é a frequente abordagem da economia ambiental frente à valoração dos solos agrícolas degradados pela erosão. Considerando o solo como um simples depósito de nutrientes minerais, um esquema convencional de valoração calcularia o valor do solo pelo custo de reposição dos nutrientes perdidos com a erosão.⁶ No entanto, o solo forma um ecossistema complexo, cujos elementos estruturais interagem produzindo um conjunto de funções ecossistêmicas que, por sua vez, dão origem a outros serviços ecossistêmicos, além do estoque de nutrientes que contém.

São pelo menos mais quatro serviços ecossistêmicos produzidos por um solo bem protegido contra a erosão e manejado de modo ecologicamente adequado: produção de nutrientes minerais, capacidade de armazenamento de água, condições ideais de enraizamento e aeração para as plantas; e produção de antibióticos vegetais. Portanto, o método de valoração pelo custo de reposição subestima fortemente o valor dos serviços ecossistêmicos ameaçados pela erosão. O melhor entendimento do ecossistema *solo* mostra também que existem limiares

de resiliência para a produção desses serviços, o que conduz à necessidade de determinação de níveis de tolerância à erosão (escala).

Nesse contexto, os economistas ecológicos aceitam a ideia defendida pelos ecólogos (termo aqui utilizado no sentido amplo que inclui especialistas em ciências naturais), de que a decisão de uso ou não de um determinado bem ou serviço ecossistêmico deve ser condicionada à avaliação sobre sua importância ecológica para a sustentabilidade no longuíssimo prazo. Alguns analistas consideram que seria possível estabelecer uma métrica não monetária, capaz de integrar numa medida comum de valor os valores ecológicos dos ecossistemas determinados pela integridade de suas funções, bem como por parâmetros ecossistêmicos de complexidade, diversidade e raridade.

A teoria do valor energético é um dos principais resultados do esforço para resolver o problema da incomensurabilidade das diferentes unidades biofísicas em que as variáveis ecológicas se expressam. Trata-se de uma teoria do valor baseada em princípios termodinâmicos, na qual a energia solar é considerada a unidade de conta. Presentemente, o sistema predominante de determinação dos valores ecológicos com base em análises energéticas é conhecido como análise emérgica.

Esse método procura recuperar toda a memória energética de um dado ecossistema convertendo, através de fatores de transformabilidade previamente calculados, todas as formas de energia utilizadas no seu processo de formação/produção em equivalentes de energia solar (*emergy = embodied energy*). Para muitos críticos, entretanto, essa redução de relações complexas a uma única unidade, mesmo que física, implica perda de informações relevantes, tais como o valor de diferentes serviços ecossistêmicos, de acordo com sua habilidade de sustentar e manter o sistema como um todo.

Finalmente, em relação à dimensão socio-cultural do valor dos ecossistemas, novos métodos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de captá-la, como a avaliação participatória (*participatory assessment*) ou a valoração grupal (*group valuation*). Esses métodos buscam captar as visões que diferentes grupos de indivíduos têm sobre as diversas categorias de serviços ecossistêmicos e suas dimensões culturais e

⁶ É verdade que esta visão reducionista dos economistas ambientais foi historicamente respaldada por agrônomos entusiasmados com a química agrícola.

éticas, reconhecendo que os seres humanos possuem uma racionalidade limitada e que é necessário ponderar quesitos de ordem social.

Outro método é aquele conhecido como *discourse-based valuation*, o qual parte do princípio de que a valoração não deveria se basear na medição de preferências individuais, mas de um processo de debate livre, aberto e democrático. A ideia básica é que pequenos grupos de agentes envolvidos no processo (*stakeholders*) podem, conjuntamente, deliberar sobre a importância relativa dos serviços ecossistêmicos, tendo em conta considerações sobre a equidade entre diferentes grupos sociais.

3 | AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS MÉTODOS CORRENTES

Diversos métodos podem ser utilizados no processo de valoração. Cada um apresenta uma limitação específica, que depende, sobretudo, do tipo de valor econômico que o mesmo é capaz de estimar (**Figura 1**).

Os métodos que avaliam indiretamente um recurso natural pelo valor de mercado dos bens ou dos serviços ecossistêmicos por este produzidos (métodos indiretos) são mais simples e menos onerosos, estimando o impacto

de uma alteração ambiental na produção de bens e serviços comercializáveis. Seria o caso, por exemplo, da produção de peixes sacrificada pela poluição do rio. Por definição, no entanto, seu uso é limitado à avaliação de valores de uso, deixando de fora os valores ecológicos e sociais.

Mesmo em relação aos valores de uso, sua aplicação corrente sem um melhor conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas que produzem os bens e os serviços que se pretende valorar têm resultado em subestimações dos valores dos bens e serviços dos ecossistemas avaliados. Como já mencionado, esse melhor conhecimento poderia revelar a existência de outros serviços ecossistêmicos cuja contribuição é real e deveria ser valorada. Apesar dessas limitações, os valores obtidos com a aplicação desses métodos podem ser suficientes para estimular diretamente os agentes econômicos a usar os ecossistemas e seus serviços de modo ecologicamente mais racional ou justificar a implementação de políticas ambientais que produzam o mesmo resultado.

Uma representação esquemática dos principais métodos de valoração é apresentada na **Figura 2**. Uma breve descrição das técnicas é apresentada na sequência, começando pelos métodos indiretos.

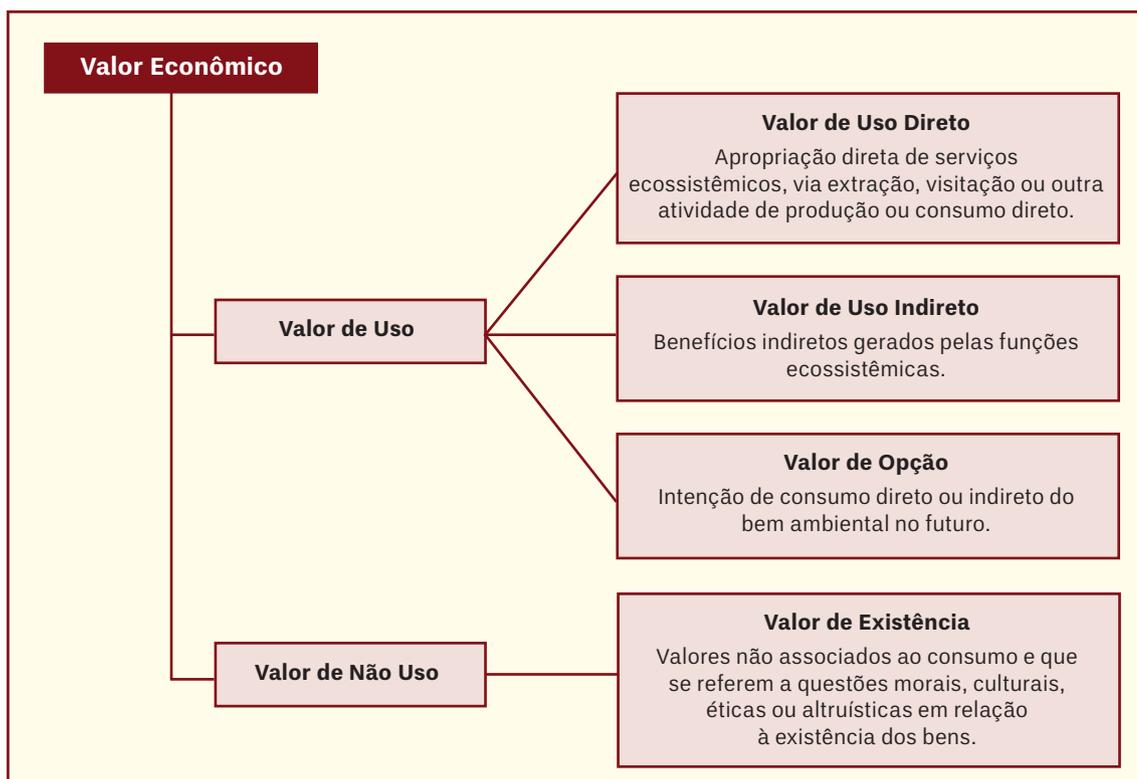


Figura 1 | Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.
Fonte: Elaboração própria

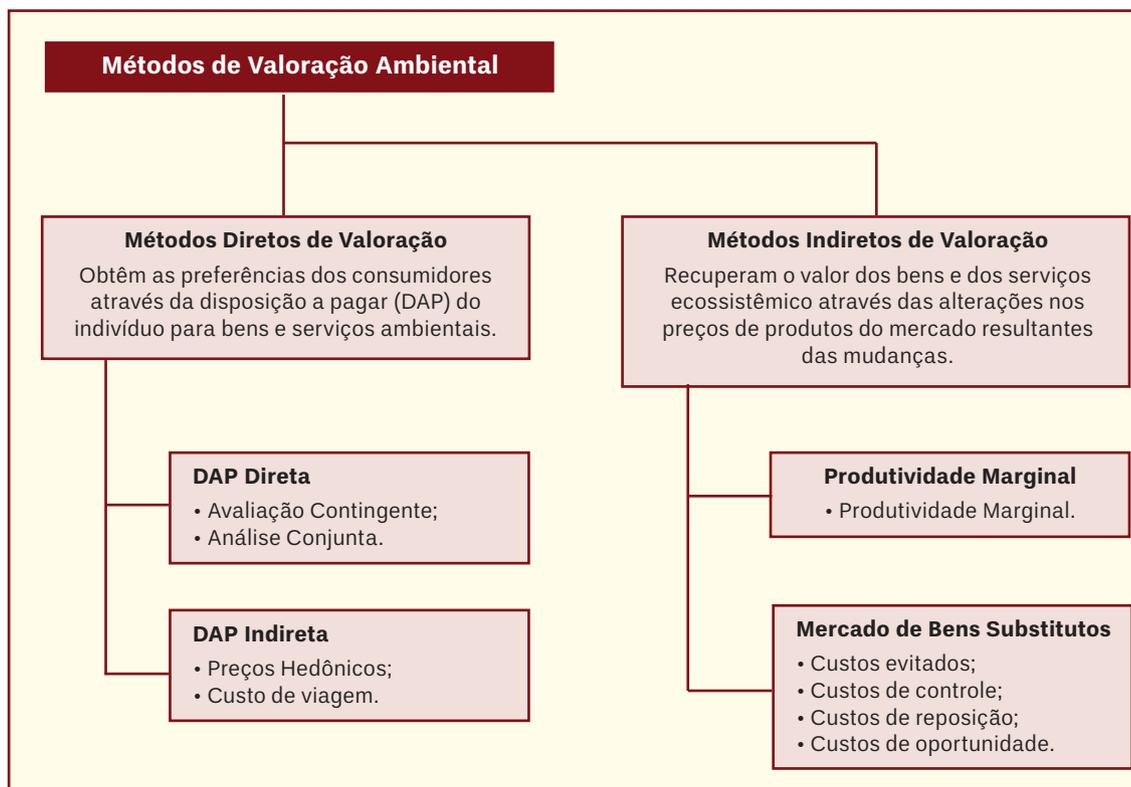


Figura 2 | Principais métodos de valoração ambiental.
Fonte: Elaboração própria

3.1 | Métodos Indiretos

3.1.1 | Produtividade marginal

O método de produtividade marginal atribui um valor ao uso de um recurso natural relacionando a quantidade ou qualidade desse recurso diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose-resposta, que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Essa função irá mensurar o impacto no sistema produtivo da variação marginal na provisão do bem ou do serviço ecossistêmico e, a partir dessa variação, estimar o valor econômico de uso do recurso ambiental. Como exemplo de função dose-resposta, pode ser citado o caso mencionado da queda na produção pesqueira em resposta à dose de contaminação da água. Dose também pode ser a redução do número de predadores naturais das pragas agrícolas, tendo como resposta a diminuição da produtividade agrícola.

Entretanto, a função de produção pode não ser tão trivial caso as relações biológicas e as

tecnológicas sejam demasiadamente complexas, como em geral é o caso. É muito difícil precisar as relações causais ambientais, pois diversos benefícios tendem a ser afetados pela queda da qualidade ambiental, não somente aqueles do processo produtivo. Para conhecimento dos benefícios ou dos danos gerados, é necessário profundo conhecimento dos processos biológicos, das capacidades técnicas e suas interações com as decisões dos produtores, e do efeito da produção no bem-estar da população. Assim, o método de produtividade marginal acaba estimando apenas uma parcela dos serviços ecossistêmicos e os valores tendem a ser subestimados.

3.1.2 | Mercado de bens substitutos

Quando não é possível obter diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, pode ser possível estimá-lo por algum substituto existente no mercado. A metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou do serviço ecossistêmico aumentará a procura por substitutos a tentativa de manter o mesmo nível de bem-estar da população. As estimativas

também são, em geral, subdimensionadas, pois tendem a considerar apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais, deixando de fora os valores de opção. Além disso, há o fato de que, para boa parte dos serviços ecossistêmicos, não há substitutos adequados.

A eficácia das estimativas dependerá, sobretudo, do objetivo da pesquisa, sendo muitas vezes suficientes para garantir, por exemplo, o uso sustentável de um recurso natural ou para evitar políticas de impactos ambientais. Existem várias técnicas derivadas do mercado de bens substitutos, bastante conhecidas e de fácil aplicação. São elas: custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade.

Custos evitados

Os custos evitados, ou gastos defensivos, são muito utilizados em estudos de mortalidade e morbidade humana. O método estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças desses atributos ambientais. Por exemplo, quando uma pessoa paga para ter acesso à água encanada, ou compra água mineral em supermercados, supõe-se que esteja avaliando todos os possíveis males da água poluída, e indiretamente valorando sua disposição a pagar pela água descontaminada. Os investimentos feitos pela indústria automobilística em acessórios para aumentar a segurança dos automóveis, como a utilização de *airbags*, também refletem a preocupação dos compradores com a diminuição do risco de morte em acidentes de trânsito, e podem gerar uma estimativa do valor dado à vida humana.

Em muitos estudos de custos evitados associados à mortalidade, o valor humano é estimado a partir dos ganhos previstos ao longo da vida do indivíduo, observando sua produtividade presente e sua expectativa de vida. Mesmo desconsiderando a falta de ética na valoração da vida humana, essas estimativas apresentam algumas expressivas falhas latentes: valores econômicos menores para os mais velhos e os mais pobres; valores nulos para os desocupados e inativos; ignorar as preferências dos consumidores.

As estimativas dos custos evitados tendem a ser subestimadas, pois desconsideram uma

série de fatores, como a existência de um comportamento altruísta do indivíduo ao estimar o valor dado à vida ou à saúde alheia, além da falta de informação sobre os reais benefícios do bem ou do serviço ecossistêmico.

Custos de controle

Custos de controle representam os gastos necessários para evitar a variação do bem ou do serviço ecossistêmico, e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população. É o caso do tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios e de um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera. Por limitar o consumo presente do capital natural, o controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras. As maiores dificuldades desse método estão relacionadas à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação.

Os investimentos de controle ambiental tendem a gerar benefícios diversos, sendo necessário um estudo muito rigoroso para determinação de todos esses. Como não há também um consenso quanto ao nível adequado de sustentabilidade, as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural.

Custos de reposição

Com o método de custo de reposição, a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será dada pelos gastos necessários para reposição ou reparação após o mesmo ser danificado. É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado. O método é frequentemente utilizado como medida do dano causado, sendo comum a estimativa do custo de restauração do ambiente danificado após ocorrência do prejuízo. As estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou o serviço danificado, partindo também do pressuposto de que o recurso ambiental possa ser devidamente substituído. Uma das desvantagens do método é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na



reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. Em geral, o método tem sido aplicado com base em concepções extremamente reducionistas dos ecossistemas, como no caso do solo erodido citado no tópico anterior, produzindo valores fortemente subestimados.

Custos de oportunidade

Embora desejável do ponto de vista ambiental, a preservação gera um custo social e econômico que deve ser compartilhado entre os diversos agentes que usufruem dos benefícios da conservação. Toda conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas na área de proteção, representando, portanto, as perdas econômicas da população em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais. No caso de um parque ou reserva florestal com exploração restringida, o custo de oportunidade de sua preservação seria dado pelos benefícios de uma possível atividade de exploração de madeira. Por outro lado, os benefícios ecológicos da preservação poderiam ser expressos pela renda gerada em atividades sustentáveis, como o ecoturismo e a exploração de ervas medicinais. Alguns cuidados especiais devem ser tomados na estimativa. Atividades insustentáveis irão gerar danos irreversíveis e reduzir a oferta do bem ou do serviço ecossistêmico ao longo do tempo, e esse fato não pode ser desconsiderado na estimativa do valor presente dos custos de oportunidade dessas explorações.

3.2 | Métodos diretos

Quanto aos métodos diretos de valoração, cabe separá-los em dois tipos básicos: o tipo (1), que avalia a disposição a pagar (DAP) através de mercados reais; e o tipo (2), que avalia a DAP diretamente junto aos agentes econômicos através de um mercado hipotético. Existem dois métodos do primeiro tipo: (a) método de preços hedônicos; e (b) método de custo de viagem.

3.2.1 | Avaliação da DAP através de mercados reais

Preços hedônicos

O método de preços hedônicos estabelece uma relação entre os atributos de um produto

e seu preço de mercado. Pode ser aplicado a qualquer tipo de mercadoria, embora seu uso seja mais frequente em preços de propriedades. Por exemplo, para se avaliar o valor de um atributo ambiental associado à localização de um imóvel. Estatisticamente, o método utiliza uma regressão múltipla para ajustar o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor. Farão parte do modelo econométrico as características estruturais da residência (área construída, cômodos, etc.), as características ambientais (índices de poluição, parques, etc.), assim como índices socioeconômicos da região (etnia, nível econômico, índices de criminalidade, etc.).

Uma das principais limitações desse método está no fato de que, embora seja necessário, é muito difícil determinar todas as características que possam influenciar o preço da propriedade. Mesmo identificadas, algumas características ambientais podem não ser quantificadas, como exige o modelo econométrico. A análise estatística selecionará apenas as características significantes, ou seja, aquelas que apresentarem alta correlação com o preço da propriedade. Assim, variáveis ambientais importantes poderão ser excluídas do modelo caso passem despercebidas pelos proprietários ao expressarem o valor para suas residências. Há que se considerar também o pressuposto implícito de uma igualdade de informações entre os indivíduos e a liberdade de escolha das residências em todo o mercado. Isso não acontece na realidade, em que há assimetria de informações e restrição de compras de residências numa dada região.

Apesar dessas limitações, nos casos em que a característica a ser avaliada seja quantificável e facilmente detectada pelos proprietários, o método proporciona uma boa estimativa da disposição a pagar por um atributo ambiental associado a um determinado bem.

Custo de Viagem

Esse método é um dos mais antigos, tendo sido desenvolvido nos EUA para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública. O valor do serviço ecossistêmico é determinado a partir da observação dos gastos dos visitantes para se deslocar ao patrimônio, incluindo transporte, tempo de viagem, taxa de entrada e outros gastos complementares. O método estabelece uma função relacionando a taxa de visitação

às variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, características socioeconômicas do visitante e outras variáveis que possam explicar a visita ao patrimônio natural. Os dados são obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visita.

As entrevistas devem respeitar os distintos períodos do ano (verão e inverno, diurno e noturno), evitando um possível viés sazonal na amostra. A taxa de visitação pode ser expressa em número de visitas pela população (por exemplo, visitas para cada mil habitantes), ou visitas por indivíduo num determinado horizonte de tempo (visitas para cada indivíduo durante um ano, por exemplo). Como a distância de uma região ao patrimônio natural é um fator preponderante para determinação da taxa de visitação dos moradores, é possível então melhorar a precisão das estimativas classificando os indivíduos segundo sua área de origem (bairro, cidade, país). Desse modo, é possível haver um maior controle sobre a representatividade da amostra ao mesmo tempo em que se facilita a obtenção de variáveis comuns a cada região.

A função de custo de viagem apenas capta valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais, pois somente aqueles que visitam o patrimônio natural fazem parte do universo amostral. A função assume complementaridade fraca entre a visita ao patrimônio e a disposição a pagar pelo serviço ecossistêmico, ou seja, a disposição a pagar do indivíduo será nula caso ele não visite o local ou, ainda, a utilidade marginal do recurso ambiental será nula caso o número esperado de visitas seja também nulo.

A estimativa do custo de viagem não pode desconsiderar o tipo de transporte utilizado pelo visitante. Avião, ônibus ou automóvel, como exemplos, apresentam diferenças significativas no custo de viagem que irão influenciar a estimativa dos benefícios totais do patrimônio natural. Outro detalhe importante é a definição dos custos a serem contabilizados: gastos diretos com combustível e pedágio, e indiretos como alimentação, desgaste e depreciação do veículo. A diferença no valor total tende a ser significativa dependendo do tipo de gasto considerado.

O tempo de viagem deve representar o custo de oportunidade do lazer da pessoa, uma estimativa do valor de cada hora de viagem do indivíduo, evitando uma possível colinearidade

entre tempo e custo de viagem, já que essas variáveis tendem a ser altamente correlacionadas. Enquanto alguns visitantes optam livremente entre hora de trabalho ou lazer, pois possuem uma jornada flexível de trabalho, uma grande maioria restringe suas atividades de lazer às horas vagas ou às férias anuais, pois possuem uma jornada fixa de trabalho. Se a pessoa está abrindo mão de uma hora de trabalho para visitar o patrimônio natural, a taxa salarial seria uma boa estimativa do custo de oportunidade. O tempo de viagem seria então uma ponderação do valor da hora de trabalho da pessoa. Entretanto, caso a visita esteja sendo feita durante as horas disponíveis de lazer, o valor do tempo de viagem deve considerar apenas o custo de oportunidade de outras atividades recreacionais disponíveis para a pessoa.

Outro cuidado a ser tomado é em relação ao tempo de permanência e aos múltiplos destinos da viagem. Se o turista permanecerá mais de um dia na região, seus gastos não estarão apenas relacionados ao custo de transporte, mas, principalmente, à hospedagem e à alimentação durante os dias de passeio. Quando o turista apresenta múltiplos destinos em uma mesma viagem, é muito difícil determinar quanto da estadia e seus gastos referem-se a um local em particular. O método não pode assumir independência entre as diversas atividades recreacionais de uma região.

O estudo da utilidade gerada pela visitação de um parque público deve considerar a existência de outros patrimônios substitutos nas proximidades. Todos substitutos visitados deverão ser considerados no modelo estatístico, e isso requer a construção de um modelo múltiplo de estimação, em que a utilidade de cada recurso possa ser expressa por uma variável que represente seu peso em relação às demais. A experiência tem revelado que, desde que se observam os procedimentos mencionados, o método proporciona uma boa medida da disposição a pagar dos agentes econômicos para usufruir dos benefícios percebidos de um dado patrimônio natural.

Tanto o método de preços hedônicos quanto o de custo de viagem sofrem da limitação inevitável da percepção individual dos benefícios de um dado serviço ecossistêmico em toda a sua complexidade. Mas, em relação aos atributos ambientais percebidos pelos agentes, a disposição a pagar revelada não apresenta vieses.



3.2.2 | Avaliação da DAP através de mercados hipotéticos

Método de Avaliação Contingente (MAC)

O método de avaliação contingente (MAC) compõe o principal tipo entre os métodos diretos de valoração da DAP. O MAC faz uso de consultas estatísticas à população para captar diretamente os valores individuais de uso e também os de não uso atribuídos a um recurso natural. Diferentemente dos anteriores, simula um mercado hipotético, informando devidamente o entrevistado sobre os atributos do recurso a ser avaliado e interrogando o mesmo sobre sua DAP para prevenir uma alteração em sua provisão. A estimativa dos benefícios totais gerados pelo recurso ambiental será dada pela agregação das preferências individuais da população.

Considerando que se trata da simulação de um mercado hipotético para um dado bem ou serviço ecossistêmico, a literatura sobre o método apresenta uma série de recomendações para dar maior credibilidade à pesquisa. Entre esses

procedimentos, cabe ressaltar aqui a especificação dos cenários, isto é, as informações sobre os atributos do bem ou do serviço ecossistêmico que se quer avaliar, os que serão apresentados aos agentes econômicos que, individualmente, responderão às perguntas.

O cenário deve, por um lado, conter uma detalhada descrição do bem ou do serviço a ser avaliado. Por outro lado, cenários muito complexos costumam ser demasiadamente longos e de difícil compreensão, e devem ser evitados, o que limita a avaliação de tudo o que realmente possa estar envolvido. Essa é uma limitação do método comum aos dois anteriores, ou seja, em todos os três, a compreensão individual do que está em jogo pode ser limitada.

Além dessa limitação comum, o MAC sofre ainda uma limitação específica decorrente da dificuldade de captar as reais preferências dos indivíduos em mercados hipotéticos. Várias são as fontes identificadas de vieses nas respostas dos respondentes que podem interferir no processo de valoração do MAC, sendo as mais importantes apresentadas no **Quadro 1**.

Fontes de vieses	Descrição
Comportamento estratégico	O indivíduo não revela sua verdadeira DAP, subestimando o recurso com medo de que venha a ser realmente cobrado, ou superestimando o bem, ao captar o espírito hipotético da pesquisa e tentando elevar a média dos pagamentos para viabilizar o projeto.
Aceitabilidade	A pessoa aceita uma DAP ofertada, embora não esteja realmente disposta a pagar o valor sugerido. Não se trata de uma atitude estratégica, e a pessoa apenas não se interessa em responder seriamente, muitas vezes ciente de que se trata de uma situação hipotética, ou queira apenas justificar um comportamento politicamente correto.
Rejeição	São oferecidas respostas negativas quando, na verdade, as pessoas estariam dispostas a colaborar com o projeto. Ocorre muitas vezes devido ao desinteresse, à irritação ou à ansiedade, para que a entrevista logo se encerre.
Informação	A qualidade das informações passadas ao entrevistado pode distorcer a DAP. Contribuem para este viés não só a qualidade dos cenários como também o efeito do entrevistador.
Warm-glow	Os valores altos e baixos correspondem mais para uma aprovação ou para uma rejeição do projeto da DAP pelo serviço ecossistêmico.
Parte-todo	A soma das contribuições parciais acaba excedendo o todo. O entrevistado valoriza um maior ou menor atributo que aquele que o pesquisador está avaliando. Deriva principalmente da dificuldade de se identificar separadamente os complexos atributos ambientais e suas relações no ecossistema.
Efeito ponto de partida	O valor inicial de uma DAP no formato referendo ou jogo de leilão pode influenciar a valorização final, causando superestimação caso seja apresentado um valor muito alto, ou subestimação caso o valor apresentado seja muito baixo.
“Encrustamento”	Contribuições maiores deveriam ser esperadas para programas mais amplos de preservação, embora pesquisas constatem que a DAP não costuma ser sensível à escala utilizada. Possíveis explicações: i) as pessoas avaliam o serviço ecossistêmico sem considerar adequadamente descrição de suas características; ii) desinteresse ou falhas na especificação do cenário; iii) as respostas correspondem a uma satisfação moral pelo bem e não como um valor em si.
Localização	A distância do serviço ecossistêmico tende a afetar a DAP da pessoa e, conseqüentemente, a limitação da população contribuinte interferirá no resultado final da valoração. Embora sejam esperadas disposições a pagar maiores nas proximidades do recurso avaliado, em alguns casos a maior parte dos benefícios pode corresponder a valores de uso ou existência fora da região de estudo.

Quadro 1 | Principais fontes de vieses do MAC. Fonte: Elaboração própria.

Os defensores do MAC argumentam que é possível evitar esses vieses através do planejamento e da execução cuidadosos da pesquisa e, desse modo, obter aproximações confiáveis da disposição a pagar da população pela conservação de um dado recurso natural. Nesse sentido, pode ser um instrumento valioso para a definição de políticas ambientais, independentemente de o valor apurado ser mais ou menos próximo do que realmente está em jogo em relação a um dado ecossistema. É útil porque, para o tomador de decisão, é sempre importante saber o montante de dinheiro que poderá contar como colaboração por parte da população, contingente à compreensão de cada indivíduo sobre o que está em jogo.

Análise Conjunta (CJ)

A Análise Conjunta é outro método que pode ser utilizado para captar as preferências declaradas das pessoas sobre bens e serviços ecossistêmicos. Consiste basicamente em apresentar múltiplas alternativas ao entrevistado, com diferentes atributos ambientais e valores econômicos associados a cada uma, para que este possa estabelecer uma avaliação comparativa. Assim como o MAC, a CJ permite estimar a DAP das pessoas para um bem ou um recurso ambiental como um todo, a partir das preferências declaradas para cada atributo ambiental.

Há diferentes formatos possíveis para a CJ, incluindo a hierarquização contingente (*ranking contingent*), a classificação contingente (*contingent rating*) e a escolha contingente (*contingent choice*). Essas técnicas diferem tanto na complexidade analítica quanto na qualidade de informações que oferecem.

Na hierarquização contingente, os entrevistados são questionados a classificar sequencialmente uma série de alternativas, baseando-se em suas preferências para os atributos e nos valores econômicos associados a cada alternativa. Uma vez estabelecida a hierarquia um ajuste econométrico permite estimar a DAP para cada atributo ambiental ou para combinações destes.

Além de apresentar os mesmos problemas do MAC em relação à complexidade dos cenários e à subjetividade das preferências declaradas, estudos sugerem que a confiabilidade do

resultado depende do número de opções apresentadas aos entrevistados (LOUVIERE *et al.*, 2000). A dificuldade de interpretação tende a crescer com o número de opções, sendo, assim, aconselhável um número restrito de alternativas para a avaliação do entrevistado.

A classificação contingente permite que o entrevistado expresse seu grau de preferência para cada alternativa através de uma escala de avaliação. Em outras palavras, múltiplos cenários, com diferentes atributos ambientais e valores econômicos, são apresentados aos entrevistados, que expressam sua avaliação em uma escala pré-determinada para cada alternativa. Dessa forma, o método pressupõe que o indivíduo seja devidamente capaz de avaliar suas preferências para cada alternativa.

Por sua vez, na escolha contingente, o entrevistado é apresentado a duas ou mais opções para que escolha apenas uma dessas. Esse procedimento pode ser repetido sucessivamente com a apresentação de novas comparações. Embora esse método também permita estabelecer uma hierarquia entre as alternativas, oferece menos informação sobre as preferências declaradas pelos entrevistados.

Mesmo não havendo resultados conclusivos, estudos indicam que as estimativas de DAP da CJ tendem a ser substancialmente superiores às do MAC (STEVENS *et al.*, 2000). Entre as justificativas, estaria o fato de o MAC criar incentivos à subestimação das declarações de DAP dos entrevistados, o que não ocorreria com a CJ.

Em resumo, esse conjunto de métodos diretos de captação da DAP pode ser utilizado dentro da perspectiva da economia ecológica sob a condição que se tenha em mente as respectivas limitações de cada um deles que compõem esse conjunto. O melhor conhecimento dos ecossistemas e de suas propriedades permite, em primeiro lugar, usar melhor esse conjunto de métodos na valoração de serviços ecossistêmicos, identificando aqueles que de outro modo passariam despercebidos; em segundo lugar, deixa claro quais são os valores ecológicos e sociais que não têm como serem valorados com esses métodos por não representarem valores de uso, nem tampouco representarem valores de não uso passíveis de avaliação individual.



4 | VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA⁷

Como foi mencionado, para a abordagem econômico-ecológica o conhecimento aprofundado da dinâmica ecológica decorrente da complexidade dos ecossistemas é uma condição necessária para que a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos possa efetivamente subsidiar a adoção de políticas de gestão sustentável dos recursos naturais.

Os ecossistemas resultam das complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos, em seus ambientes físicos e biológicos. Trata-se de sistemas adaptativos complexos, nos quais propriedades sistêmicas macroscópicas como estrutura, relação produtividade-diversidade e padrões de fluxos de nutrientes emergem de interações entre os componentes, sendo comum a existência de efeitos de retroalimentação (*feedback*) positivos e negativos (LEVIN, 1998), responsáveis por um equilíbrio dinâmico evolutivo. Eles incluem não apenas as interações entre os organismos, mas entre a totalidade complexa dos fatores físicos que formam o que é conhecido como ambiente (TANSLEY, 1935).

O conjunto de indivíduos e comunidades de plantas e animais (recursos bióticos), sua idade e sua distribuição espacial, juntamente com os recursos minerais, terra e energia solar (recursos abióticos), compõem a estrutura ecossistêmica, a qual fornece as fundações sobre as quais os processos ecológicos ocorrem (TURNER; DAILY, 2008; DALY; FARLEY, 2004). A maioria dos ecossistemas apresenta milhares de elementos estruturais, cada um exibindo variados graus de complexidade. Esses elementos, por sua vez, exibem comportamentos evolucionários e não mecanicistas (COSTANZA *et al.*, 1993). Devido a isso, os ecossistemas são caracterizados por comportamentos não lineares, o que faz com que não seja possível fazer previsões de intervenções baseadas apenas em conhecimentos sobre cada componente individualmente.

Como sistemas complexos, os ecossistemas apresentam várias características (ou propriedades), como variabilidade, resiliência,

sensibilidade, persistência e confiabilidade. Dentre elas, as propriedades de variabilidade e resiliência apresentam importância crucial para uma análise integrada das interconexões entre ecossistemas, sistema econômico e bem-estar humano.

A variabilidade dos ecossistemas consiste nas mudanças dos estoques e fluxos ao longo do tempo devido, principalmente, a fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos, enquanto que a resiliência pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural, sendo que, quanto menor o período de recuperação, maior é a resiliência de determinado ecossistema. Pode também ser definida como a medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos por um ecossistema sem que o mesmo mude seu patamar de equilíbrio estável. As atividades econômicas apenas são sustentáveis quando os ecossistemas que as alimentam são resilientes (ARROW *et al.*, 1995).

O ponto de mudança de patamar (ou de ruptura) é definido como o limiar de resiliência do ecossistema. Os limiares, ou pontos de ruptura (*breakpoints*), são aqueles pontos-limite além dos quais há um dramático e repentino desvio em relação ao comportamento médio dos ecossistemas (MEA, 2003). O grande problema está em que esses limiares não são conhecidos na maioria dos casos, em especial quando se trata de macro-ecossistemas regulatórios como aquele responsável pela estabilidade climática. Nos casos em que o risco de perdas irreversíveis decorrentes de sua ruptura é muito elevado, a única solução é a adoção de políticas baseada no Princípio da Precaução.

O entendimento da dinâmica dos ecossistemas requer um esforço de mapeamento das chamadas funções ecossistêmicas, as quais podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água. Essas funções se traduzem em serviços ecossistêmicos, na medida em que beneficiam as sociedades humanas. Dentre eles, pode-se citar a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo, etc. (DAILY, 1997; COSTANZA *et al.*, 1997; DE GROOT *et al.*, 2002). São, em última instância, fluxos de materiais, energia e informações derivados dos

⁷ Baseado em Andrade; Romeiro (2009a e 2009b).

ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipos de capital (humano, manufaturado e social) produzem o bem-estar humano.

Os processos (funções) e serviços ecossistêmicos nem sempre apresentam uma relação biunívoca, sendo que um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais que um serviço ecossistêmico. A natureza interdependente das funções ecossistêmicas faz com que a análise de seus serviços requeira a compreensão das interconexões existentes entre os seus componentes. Além disso, o fato de as funções e os serviços ecossistêmicos ocorrerem em várias escalas espaciais e temporais torna suas análises uma tarefa ainda mais complexa.

Os serviços ecossistêmicos podem ser classificados de maneira semelhante às funções ecossistêmicas das quais resultam. Por exemplo, os serviços de provisão incluem os produtos obtidos dos ecossistemas, tais como alimentos e fibras, madeira para combustível, recursos genéticos, produtos farmacêuticos, etc. Sua sustentabilidade não deve ser medida apenas em termos de fluxos, isto é, quantidade de produtos obtidos em determinado período. Deve-se proceder a uma análise que considere a qualidade e o estado do estoque do capital natural que serve como base para sua geração, atentando para restrições quanto à sustentabilidade ecológica. Outro exemplo são os serviços de regulação, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, dispersão e assimilação de poluentes, reprodução vegetal (polinização), etc. Diferentemente dos serviços de provisão, sua avaliação não se dá pelo seu nível de produção, mas sim pela análise da capacidade dos ecossistemas regularem determinados serviços.

Tendo em vista a importância dos fluxos de serviços gerados pelos ecossistemas para o bem-estar humano e para o suporte da vida no planeta, é inegável a necessidade de valorá-los economicamente de modo a fornecer subsídios para políticas ambientais.⁸ No entanto, é preciso ter clareza de que esses valores somente podem refletir parte do que está em jogo. Esse reconhecimento por parte da abordagem

econômico-ecológica é um de seus elementos diferenciadores centrais em relação à abordagem convencional (neoclássica).

O valor de um dado estoque de capital é estimado calculando-se o valor presente dos fluxos de renda futura por ele gerados. Considerando que os ecossistemas são estoques de capital natural, contabilmente seu valor também poderia ser definido pelo valor presente dos fluxos de renda (natural) futura que pode proporcionar (serviços ecossistêmicos). No entanto, como foi visto, ecologicamente nem todas as funções ecossistêmicas se expressam claramente em serviços ecossistêmicos. Além disso, devido ao conhecimento científico insuficiente, pode não ser possível saber as consequências no tempo da degradação de uma dada função ecossistêmica. Para uma visão estritamente ecológica, esse fato tornaria inviável a valoração econômica dos ecossistemas.

Na visão econômico-ecológica, essa não seria, entretanto, uma posição realista na medida em que tornaria inviável, na prática, a gestão da natureza em benefício da humanidade. É preciso adotar uma abordagem dinâmico-integrada das contribuições das ciências sociais (economia, principalmente) e das ciências naturais (ecologia e biologia, principalmente), de modo a se ter clareza sobre a relevância ecológica do que está sendo valorado economicamente, levando-se na devida conta os vários efeitos de *feedback* existentes entre ecossistemas e sistemas econômicos (HARRIS, 2002; ROBISON, 1991). Para tanto, a modelagem econômico-ecológica se faz necessária.

De acordo com Wätzold *et al.* (2006), um modelo pode ser descrito como uma representação proposital de um sistema, o qual consiste em elementos estruturais e suas relações internas, além de inter-relações destes com os ambientes subjacentes. As especificações dos elementos estruturais e dos relacionamentos internos e externos determinam em que medida um modelo pode ser considerado integrado e interdisciplinar. No caso da modelagem econômico-ecológica, três requisitos são necessários: i) profundo conhecimento das disciplinas envolvidas (no caso, economia e ecologia); ii) identificação e estruturação adequadas do problema a ser investigado; e, iii) entendimento mútuo entre os pesquisadores (economistas e ecólogos) sobre as escalas e os propósitos da ferramenta de modelagem.

⁸ Ver Romeiro (2004) para uma avaliação crítica da importância da valoração econômica de impactos ambientais.



O conhecimento limitado de disciplinas individuais em abordagens integradas tem levado a simplificações, reducionismos e dificuldades em lidar com a complexidade dos sistemas ecológicos e econômicos. As diferentes disciplinas possuem distintas idiossincrasias e o desafio está na construção de uma linguagem comum, capaz de abarcar as visões isoladas envolvidas. No caso da valoração dos serviços ecossistêmicos, o conhecimento dos processos ecológicos torna-se uma condição essencial para o entendimento da dinâmica desencadeada por intervenções antrópicas nos ecossistemas. A partir dessas mudanças, é possível utilizar esquemas valorativos que superem as limitações impostas pelas abordagens estritamente econômicas ou ecológicas.

Além de considerar a dinâmica ecológica, uma verdadeira valoração dinâmico-integrada deve incluir também as visões que diferentes grupos de indivíduos têm sobre as diversas categorias de serviços ecossistêmicos e suas dimensões culturais e éticas. Não basta apenas ampliar o cenário de valoração, incorporando aspectos de dimensões ecológicas e biofísicas. É preciso reconhecer que os seres humanos possuem uma racionalidade limitada e que é necessário ponderar quesitos de ordem social.

Segundo Costanza; Ruth (1998), a modelagem econômico-ecológica pode variar entre simples modelos conceituais, que fornecem um entendimento geral do comportamento de um dado sistema, a aplicações realistas, cujo objetivo é avaliar diferentes propostas de políticas. Os três atributos de um modelo que permitem avaliar a eficiência da ferramenta da modelagem econômico-ecológica são o realismo (simulação de um sistema de uma maneira qualitativamente realística), a precisão (simulação de um sistema de uma maneira quantitativamente precisa) e a generalidade (representação de um amplo intervalo de comportamentos sistêmicos com o mesmo modelo). Nenhum modelo poderá maximizar simultaneamente esses três atributos; e a escolha de qual deles é mais importante dependerá dos propósitos fundamentais para qual o modelo está sendo construído.

Para Bockstael *et al.* (1995), o objetivo imediato da modelagem econômico-ecológica é a representação das interações entre os ecossistemas e a atividade humana, ilustrando de que maneira as intervenções antrópicas modificam os ecossistemas e como diferentes configurações

ecossistêmicas contribuem para o bem-estar humano. As diferenças mais pronunciadas entre economistas e ecólogos podem ser reconciliadas a partir do momento em que se tenha uma compreensão mais ampla dessas relações mútuas e dos desdobramentos espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas.

Ainda de acordo com Bockstael *et al.* (1995), as disciplinas de economia e ecologia possuem algumas características comuns, o que teoricamente poderia contribuir para a integração de suas contribuições para o tratamento da questão dos ecossistemas e de seus serviços. Ambas buscam analisar e prever atributos e trajetórias de sistemas complexos, cujas dinâmicas são governadas pela alocação de recursos escassos e onde o comportamento de agentes individuais e fluxos de energia e matéria são essenciais.

Apesar das similaridades, existem significativas diferenças entre as duas disciplinas, mormente ligadas a diferenças no uso de unidades de medida, no foco em diferentes populações de interesse, no tratamento de riscos e incertezas, e em paradigmas de análises. Ecólogos usualmente criticam os economistas pela sua excessiva concentração na dimensão antropocêntrica dos valores ecossistêmicos e a consequente descon sideração de importantes processos ecológicos, ao mesmo tempo em que economistas criticam ecólogos e demais cientistas naturais pela sua resistência em calcular as contribuições relativas de várias características dos ecossistemas para o bem-estar humano e a não consideração de qualquer tipo de preferência humana no processo de valoração. Nesse sentido, a modelagem econômico-ecológica oferece os meios para a integração das perspectivas econômica e ecológica. O notável desenvolvimento de ferramentas computacionais que são capazes de simular as interações entre vários sistemas vem contribuindo de forma decisiva para tornar viável operacionalmente essa ferramenta analítica.⁹

⁹ Um exemplo de aplicação de modelos econômico-ecológicos para a valoração de serviços ecossistêmicos pode ser extraído de Boumans *et al.* (2002). Os autores utilizaram o *Global Unified Metamodel of the Biosphere* (GUMBO) para estimar o valor global dos serviços ecossistêmicos, cujo total mostrou ser 4,5 vezes maior que o Produto Bruto Global para o ano de 2000. O GUMBO deu origem ao MIMES (*Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services*) (BOUMANS; COSTANZA, 2007).

5 | MARCO REGULATÓRIO SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO BRASIL E EM SÃO PAULO

Nos últimos anos, novas políticas ambientais utilizando instrumentos econômicos foram sendo elaboradas, principalmente nos países em desenvolvimento. Diferentemente da abordagem usual, que utilizava exclusivamente instrumentos de comando e controle, tais políticas focam na transferência monetária entre os agentes, como forma de compensação e alinhamento de incentivos para determinados objetivos definidos pela sociedade ou pelos formuladores de políticas. Nesse espectro, os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) surgem como uma nova abordagem para garantir a provisão de serviços ecossistêmicos e compensar financeiramente aqueles que garantem a oferta dos mesmos.

Wunder (2005) define PSA como uma transação voluntária, na qual um serviço ecossistêmico bem definido é comprado por pelo menos um agente se, e somente se, o provedor conseguir

garantir seu fornecimento (condicionalidade). Outros autores, como Vatn (2010), enxergam tal conceituação apenas como uma definição sob determinada ótica teórica, visto que a maioria dos esquemas não se encaixa completamente em tal definição. Cita, por exemplo, o fato de não ser observada em grande parte dos casos a exigência de ser voluntário, pelo menos do ponto de vista do comprador, como os PSA em bacias hidrográficas. Além disso, como visto anteriormente, os serviços ambientais usualmente não são bem definidos e muito menos estáticos e lineares, não sendo fácil mensurar as relações entre as práticas de uso do solo e a melhora esperada na provisão de serviços ecossistêmicos. Ou seja, a eficiência do PSA é difícil de ser mensurada sob a ótica dos serviços ecossistêmicos.

Muradian *et al.* (2010) argumentam em direção a uma nova conceituação do PSA. O principal objetivo de uma política de PSA deve ser a criação de incentivos para a provisão desses serviços, os quais são bens públicos. As transferências sociais, sejam elas monetárias ou não, estão dentro de uma relação social e podem ser transmitidas através de um mercado (ou algo parecido), bem

Prática usual – economia ambiental neoclássica	Abordagem alternativa – economia ecológica
Teoria microeconômica como substrato teórico	Economia ecológica como fonte de inspiração teórica
Exclusivamente antropocêntrica e utilitarista	Consideração do direito de existência das espécies e de valores deontológicos
Uso exclusivo de técnicas de valoração	Avaliação ecossistêmica e uso de ferramentas de suporte (modelagem e técnicas de valoração)
Ênfase exclusiva na dimensão econômica de valores	Consideração das dimensões ecológica e sociocultural, além da dimensão econômica
Pressuposto de agentes racionais e com informação perfeita	Reconhecimento das limitações cognitivas dos agentes econômicos
Visão mecânica do funcionamento dos ecossistemas	Visão entrópica (termodinâmica) do funcionamento dos ecossistemas
Pressuposto de irreversibilidade (inspiração mecanicista)	Existência de irreversibilidades, complexidades e possibilidades de consequências catastróficas
Serviços ecossistêmicos em geral não são essenciais e podem ser substituídos	Caráter essencial de grande parte dos serviços ecossistêmicos e impossibilidade de substituição dos mesmos
Escala de uso dos serviços não é importante	Centralidade do conceito de escala
Objetivo de correção de falhas de mercado (externalidades) para viabilizar a alocação	Prioridade é a definição de uma escala de uso sustentável
Ponto ótimo é dado em função das preferências dos agentes econômicos	A obtenção de pontos ótimos é irrelevante. O respeito à resiliência é central

Quadro 2 |
Principais
diferenças teóricas
e metodológicas
de abordagens
de valoração
de serviços
ecossistêmicos.
Fonte: Elaboração
própria.



como via mecanismos de incentivos públicos ou subsídios. Portanto, os incentivos econômicos são apenas um dos diversos fatores que podem influenciar padrões na relação entre uso da terra e provisão dos serviços ecossistêmicos.

As possibilidades para implementar políticas de PSA no Brasil por parte dos entes públicos são distintas, variando de acordo com a esfera administrativa, podendo ser municipal, estadual e federal. A falta de um marco regulatório expõe as iniciativas já estabelecidas em uma situação de incerteza. Alguns estados e municípios tomaram a dianteira e criaram legislações específicas para o PSA, dando o suporte necessário para suas políticas. Na sequência, descreveremos o atual regime federal que sustenta algumas políticas de PSA, bem como a proposta de lei que intenta regulamentá-la, além da ilustração do arcabouço legal criado pelo Estado de São Paulo.

5.1 | Regime Federal Legal de PSA¹⁰

Apesar de o país possuir uma diversidade de leis estaduais, no âmbito federal as iniciativas de PSA não contam ainda com uma regulamentação específica, apoiando-se em outras políticas e possibilidades como instrumentos indiretos. Em 2009, foi lançada a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), através da Lei Federal 12.187/2009, citando o PSA como possibilidade de uso como instrumento de combate e mitigação da mudança do clima (BRASIL, 2009a). Com a regulamentação do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), através da Lei Federal 12.114/2009, elencam-se as atividades passíveis de serem financiadas pelos recursos constituintes, como a recuperação de áreas degradadas e a restauração de reserva legal, podendo utilizar o PSA (BRASIL, 2009b). Além disso, possibilita o financiamento de projetos de REDD¹¹, em áreas prioritárias e estratégicas para a conservação florestal e da biodiversidade.

Em 2007, foi proposto o Projeto de Lei (PL) 792/2007, como tentativa de regulamentar a atuação do PSA como instrumento de política no âmbito federal (CONGRESSO NACIONAL, 2019).

O objetivo é instituir a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e as atividades governamentais relacionadas aos serviços ecossistêmicos, criando também um Fundo Federal e um Cadastro Nacional de PSA. O PL define quais serviços (de provisão, de suporte, de regulação e culturais) farão jus à remuneração, podendo ser pagos pela manutenção, restauração e melhora na provisão dos mesmos, divididos em três programas – floresta, água e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

5.2 | TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade – situação atual e perspectivas

Lançado em 2007, "*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*" (TEEB) é uma iniciativa internacional, lançada pela União Europeia e agora organizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que busca colocar na agenda política principal a importância e os benefícios econômicos da biodiversidade. Grande parte do esforço está em estabelecer bases metodológicas para a contabilização do capital natural e para o reconhecimento do manejo sustentável dos recursos naturais como base primordial para a sustentação da economia. A iniciativa é principalmente direcionada aos tomadores de decisão públicos e privados, tendo diferentes publicações para diferentes públicos nos níveis nacionais, regionais, empresariais e para cidadãos.

A primeira fase do estudo, concluída em 2008, alertou para três pontos cruciais: os impactos das perdas de serviços ecossistêmicos e a biodiversidade para o bem-estar humano; as fortes ligações entre medidas conservacionistas e a diminuição da pobreza; e o caráter ético ao fixar uma baixa taxa de desconto para os benefícios dos ecossistemas e biodiversidade. Devido à nossa inação perante as perdas ecossistêmicas, recomenda-se que a utilização da contabilidade do capital natural e a sua inclusão nas esferas microeconômicas para reduzir o custo de ações futuras. A segunda fase, em andamento, objetiva estreitar as ligações entre economia e ecologia para estruturar uma avaliação dos serviços ecossistêmicos em distintos cenários. Como resultados de políticas, espera-se aumentar o interesse público pelo tema e criar ferramentas para os *policymakers* em distintos níveis de ação.

¹⁰ Baseado primordialmente em SANTOS, P.; BRITO, B.; MASCHIETTO, F.; OSÓRIO, G.; MONZONI, M. 2012, "Marco Regulatório sobre Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil". Imazon, FGC.CVces.

¹¹ Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação.

5.3 | PSA no Sistema Ambiental Paulista – a regulamentação estabelecida pela PEMC

Em 2009, foi promulgada a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), através da Lei 13.789, tendo como objetivo o estabelecimento de compromissos estaduais frente ao desafio das mudanças climáticas, bem como contribuir para a redução ou para a estabilização dos Gases de Efeito Estufa (GES) (SÃO PAULO, 2009). A partir desta, foi instituído o Programa de Remanescentes Florestais, sob a coordenação da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). A regulamentação da PEMC define: i) serviço ecossistêmico como aqueles benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas; ii) serviços ambientais: como serviços ecossistêmicos que têm impactos positivos além da área geradora; iii) Pagamento por Serviço Ambiental: transação voluntária de pagamento ao provedor que conserve ou recupere um serviço ecossistêmico, mediante a comprovação da execução das ações contratadas.

Tal arcabouço permite certa flexibilidade na proposição de políticas envolvendo o PSA. Os projetos de PSA são definidos através de norma própria (Resoluções da SIMA) e devem observar as diretrizes e critérios definidos na Lei 13.798/2009 (SÃO PAULO, 2009), bem como definir as áreas prioritárias estabelecidas para a execução (como conectividade entre remanescentes, mananciais de abastecimento público, entre outros). Além disso, cada projeto deverá possuir seus critérios de elegibilidade, de monitoramento, de valores a serem pagos e de prazos. Atualmente, dois programas de PSA são executados a partir dessa estrutura, um voltado para nascentes de mananciais de abastecimento público (Mina d'Água,) e outro para Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Um dos mecanismos financeiros utilizados para a execução dos projetos, criado em 2002, o Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP), é vinculado à Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) e tem como objetivo apoiar e incentivar a execução de projetos relacionados à preservação e à melhoria das condições do meio ambiente do estado. Tal fundo é constituído de recursos advindos de multas ambientais, bem como de doações e a possibilidade de recebimento de remuneração por créditos de carbono.

6 | VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: DA TEORIA À PRÁXIS

Os serviços ecossistêmicos devem ser incluídos no processo de tomada de decisão, através da valoração econômico-ecológica. Essa abordagem é amplamente discutida pela chamada Avaliação Ecosistêmica do Milênio (*Millennium Ecosystem Assessment - MEA*), processo de avaliação científica sobre os serviços dos ecossistemas e sua relação com o bem-estar humano, desenvolvido de 2001 a 2005.

O MEA contou com a participação de mais de 1.300 especialistas de todas as disciplinas e áreas, procedentes de mais de 100 países. Sua principal conclusão é que a sociedade humana pode diminuir as pressões que exerce sobre os serviços naturais do planeta. Todavia, a sua utilização predatória contribui para alterar a funcionalidade dos ecossistemas, resultando em perdas crescentes, sinérgicas e acumulativas. Também foi estabelecido um processo de continuidade, por meio da promoção de avaliações em múltiplas escalas dos serviços ecossistêmicos em âmbito regional, nacional ou subnacional, as chamadas avaliações subglobais. O livro *Serviços Ecosistêmicos e Bem-Estar Humano na RBCV* é decorrente da participação da RBCV nesse processo, como Avaliação Subglobal aprovada pelo MEA.

O MEA elenca algumas características desejáveis destes processos: uso da melhor informação disponível, transparência e participação, equidade e vulnerabilidade, forças e fraquezas organizacionais e cognitivas, incorporar lições de decisões passadas, contabilidade (*accountability*), eficiência e efeitos multiescalares (MEA, 2005). Como visto anteriormente, a Economia Ecológica busca influenciar as políticas com base em três pilares fundamentais (escala sustentável, distribuição justa e eficiência econômica), sendo importante a consideração de vários critérios na definição de políticas. Ferramentas importantes, como análise multicritério e valoração não monetária, devem servir de *inputs* para políticas da mesma forma que as análises econômicas.



As iniciativas recentes de valoração e contabilidade do capital natural (seja com o MEA e mais recentemente com o TEEB) são provas de como a economia ecológica tem se feito presente e influenciado o debate outrora dominado por análises meramente custo-benefício.

6.1 | Desafios na estruturação de mercados por serviços ecossistêmicos

A criação do *mercado* de serviços ecossistêmicos depende primeiramente da clara definição dos direitos de propriedade, etapa comumente problemática, principalmente nos países em desenvolvimento devido à falta de documentos comprobatórios de posse e arranjos comunais de propriedade da terra. A definição do serviço a ser transacionado (*commodity*) e dos meios de monitoramento e verificação nem sempre são feitos.

Tais dificuldades na estruturação desses mercados explicam em grande parte o papel preponderante dos intermediários. Instituições públicas, organizações não governamentais (ONG), comitês de bacia e até empresas privadas atuam como intermediários. Usualmente são eles que definem o preço, as regras do jogo e escolhem os provedores do serviço através da seleção de determinados critérios, o que pode gerar preocupações quanto à equidade. Esquemas de desenho de mercados voltados aos recursos hídricos são a maioria, visto que são facilitados pela estrutura dos intermediários (comitês ou empresas) e pela facilidade em ligar os provedores (geralmente os proprietários rurais à montante) aos recebedores (a população à jusante). A maior dificuldade na criação de políticas de PSA é justamente a questão do financiamento. Quando não se logra estabelecer o vínculo provedor-recebedor, depende-se em grande parte de fundos públicos ou de doações internacionais, o que pode minar os potenciais resultados.

Como demonstrado anteriormente, a valoração econômico-ecológico é um excelente instrumento para subsidiar a adoção de políticas conservacionistas e tem papel fundamental nas políticas de PSA. No entanto, é preciso ter cuidado e não confundir os conceitos de serviços ambientais com aquele de serviços ecossistêmicos, pois os valores respectivos são muito

distintos. Os valores dos primeiros são dados fundamentalmente pelo custo de oportunidade, isto é, pelo custo incorrido por um agente econômico na recuperação e/ou preservação de um dado ecossistema (por exemplo, o valor da produção agropecuária na área ocupada ou a ser ocupada por um ecossistema florestal). Os valores dos segundos são dados pelos ganhos monetários que propiciam; no caso de uma floresta, teriam que ser somados os valores de serviços com a provisão de água, polinização, produtos florestais, fixação de carbono, cujo total certamente seria distinto daquele do custo de oportunidade agropecuário do espaço em questão.

O valor monetário dos serviços ecossistêmicos representa uma justificativa importante, mas conjunta à dimensão propriamente ecológica (de sustentabilidade), para a preservação e/ou recuperação de determinado ecossistema. Adicionalmente no sentido de que a decisão de preservação e/ou a recuperação de um determinado ecossistema não pode ser tomada apenas com base numa análise custo-benefício, que compara os custos dessa recuperação e/ou preservação (serviços ambientais) com os benefícios monetários (serviços ecossistêmicos).

6.2 | O ICMS-Ecológico

Enquanto que o PSA pode ser entendido como a transferência monetária do custo de oportunidade para atores privados, o ICMS-Ecológico possui a mesma lógica, mas para o setor público. O conceito é de compensar os municípios pelos custos de oportunidade referentes às restrições de uso da terra com o estabelecimento e a manutenção de áreas de conservação dentro de seus territórios. O Brasil foi o país pioneiro a utilizar tal mecanismo, em 1991 no estado do Paraná, conhecido também por *Ecological Fiscal Transfer*. Atualmente, 13 estados possuem legislação própria regulamentando tal mecanismo. Além do Brasil, também países como Portugal e Alemanha têm utilizado dessa redistribuição fiscal como política ambiental.

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um imposto interestadual e intermunicipal, o qual é passível de ter sua distribuição alterada por critérios estaduais.

O ICMS-Ecológico destina 0,5% de sua alíquota aos municípios com Unidades de Conservação (UC) estaduais. Por ser um instrumento compensatório, não há a necessidade dos municípios destinarem tais recursos para fins ambientais, não sendo assim um instrumento de incentivo a criação ou melhoria das UC. Apesar de alguns autores, como Young (2005), afirmarem que foi um importante mecanismo de estímulo a criação de novas áreas protegidas, a falta de estudos de impacto não permite avaliar quantitativamente seu impacto em São Paulo. Além disso, em São Paulo não há um alinhamento das categorias das áreas protegidas estaduais com aquelas definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentada pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002) de modo que o ICMS-Ecológico em São Paulo considera somente as UC de proteção integral enquadradas nas categorias do SNUC (BRASIL, 2000; 2002). Outro problema reside no fato de que o incentivo reconhece somente as UC estaduais, não contabilizando as áreas municipais sob restrição de uso as UC federais ou municipais presentes no território do município. Tendo em vista essas, entre outras limitações, e considerando que desde 1993 o Estado não promove mudanças na Lei, existem iniciativas populares recentes para revisão da mesma.

6.3 | O Projeto Mina d'Água

O projeto Mina d'Água foi idealizado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do estado de São Paulo como forma de estimular a proteção das nascentes de mananciais de abastecimento público, sendo o primeiro projeto de PSA elaborado sob a PEMC. O governo do estado reservou R\$ 3,15 milhões para a fase piloto do Projeto, em 2010. A previsão inicial era de que 150 nascentes fossem protegidas em 21 municípios. O Projeto foi instituído através da PEMC e por meio do decreto 55.947/2010 (SÃO PAULO, 2010). Nesse projeto, os financiamentos não reembolsáveis são destinados a pessoas físicas de direito público. Os recursos advêm do FECOP, e são repassados mediante convênios com as prefeituras. A primeira etapa do projeto focava o desenvolvimento e a avaliação de metodologias e arranjos institucionais em parceria com 21 municípios.

Diferentemente de alguns projetos de PSA que utilizam uma tarifa única básica (*flat rate*), no caso do Mina d'Água os serviços ambientais são valorados de forma diferenciada em um cálculo que envolve: i) um valor de referência, baseado no custo de oportunidade; ii) um fator de proteção da nascente: variando de 1 a 4; iii) um fator de importância da nascente: considerando o tipo de uso da nascente, bem como sua vazão e localização. Tal valoração diferenciada requer um monitoramento mais constante, mas premia as ações adicionais dos produtores rurais.

Apesar de não contar ainda com um método de avaliação do impacto do programa, em linhas gerais pode-se traçar algumas lições. A estrutura institucional desenhada para o programa possibilita a descentralização da gestão do mesmo e o compartilhamento das responsabilidades com as prefeituras. Se por um lado isso é positivo do ponto de vista do nível de penetração e participação no ambiente local, por outro lado, ao não reservar recursos para os custos de transação das prefeituras, evidencia a falta de estrutura de gestão ambiental e até mesmo de recursos básicos de algumas prefeituras paulistas.

6.4 | O Caso de Extrema-MG: possibilidades e desafios¹²

Extrema é um pequeno município mineiro de 28 mil habitantes, na divisa com o estado de São Paulo, que tem se destacado pelo seu bem sucedido programa de PSA, denominado *Conservador das Águas*, iniciado em 2005 e que conta atualmente com cerca de 100 beneficiários em uma área de 2.850 hectares. O programa é um dos instrumentos da política ambiental do município e é resultado de um processo que se iniciou no fim da década de 1990, com uma tentativa de adequação ambiental das propriedades rurais.

O município foi o primeiro a criar uma lei regulamentando o PSA e um fundo específico para o programa. O arranjo do programa inclui desde a Agência Nacional de Águas (em parceria com o programa *Produtor de Água*),

¹² Baseado em Chiodi *et al* (2013).



7 | PERSPECTIVAS DE VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA RBCV

comitê das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), empresas locais e ONGs. A centralidade das decisões é feita primordialmente pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Extrema, a qual conta com um considerável corpo técnico e material, além de viveiro de mudas. A métrica de pagamento em Extrema leva em conta o custo de oportunidade da principal atividade agropecuária da região (gado), traduzido em forma de Unidades Fiscais de Extrema (UFEX). No entanto, não remunera apenas pela área imobilizada para reflorestamento ou conservação, mas sim pela área total da propriedade. O entendimento da administração do Programa é de que deve se entender a propriedade inteira como geradora de serviços ambientais, por isso a necessidade de ações de saneamento ambiental e a difusão de melhores práticas agrícolas. A presença das autoridades ambientais locais e a relação com os proprietários rurais podem ser creditadas como alguns dos fatores de sucesso do programa, visto que a presença nas propriedades é diária e a comunicação constante.

O Programa tem sido bem sucedido nas suas metas de conservação e adequação ambiental, mas em tese paga pelas externalidades positivas de outras cidades. Cabe lembrar que as bacias hidrográficas de Extrema são parte das áreas de contribuição da bacia dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá e, especialmente, do Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de cerca de metade da população da cidade de São Paulo. Do ponto de vista de ligação entre provedor-recebedor, o maior beneficiário (a população das cidades à jusante) não contribui diretamente com a manutenção e a provisão de água de qualidade para seus habitantes.

Apesar do sucesso do programa, podemos questionar a possibilidade de ampliação dos moldes deste para cidades da região. O município já vem de uma agenda ambiental rígida ao longo dos anos e passou por uma transformação das atividades econômicas tradicionais. Extrema se transformou nos últimos anos em um polo industrial, principalmente devido aos incentivos fiscais e à proximidade com a metrópole de São Paulo, o que deu condições financeiras para o orçamento municipal, fonte principal do “Conservador de Águas”.

A despeito das ressalvas no uso das técnicas de valoração convencionais (seção 3), o fato é que seu uso tem sido largamente generalizado. Em uma tentativa de reunir os resultados encontrados por uma grande quantidade dispersa de estudos de valoração dos serviços ecossistêmicos nos diversos biomas do planeta, Costanza *et al.* (1997)¹³ estimaram o valor anual dos fluxos globais de 17 serviços em 16 tipos de ecossistemas. Na primeira avaliação (1997), os resultados mostram que o capital natural da Terra rende, anualmente, um fluxo médio estimado de US\$ 33 trilhões (preços de 1994) por ano,¹⁴ cerca de 1,3 vez superior ao produto bruto mundial (US\$ 25 trilhões). Em uma estimativa para o ano de 2011, os serviços globais dos ecossistemas totalizam US\$ 125 trilhões/ano (assumindo a atualização dos valores e alterações nas áreas dos biomas) (COSTANZA *et al.*, 2014).

A **Tabela 1**, a seguir, retirada de De Groot *et al.* (2002) e baseada nas informações suplementares do estudo de Costanza, apresenta os intervalos de valores encontrados para cada serviço ecossistêmico, bem como as técnicas de valoração mais utilizadas e sobre as quais se basearam as estimativas.

Pelas informações ali contidas, é possível traçar um perfil sobre quais técnicas usualmente são mais utilizadas para captar o valor de um serviço ecossistêmico, embora esse possa ser calculado a partir de vários métodos. Para a categoria de provisão, por exemplo, os valores dos serviços são geralmente calculados através de observação direta de preços de mercado, uma vez que esses serviços são transacionáveis nos mercados convencionais.

Para os serviços de regulação, técnicas indiretas (mercados substitutos e/ou

¹³ Segundo o Institute of Scientific Information (*Web of Science*), Costanza *et al.* (1997) é um dos trabalhos mais citados na área ecológica/ambiental.

¹⁴ Valor referente à média dos fluxos. O intervalo encontrado pelos autores é de US\$ 16 a US\$ 54 trilhões por ano (preços de 1994). O valor médio dos fluxos globais de serviços ecossistêmicos é considerado uma estimativa conservadora pelos autores, dada a natureza das incertezas envolvidas.

Tabela 1 |
Valor dos serviços
ecossistêmicos
e técnicas de
valoração mais
utilizadas.
Fonte: Adaptado
de De Groot *et al.*
(2002: p. 405-406).
Com base nos
resultados de
Costanza *et al.*
(1997).

Serviços Ecosistêmicos ¹	Intervalo de valores ²	Técnica mais utilizada ³
Serviços de Provisão		
Alimentos	6-2.761	preços de mercado
Materiais	6-1.014	preços de mercado
Recursos genéticos	6-112	preços de mercado
Recursos ornamentais	3-145	preços de mercado
Oferta de água	3-7.600	preços de mercado
Serviços de Regulação		
Regulação de gás	7-265	custo evitado
Regulação climática	88-223	custo evitado
Regulação de distúrbios	2-7.240	custo evitado
Regulação de água	2-5.445	prod. marginal (fator-renda)
Retenção de solo	29-245	custo evitado
Tratamento de resíduos	58-6.696	custo de reposição
Controle biológico	2-78	custo de reposição
Polinização	14-25	custo de reposição
Serviços Culturais		
Recreação e (eco)turismo	2-6.000	preços de mercado e aval. contingente
Informação estética	7-1.760	preços hedônicos
Informação histórica e espiritual	1-25	avaliação contingente
Serviços de Suporte		
Formação do solo	1-10	custo evitado
Ciclagem de nutrientes	87-21.100	custo de reposição
Refúgio	3-1.523	preços de mercado
Berçário	142-195	preços de mercado

¹ Os serviços ecossistêmicos foram agrupados segundo a classificação em categorias funcionais (provisão, regulação, culturais e de suporte). Os serviços listados são aqueles cujos valores foram calculados por Costanza *et al.* (1997).

² Os valores são de 1994 e se aplicam a diferentes tipos de ecossistemas.

³ Refere-se à técnica mais utilizada e sobre a qual se baseou o cálculo dos valores apresentados. Preço de mercado refere-se aos preços diretamente observáveis no mercado. Este último refere-se apenas a valores adicionados (preço de mercado menos custos de capital e trabalho).

complementares) são preferidas, dado que tais serviços não são precificados pelos mercados. Os serviços culturais foram principalmente valorados através das técnicas diretas (DAP direta e indireta), enquanto que os serviços de suporte não apresentam um padrão identificável, utilizando ora preços de mercado, ora técnicas indiretas de valoração (custos evitados e custos de reposição).

Quanto aos serviços de suporte, é preciso lembrar que sua valoração pode, em muitos casos, configurar em *dupla-contagem*, já que, como o próprio nome indica, esses serviços fornecem suporte aos demais. Logo, o valor dos

demais tipos de serviços podem trazer *embuti-do* o valor dos serviços de suporte. Para evitar esse viés e tornar os estudos de valoração mais comparáveis, De Groot *et al.* (2002) sugerem que seja feito um ranking dos métodos de valoração preferíveis para cada classe de serviço ecossistêmico. A **Tabela 1** pode ser uma primeira tentativa nessa direção.

Várias foram as limitações do estudo de Costanza *et al.* (1997: p. 258), o que pode ter significado sérios vieses nas estimativas feitas. A seguir, resumem-se as principais, como explicitamente reconhecidas no estudo: i) inexistência de estudos de valoração para algumas



categorias de serviços e para alguns ecossistemas (deserto, tundra, etc.); ii) em muitos casos, os valores são baseados na atual disponibilidade a pagar dos agentes pelos serviços ecossistêmicos, muito embora tais agentes possivelmente são mal informados e suas preferências podem não incorporar adequadamente justiça social, sustentabilidade ecológica e outros objetivos importantes para a qualidade de vida; iii) a abordagem de valoração utilizada assume que não existem limiares, descontinuidades ou irreversibilidades nos ecossistemas e seus processos; iv) há explícita desconsideração da heterogeneidade espacial dos serviços ecossistêmicos, uma vez

que estimativas pontuais presentes na literatura são transportadas para estimativas globais; v) para evitar dupla contagem, não é apropriada a utilização de uma estrutura de equilíbrio parcial. Seria necessário o uso de uma estrutura de equilíbrio geral, na qual fossem reconhecidas as interdependências entre funções e serviços ecossistêmicos.

Apesar das suas limitações, o estudo de Costanza *et al.* (1997) mostra que a prática usual da valoração de ecossistemas e seus serviços é bastante disseminada, além de importante para a constituição de parâmetros mínimos para a elaboração e a implementação de políticas que impactam os ecossistemas e seus serviços.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. (2009a). Serviços Ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão 155**, Instituto de Economia da UNICAMP.
- _____. (2009b). Capital Natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas". **Texto para Discussão 159**, Instituto de Economia da UNICAMP.
- ARROW, K. *et al.* (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. **Science** 268, 520–521.
- BOCKSTAEL, N. *et al.* (1995). Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems. **Ecological Economics**, 143-159.
- BOUMANS, R.; COSTANZA, R. (2007). The multiscale integrated Earth Systems model (MIMES): the dynamics, modeling and valuation of ecosystem services. *In*: Van Bers, C.; Petry, D.; Pahl-Wostl, C. (editores), **Global Assessments: Bridging Scales and Linking to Policy**. GWSP Issues in Global Water System Research, n. 2. GWSP IPO, Bonn. 2:102-106.
- BOUMANS, R. *et al.* (2002). Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. **Ecological Economics** 41, 529-560.
- BRASIL (2002). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências.
- BRASIL (2009a). Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC e dá outras providências.
- _____. (2009b). Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências.
- CHIODI, R. E.; PUGA, B. P.; SARCINELLI, O. (2013). Análise Institucional do Mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais: o Projeto Conservador das Águas. **Revista de Políticas Públicas (UFMA)**.
- COSTANZA, R.; RUTH, M. (1998). Using Dynamic Modeling to Scope Environmental Problems and Build Consensus. **Environmental Management** 22 (2), 183-195.
- COSTANZA *et al.*, (1998b) (página 29). **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature* 387, 253-260.
- _____. *et al.* (1993). **Modeling complex ecological economic systems: toward an evolutionary dynamic understanding of people and nature**. *BioScience* 43, 545-555.
- DAILY, G. (1997). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystem**. Island Press, Washington, DC.
- DALY, H. E.; FARLEY, J. (2004). **Ecological Economics: principles and applications**. Island Press, Washington, DC.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. (2002). **A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services**. **Ecological Economics** 41, 393-408.

- HARRIS, G. (2002). **Integrated assessment and modeling: an essential way of doing science**. *Environmental and Modelling & Software* 17, 201-207.
- LEVIN, S. A. (1998). **Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems**. *Ecosystems* 1, 431-436.
- LOUVIERE, J. L.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. (2000). **Stated Choice Methods: Analysis and Application**. Cambridge: Cambridge University Press.
- MEA - Millennium Ecosystem Assessment. (2005). **Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses Findings of the Responses Working Group**. Millennium Ecosystem Assessment Vol.3, Island Press.
- _____. (2003). **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Island Press, Washington, DC.
- MURADIAN, R. *et al.* (2010). **Reconciling theory and practice : An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services**. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6, p. 1202-1208.
- PORTO, M.F. de S. (1997). **Interdisciplinaridade e ciência pós-normal frente à questão ambiental**. In: II Encontro Nacional de Economia Ecológica. Anais... São Paulo.
- ROBINSON, J. B. (1991). **Modeling the interactions between human and natural systems**. *International Social Science Journal* 130, 629-647.
- ROMEIRO, A. R. (2004). **Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais**. Org. Editora da UNICAMP e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- SÃO PAULO (Estado) (2009). Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC.
- SÃO PAULO (Estado) (2010). Decreto 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas.
- STEVENS, T. H. *et al.* (2000). **Comparison of contingent valuation and conjoint analysis in ecosystem management**. *Ecological Economics*, v. 32, n. 1.
- TANSLEY, A. G. (1935). **The use and abuse of vegetational concepts and terms**. *Ecology* 3, 284-307.
- TEEB - The Economics of Ecosystems & Biodiversity (2010). **Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the approach, conclusions and Recommendations of TEEB**. Disponível em: <teebweb.org/publication/mainstreaming-the-economics-of-nature-a-synthesis-of-the-approach-conclusions-and-recommendations-of-teeb/>. Acesso 21 set. 2019.
- TURNER, R.K.; DAILY, G.C. (2008). **The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation**. *Environmental and Resources Economics* 39, 25-35.
- VATN, A. (2010). **An institutional analysis of payments for environmental services**. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6, p. 1245-1252.
- VATN, B. A. *et al.* (2011). **Can Markets Protect Biodiversity? An evaluation of different financial mechanisms**. Noragric Report.
- WÄTZOLD, F. (2006). **Ecological-economic modeling for biodiversity management: Potential, pitfalls, and prospects**. *Conservation Biology* 20 (4), 1034-1041.
- YOUNG, C. E. F. (2005). **Financial Mechanisms for Conservation in Brazil**. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 756-761, jun.

GLOSSÁRIO



A

Análise conjunta | Método que identifica as preferências declaradas de entrevistados através da comparação de cenários.

Avaliação contingente | Método que, por meio de entrevistas à população, estima a disposição desta a pagar por um bem ou serviço ecossistêmico.

Análise de custo-benefício | Método de análise que compara custos e benefícios econômicos de uma intervenção.

C

Custos evitados | Método que estima custos com atividades substitutas ou complementares, que seriam realizadas caso ocorressem mudanças nos bens ou no serviço ecossistêmico.

Custos de controle | Método que estima gastos com atividades de controle necessárias para evitar a variação do bem ou do serviço ecossistêmico.

Custos de reposição | Método que estima gastos necessários para reposição ou reparação de um bem ou serviço ecossistêmico após qualquer um destes ser modificado.

Custo de oportunidade | Custo de atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas em uma área de preservação.

Custo de viagem | Custos associados aos gastos praticados pelos visitantes para se deslocarem a um local de visitação.

D

DAP | Disposição a pagar por algum bem ou serviço, declarada por um agente econômico.

E

Erosão | Processo pelo qual o solo é removido da superfície.

Externalidade | Efeito da ação de um agente sobre o bem-estar de outro agente.

F

Função dose-resposta | Função que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao respectivo nível de produção de produtos no mercado.

Função de produção | Função que relaciona a quantidade de diversos insumos necessários à produção de um bem ou serviço.

G

Gastos defensivos | Método que estima gastos necessários com atividades substitutas ou complementares, para suprir mudanças nos bens ou nos serviços ecossistêmicos.

I

Internalização | Fazer com que o agente que promove uma ação seja responsável pelos impactos a outros agentes.

M

Mercado de bens substitutos | Métodos que estimam o valor econômico de um bem ou de um serviço ecossistêmico a partir do preço de mercado de algum substituto.

Métodos diretos | Métodos baseados na DAP declarada pelos agentes econômicos.

Mercado hipotético | Simulação de um mercado para um bem ou um serviço.

Método de valoração | Métodos que atribuem valores econômicos aos bens ou aos serviços ecossistêmicos.

P

Poluição ótima | Nível de poluição em que os custos marginais de controle igualam-se aos benefícios marginais de controle.

Precificação | Atribuir preço a um bem ou a um serviço ecossistêmico.

Preços hedônicos | Valores econômicos atribuídos por meio de relações entre a provisão de bens e serviços ecossistêmicos com o preço de um produto no mercado.

S

Stakeholder | Agentes que promovem determinada ação ou são afetados por ela.



**MÃOS UNIDAS PARA OS
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS
E PARA A BIODIVERSIDADE**

Foto de abertura do capítulo:
Atividade de reflorestamento no NEE Parelheiros (PJ Mais).
Fonte: Elaine Aparecida Rodrigues (2015).

MÃOS UNIDAS PARA OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E PARA A BIODIVERSIDADE

A comunidade científica internacional é clara e veemente ao afirmar que, se não tomarmos medidas concretas e urgentes para o combate às mudanças climáticas e à redução da perda da biodiversidade e da fragmentação dos ecossistemas, o ser humano enfrentará as maiores crises ambientais de sua história, com profundos reflexos no bem-estar e nas condições de sobrevivência da população humana e das outras formas de vida no planeta. Por outro lado, a humanidade tem produzido o conhecimento que pode guiá-la a rumos distintos daqueles desenhados nos cenários mais sombrios de nosso futuro comum. A utilização do conhecimento científico ou tradicional para a mobilização das pessoas, especialmente tomadores de decisão, deve se dar na escala planetária, dos programas, tratados e convenções internacionais, mas também nas escalas mais locais, onde o fazer cotidiano das pessoas, aquele que determina seu porvir, pode se realizar em bases mais amigáveis em relação ao meio que as sustentam. Impregnada por esse espírito, esta obra tem a intenção de contribuir para a sustentabilidade de uma das maiores aglomerações humanas do planeta.

Este livro é uma iniciativa da RBCV. A amplitude dos estudos e sua área de cobertura (Região Metropolitana de São Paulo, da Baixada Santista e municípios envoltórios) conformam uma publicação referencial para o planejamento e o desenho de políticas públicas para a região. O caráter multidisciplinar e colaborativo deste trabalho é sua marca e sua pedra fundamental – um time de 100 profissionais e 46 instituições uniram suas mãos para pensar e escrever sobre a relação entre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar de mais de 12% da população brasileira, que reside, trabalha, gera riqueza, altera e conserva os ecossistemas necessários à sustentação da metrópole. Que este trabalho possa inspirar ações integradas, integradoras e com visão ecossistêmica, tão necessárias para o enfrentamento dos desafios inerentes às grandes cidades, à crescente urbanização, à perda dos serviços ecossistêmicos e comprometimento da biodiversidade. Que muitas outras mãos possam se juntar às nossas para escrever um outro futuro para nosso Planeta e para nossas sociedades.

*Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor
Elaine Aparecida Rodrigues*

Marcos Penido
Apresentação

Secretário Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo (SIMA). Graduação em Engenharia Civil, funcionário de carreira da CDHU. Ocupou cargos de responsabilidade no Estado e na Prefeitura de São Paulo, à frente de desafios de programas de infraestrutura urbana.



Luis Alberto Bucci
Apresentação | Produtos florestais

Pesquisador científico e diretor geral do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (UFPR). Tem experiência na área de recursos florestais e engenharia florestal, com ênfase em silvicultura. Ocupou cargos no IF, sendo coordenador da RBCV (2009 a 2012).



Rodrigo Levikovicz
Apresentação

Diretor executivo da Fundação Florestal (FF/SIMA). Graduação em Direito (PUC). Especialização em Direito Ambiental e Direito Público (ESPGESP). Mestre em Direitos Difusos e Coletivos (PUC-SP). Procurador do Estado de São Paulo.



Walt Reid
Prefácio

Diretor do Programa de Conservação e Ciência da David and Lucile Packard Foundation. Graduação em Zoologia (Universidade da Califórnia). Pós-Doutor em Zoologia (Universidade de Washington). Foi professor na Universidade de Stanford, criador e diretor da Avaliação Ecosistêmica do Milênio, vice-presidente do *World Resources Institute*.



Anita Correia de Souza Martins
Apresentação

Presidente do Conselho de Gestão da RBCV. Diretora da Divisão de Gestão de UC da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo (SVMA). Graduação em Ciências Sociais (USP). Pós-Graduação em Gestão Ambiental (FSP/USP) e Direito Ambiental (SENAC). Coordenou o Plano Municipal de Mata Atlântica pela SVMA. Contato: anitamartins@prefeitura.sp.gov.br



Rodrigo Rodrigues Castanho
Apresentação

Coordenador executivo da RBCV. Executivo público da SIMA / Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Direito. Especialista em Direito Ambiental. Principais áreas de atuação: gestão ambiental, serviços ecossistêmicos, criação de UC e compensação ambiental. Contato: +55 11 2232 3116; rcastanho@sp.gov.br



Conselho Editorial e Revisão Técnica



Elaine Aparecida Rodrigues

Editora | Parecerista | Revisora | Introdução | Produtos Florestais | Provisão e regulação da água | Fixação de carbono em superfície | Regulação do clima | Lazer e turismo | Epílogo

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA); Doutoranda em Tecnologia Nuclear (IPEN/USP). Graduação em Administração, Mestre em Integração da América Latina (USP). Ocupou cargos de direção no IF e foi coordenadora executiva da RBCV. Atua nas áreas de popularização da ciência, planejamento territorial para a conservação, reservas da biosfera e serviços ecossistêmicos, com ênfase em criação de UC e elaboração de planos de manejo. Contato: +55 11 2231 2170; elainearodrigues@usp.br



Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor

Editor | Parecerista | Revisor | Introdução | Produtos florestais | Regulação da qualidade do ar | Fixação de carbono em superfície | Epílogo

Analista ambiental da Fundação Florestal (FF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (ESALQ/USP). Há 24 anos no Sistema Ambiental Paulista, foi diretor geral do IF, diretor adjunto na FF e coordenador executivo da RBCV. Integrou projetos internacionais ligados a cidades sustentáveis no âmbito da SCOPE e do Programa MAB/UNESCO. Áreas de atuação: criação de UC, ecossistemas urbanos, avaliação ecossistêmica; planejamento territorial para conservação e uso sustentável de ecossistemas. Contato: +55 11 2997 5075; ravictor@fflorestal.sp.gov.br



Bely Clemente Camacho Pires

Editora | Parecerista | Revisora | Produtos bioquímicos | Turismo

Diretora da Roda d'Água Gestão Socioambiental (RdA). Bacharel e Mestre em Administração (FEA/USP). Atuou como consultora (RBCV, IF e FF); foi professora da Faculdade Cantareira e diretora do Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental. É consultora *ad hoc* da FAPEAM e FAPEG. Áreas de atuação: formação e assessoria em gestão socioambiental e organizacional, educação financeira e consumo consciente. Contato: +55 11 99292 4950; belyccp@gmail.com



Edgar Fernando de Luca

Editor | Parecerista | Revisor | Produtos florestais | Fixação de carbono em superfície

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (ESALQ/USP). Doutor em Ciências (CENA/USP). Atuou no *Institut de Recherche pour le Développement* – IRD/França e professor adjunto do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais. Foi diretor geral do IF (2015-2017). Áreas de atuação: manejo florestal, serviços ecossistêmicos, restauração florestal e reflorestamento, ciclagem de nutrientes, qualidade física e química dos solos. Contato: +55 14 3732-0290; efluca@gmail.com

Antonio Manoel dos Santos Oliveira
Conselho Editorial | Parecerista | Controle de processos geohidrológicos

Pesquisador independente. Graduação em Geologia (USP).
 Doutor em Geografia Física (USP). Pesquisador do IPT (1968-1996).
 Professor titular da Universidade Guarulhos (1999-2015), professor de
 mestrado em análise geoambiental (transformações ambientais
 antrópicas e geologia de engenharia e meio ambiente). Áreas de
 atuação: geologia de engenharia e geologia ambiental, pesquisa em
 tecnógeno, antropoceno e processos geológicos de superfície e uso
 do solo (erosão, assoreamento, movimentos de massa, hidrologia);
 cartas geotécnicas e de risco.
 Contato: +55 12 98710 3000; amanoel2030@gmail.com



Denise de Campos Bicudo
Conselho Editorial | Parecerista | Provisão e regulação da água

Pesquisadora científica do Instituto de Botânica (IBt/SIMA).
 Graduação em Ciências Biológicas (USP). Pós-Doutora pela
University of Alabama (EUA). Áreas de atuação: ecologia de
 ecossistemas aquáticos continentais (Limnologia e Paleolimnologia)
 com ênfase em eutrofização, qualidade da água, bioindicação,
 reconstrução ambiental.
 Contato: +55 11 5067 6153; denisebicudo@gmail.com



Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Editora de Arte | Conselho Editorial | Capista | Revisora | Produtos florestais

**Diretora do Serviço de Comunicações Técnico-Científicas
 do Instituto Florestal (IF/SIMA).** Graduação em Comunicação Social/
 Publicidade e Propaganda. Especialista em Design Gráfico
 (Universidade Anhembí Morumbi) e Ferramentas Multimídia para EaD
 (*Okinawa International Center*, Japão). Mestranda em Ciências (IPEN).
 Áreas de atuação: comunicação, projetos gráficos, editoração de materiais
 impressos e digitais e produção de materiais didáticos voltados para EaD.
 Contato: +55 11 99627 3654; leni.meire.lima@gmail.com



Yara Maria Chagas de Carvalho
Conselho Editorial | Parecerista | Provisão de alimentos

**Pesquisadora científica do Instituto de Economia
 Agrícola (IEA/SAA).** Graduação em Economia. Mestre e Doutora em
 Desenvolvimento, Pós-Doutora em Agricultura e Turismo
 Sustentável. Foi presidente da Associação de Agricultura Orgânica
 e do Conselho da RBCV (2013 - 2018). Foi membro da Comissão Técnica
 e da Câmara Setorial de Agroecologia. Representou a
 Secretaria de Agricultura e Abastecimento na Câmara de Cobrança da
 Água do Estado de São Paulo. Áreas de atuação: agricultura familiar,
 agroecologia, política de recursos hídricos.
 Contato: yaramcc@terra.com.br



Autores e Equipe de Produção Editorial



Adalberto José Monteiro Junior
Provisão de alimentos

Pesquisador científico do Instituto de Pesca (IP/SAA). Graduação em Ciências Biológicas. Doutor em Ecologia (USP). Áreas de atuação: limnologia de reservatórios, rios e sistemas de aquicultura, qualidade da água e impactos ambientais. Contato: +55 11 3871 7578; amonteiro@pesca.sp.gov.br



Ademar Ribeiro Romeiro
Valoração econômica-ecológica

Professor titular do Instituto de Economia da Universidade de Campinas (UNICAMP). Graduação em Economia (UNICAMP). Doutor em Economia pela Universidade de Paris. Área de atuação: economia ecológica. Contato: +55 19 9810 78155; arromeiro@gmail.com



Adriano Ambrósio Nogueira de Sá
Revisor | Comunicação

Jornalista da Assessoria de Imprensa da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). Graduação em Jornalismo (Centro Universitário Teresa D'Avilla). Pós-Graduado em Marketing (Escola Superior de Propaganda e Marketing). Áreas de atuação: comunicação, assessoria de imprensa. Contato: +55 11 3133 3368; adrianoan@sp.gov.br



Afonso Rodrigues de Aquino
Comunicação

Pesquisador do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Bacharel em Química (UFRJ). Mestre em Tecnologia Nuclear (IPEN/USP). Doutor em Ciências Químicas (IQUSP) e Pós-Doutor (IQUSP). Especialista em Divulgação Científica (ECA/USP). Foi coordenador de Relações Corporativas e do Núcleo de Divulgação Científica (IPEN) e de projetos educacionais (FAAP). Autor de livros e capítulos de livros na área ambiental e de inúmeros trabalhos publicados na área científica e jornalística. Áreas de atuação: divulgação científica, química do urânio, gestão ambiental, tecnologia nuclear aplicada ao meio ambiente. Contato: afonsoaquino@gmail.com



Aida Sanae Sato
Revisora contribuinte

Assistente técnico de pesquisa do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (UNESP/Botucatu). Ingressou no Instituto Florestal em 1994, foi chefe substituta da Seção de Estação Experimental de Bauru (2010-2012). Integra equipe do *Programa de Conservação e Melhoramento Genético do Instituto Florestal*. Desenvolve atividades na assessoria técnica da Diretoria Geral IF. Áreas de atuação: pesquisas em conservação e melhoramento genético de espécies florestais nativas e exóticas. Contato: aidasato@gmail.com

Alexandre Gori Maia
Valoração econômica-ecológica

Professor associado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Graduação em Economia. Mestre e Doutor em Economia Aplicada. Áreas de atuação: economia do meio ambiente; pesquisa em temas relacionados ao desenvolvimento econômico e meio ambiente, demografia econômica, pobreza e desigualdade.
Contato: + 55 19 3521 5716; gori@unicamp.br



Alexsander Zamorano Antunes
Biodiversidade

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Biologia. Doutor em Zoologia. Áreas de atuação: pesquisa em assembleias de aves nos diversos ecossistemas do estado de São Paulo, com ênfase na análise das respostas das espécies aos impactos das atividades humanas e às ações de restauração ecológica. Desde 2005, tem se dedicado também à caracterização da fauna de vertebrados para propostas de criação de UC e para a elaboração de planos de manejo das UC existentes.
Contato: + 55 11 2231 8555, ramal 2028; alexza@if.sp.gov.br



Amanda Rodrigues de Carvalho
Fixação de carbono em superfície | Revisora | Assistente de produção

Graduanda em Relações Internacionais pela (UnB); bolsista PIBIC/CNPq do Instituto Florestal (IF/SIMA). Foi bolsista do 2017 MaB Youth Forum (Itália). Atuou como estagiária na Divisão da Mudança do Clima/Itamaraty (Brasil) e da Universidade de Concórdia (Montreal, Canadá). Integrou a delegação do Brasil na Conferência das Partes da Convenção do Clima – COP24, em Katowice (2018); participou da Cúpula de Jovens do Clima, como painelistas na seção *Nature-based solutions led by young people* (NY, 2019). Áreas de atuação: mudanças climáticas e regimes internacionais.
Contato: amandardcarvalho@gmail.com



Ana Paula Garcia Martins
Controle da poluição do ar

Diretora e professora titular no Instituto Itapetiningano de Ensino Superior (IIES). Graduação em Engenharia Florestal (ESALQ/USP). Doutora em Ciências LPAE/USP. Áreas de atuação: coordenação pedagógica, poluição atmosférica e saúde humana, com ênfase em saúde ambiental e biomonitoramento, serviços ecossistêmicos, sustentabilidade, florestas urbanas e educação ambiental.



Angélica Maria Fernandes Barradas
Introdução | Produção de informações geoespaciais

Técnica de recursos ambientais da Fundação Florestal (FF/SIMA). Técnica e Desenho de Construção Civil (Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo). Foi técnica projetista da SUDELPA e do IF. Áreas de atuação: geografia e cartografia, elaboração de mapas, instrução de processos para regularização fundiária.
Contato: +55 11 2997 5046; angelicabarradas@fflorestal.sp.gov.br





Augusto José Pereira Filho

Regulação climática

Professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP). Pós-Doutor em Meteorologia. Áreas de atuação: hidrometeorologia por meio de sensoriamento remoto, modelagem numérica e sistemas de medição. Contato: +55 11 3091 4735; augusto.pereira@iag.usp.br



Áurea Aparecida Kortz Vilas Bôas

Revisora

Graduação em Letras (Português – Inglês) (UNESP). Educadora; coordenadora pedagógica. Ocupou cargos de direção no Sistema Educacional Paulista. Contato: aakvb5@gmail.com



Bárbara Junqueira

Revisora contribuinte

Diretora Geral Rumos Sustentabilidade. Graduação em Engenharia Florestal (ESALQ/USP). Especialização em Direitos Humanos (USP), Neurociências (PUC-RS) e Quesitos Técnicos e Legais em Meio Ambiente (CETESB). Áreas de atuação: educação ambiental, restauração florestal participativa, manejo florestal, florestas urbanas, silvicultura avaliação de serviços ecossistêmicos. Contato: +55 11 96410 8790; barbarajunq131@gmail.com



Beatriz Rodrigues de Carvalho

Assistente de produção

Graduanda em Ciências Sociais (UnB); estagiária da Divisão de Oriente Médio I do Itamaraty.

Com cursos sobre política e negociação internacional (*Future We Want/ Model United Nations*, NY, 2019) e introdução às migrações internacionais contemporâneas no Brasil (*International Organization for Migration*), integra grupo de pesquisa interinstitucional sobre refugiados climáticos. Responsável por levantamento e revisão de notícias e informações sobre Síria, Líbano e Turquia, e elaboração de clippings. Áreas de atuação: migração e refúgio.

Contato: beatrizrodriguescarvalho@gmail.com



Bruno Peregrina Puga

Valoração econômica-ecológica

Pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Graduação em Economia. Doutor em Desenvolvimento Econômico (UNICAMP). Pós-Doutor (UFPR).

Foi pesquisador visitante na *University of Michigan*.

Área de atuação: economia do meio ambiente.

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo
Provisão e regulação da água

Pesquisador científico do Instituto de Botânica (IBT/SIMA).

Graduação em Biologia. Doutor em Ciências (USP). Professor Honorário na *Universidad Nacional de Trujillo* e na *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. Membro honorário da Sociedade Botânica do Brasil e da Associação Brasileira de Limnologia e efetivo da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu Medalha de Honra ao Mérito “Graziela Maciel Barroso” da Sociedade Botânica do Brasil. Áreas de atuação: taxonomia de algas de águas continentais e ecologia de fitoplâncton. Contato: +55 11 5067 6150; cbicudo@terra.com.br



Carlos Henrique Maldaner
Provisão e regulação da água

Pesquisador científico em hidrogeologia no Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (CEPAS/USP).

Graduação em Geologia, Mestrado em Hidrogeologia pela (USP). Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos pela *Universidad de Guelph* (Canadá). Áreas de atuação: caracterização de fluxo das águas subterrâneas e transporte de contaminantes em aquíferos fraturados.



Carolina Cortasso Soares
Ilustradora

Estagiária do Instituto Florestal no Serviço de Comunicações Técnico-Científicas (egressa).

Graduação em Design Gráfico pela Universidade São Judas Tadeu. Atualmente, é coordenadora de design na Sisttech. Áreas de atuação: criação de layouts para diversas finalidades (flyers, livros, revistas etc), criação de logos, ilustrações diversas, diagramação de conteúdos e coordenação do setor de design (designação de conteúdo, planejamento, revisão, acompanhamento de pedido junto às gráficas).



Ciro Koiti Matsukuma
Produtos florestais

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA).

Graduação em Engenharia Agrônoma. Mestre em Ciências (ESALQ/USP). Áreas de atuação: mapeamento de vegetação, uso e ocupação da terra e estudos para criação de UC. Contato: +55 11 2231 8555 ramal 2160; ciro@if.sp.gov.br



Corina Sidagis-Galli
Provisão e regulação da água

Pesquisadora científica na Associação Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA).

Graduação em Ciências Biológicas (*Universidad de la República*). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (USP). Áreas de atuação: limnologia (biogeoquímica de rios e reservatórios, quantificação da emissão de gases de efeito estufa na interface sedimento-água e água-atmosfera e diagnóstico e monitoramento da qualidade da água de rios e reservatórios). Contato: corina.mvd@gmail.com





Cristina de Marco Santiago
Folclore caipira

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal. Doutora em Geografia. Áreas de atuação: planejamento e gestão territorial de áreas legalmente protegidas de importância natural e cultural. Produção técnica e científica de caráter transdisciplinar, atua entre as áreas de conhecimento da Geografia Cultural e da Conservação de Áreas Silvestres.
Contato: +55 15 3271 3866; cristinasantiago@if.sp.gov.br



Daniel Caixeta Andrade
Valoração econômica-ecológica

Professor associado do Instituto de Economia e Relações Internacionais na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduação em Economia (Universidade Federal de São João del Rei). Mestre em Economia (UFU), Doutor em Desenvolvimento Econômico (UNICAMP). Atualmente é presidente da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO).



Debora Alves Ribas
Produtos bioquímicos

Pesquisadora independente. Graduação em Gestão Ambiental (USP). Foi estagiária do Instituto Florestal. Desenhista-projetista. Áreas de atuação: saúde ambiental em áreas de periferia, áreas administrativa, atendimento, marketing, arquitetura e maquetes, experiência em SIG, CAR, paisagismo, arborização, educação ambiental.
Contato: +55 11 98533 0607; deboralves.usp@gmail.com



Denis de Melo Soares
Produtos bioquímicos

Vice-diretor da Faculdade de Farmácia e professor adjunto da Universidade Federal da Bahia (UFB). Graduação em Farmácia e Bioquímica (USP). Doutor em Farmacologia (USP). Áreas de atuação: inflamação, febre, sepse e assistência farmacêutica.
Contato: +55 71 99113 5856; denisms@ufba.br



Dirceu Caróci
Designer gráfico

Colaborador independente. Graduação em Design Gráfico. Desenvolveu projetos para o jornal DCI - Diário Comércio Indústria & Serviços; Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; Páginas & Letras Editora e Gráfica e para o Instituto Florestal. Áreas de atuação: pré-impressão, especialista em diagramação e editoração
Contato: +55 11 97515 3017; dirceu.paginas@gmail.com

Donato Seiji Abe

Provisão e regulação da água

Pesquisador sênior da Associação Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA). Graduação em Ciências Biológicas (USP). Mestre em Oceanografia Biológica (USP), Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (USP). Pós-Doutor em nitrificação, desnitrificação (UFSCAR). Áreas de atuação: consultoria ambiental e avaliação de projetos de pesquisa; experiência em limnologia, eutrofização, ciclos biogeoquímicos, emissão de gases de efeito estufa e monitoramento de sistemas aquáticos continentais.
Contato: donatoabe@gmail.com



Elisabete Salay

Provisão de alimentos

Professora da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Doutora em desenvolvimento pela *École des Hautes Études en Sciences Sociales*. Publicou 72 artigos, capítulos e livros. Orientou 15 doutorados e 10 mestrados. Coordenou diversos projetos. Assessorou instituições relevantes. Apresentou 159 comunicações. Foi professora da UNICAMP. Atualmente é consultora. Áreas de atuação: política de alimentação e nutrição.
Contato: esalay10@yahoo.com.br



Elizabeth Nascimento

Provisão de alimentos

Professora e pesquisadora na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP). Graduação em Farmácia e Bioquímica, Mestre em Toxicologia, Doutora em Ciência dos Alimentos (USP), avaliadora e inspetora do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial e consultora do *International Life Sciences Institute*. Áreas de atuação: toxicologia, com ênfase em toxicologia de alimentos, ambiental e avaliação do risco químico.
Contato: esnasci@usp.br



Fausto Pires de Campos

Biodiversidade

Pesquisador do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Ciências Biológicas. Coordenador da equipe de Resolução de Conflitos de Terra-Grupo da Terra; Coordenador do planejamento e implantação da Estação Ecológica de Juréia Itatins; Coordenador do Projeto-ONG SDLB. Áreas de atuação: conservação de áreas naturais e aves marinhas insulares.
Contato: +55 11 97252 5363; fpcampos@uol.com.br



Francisco Carlos Soriano Arcova

Provisão e regulação de água

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (ESALQ/USP). Especialista em Estudos Hidrológicos Aplicados ao Manejo de Bacias Hidrográficas (Japão). Mestre em Ciências Florestais (ESALQ/USP). Doutor em Geografia Física (FFLCH/USP). Área de atuação: hidrologia florestal.
Contato: +55 11 2231 8555, ramal 2030; arcova@if.sp.gov.br





Francisco José do Nascimento Kronka
Produtos florestais

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Agrônômica (ESALQ/USP). Especialista no Setor Florestal (*Virginia Polytechnic Institute; Japan International Cooperation Agency - JICA*). Ocupou cargos de direção no IF e no Sistema Ambiental Paulista. Estruturou o *Inventário Florestal da vegetação nativa do estado de São Paulo*, base para a PEMC, elaborou estudos e publicações sobre reflorestamento de *Pinus, Eucaliptos* e *Seringueira*, manejo florestal e qualidade da madeira. Área de atuação: manejo silvicultural.

Contato: +55 11 99947 1026; cidakronka@globo.com



Frederico Luiz Funari
Regulação climática

Pesquisador do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP). Graduado e Mestre em Geografia (FFLCH/USP). Doutor em Geografia Física (FFLCH/USP), Pós-Doutorando em Meteorologia (Balanço de Radiação e Evapotranspiração em Áreas de Mata Atlântica no Brasil). Trabalha há 45 anos na Estação Meteorológica do IAG.

Áreas de atuação: climatologia.

Contato: ffunari@uol.com.br



Giuliana Del Nero Velasco
Fixação de carbono em superfície

Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Graduação em Engenharia Agrônômica (USP). Mestre e Doutora em Agronomia (USP). Pós-Doutora (FEC/UNICAMP). Áreas de atuação: gestão da arborização urbana, paisagismo, conforto térmico, diagnóstico e análise de risco de queda de árvores.

Contato: giulivelasco@gmail.com



Hilton Thadeu Zarate do Couto
Fixação de carbono em superfície

Professor titular e chefe do Departamento de Ciências Florestais (ESALQ/USP). Graduação em Engenharia Agrônômica (ESALQ/USP).

Pós-Doutor em Biometria (*North Carolina State University*) e Pós-Doutor em Distribuições Estatísticas (Organização do Tratado do Atlântico Norte) e Controle de Qualidade em Indústrias Florestais (Instituto de Pesquisa Florestal e de Produtos Florestais - Tsukuba).

É membro da CTNBio e do Grupo de Trabalho em Reflorestamento da UNFCCC. Áreas de atuação: agronomia e recursos naturais, com ênfase em estatística aplicada e inventário florestal.

Contato: +55 19 3447 6621; htzcouto@usp.br



Hortência Sousa de Oliveira
Assistente de produção

Estagiária do Instituto Florestal (IF/SIMA); Graduanda do curso Gestão Ambiental (EACH/USP). Possui interesse em monitoramento e mapeamento de áreas de risco na cidade de São Paulo.

Áreas de atuação: acompanhamento e diagnóstico ambiental

Contato: hs.oliveira@usp.br

Kaio Armann Vicente da Rocha
Revisor | Assistente de produção

Estagiário do Instituto Florestal (IF/SIMA); Graduando do curso de Gestão Ambiental (EACH/USP). Possui interesse na pesquisa de insetos como bioindicadores da qualidade do ambiente. Área de atuação: gestão ambiental, reservas da biosfera, serviços ecossistêmicos e bioindicadores. Contato: kaio_armann@usp.br



Karina de Melo Figueira de Sousa
Ilustradora

Estagiária do Instituto Florestal no Serviço de Comunicações Técnico-Científicas. Graduada em Design pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE), Área de atuação: diagramação de livros e revistas, design gráfico e ilustração. Contato: +55 11 98741 7289; karinamfigueira@gmail.com



Kátia Canil
Controle de processos geohidrológicos

Professora e vice-coordenadora do Laboratório de Gestão de Risco (LabGris) da Universidade Federal do ABC (UFABC). Graduação em Geografia. Mestre e Doutora em Geografia Física (FFLCH/USP). É colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Territorial (UFABC). Trabalhou como pesquisadora no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo (1990-2013). Áreas de atuação: gestão de riscos, planejamento urbano territorial, geomorfologia. Contato: katia.canil@ufabc.edu.br



Kátia Mazzei
Biodiversidade | Provisão de Alimentos | Turismo

Pesquisadora científica do Instituto de Botânica (IBt/SIMA). Graduação em Geografia (USP). Mestre e Doutora em Geografia Física/Biogeografia (USP). Foi pesquisadora do Instituto Florestal e professora visitante na IES UNISA. Áreas de atuação: criação e gestão de UC, elaboração de planos de manejo, corredores de fauna e monitoramento ambiental, aplicação de geotecnologias em planejamento territorial ambiental, sensoriamento remoto para restauração ecológica e conservação de grandes carnívoros. Contato: +55 11 5067-6188; kmazzei@ibot.sp.gov.br



Leticia Guedes
Assistente de produção

Estagiária do Instituto Florestal (IF/SIMA) (2016-2018). Graduada em Direito (UNISAL). Áreas de atuação: apoio na elaboração de publicações; pesquisa em legislação ambiental e políticas públicas; sistematização de normas e dados de processos relacionados às UC. Contato: +55 11 97416 3905; leticiaguedesc@outlook.com





Lídia Sumile Maruyama
Provisão de alimentos

Pesquisadora científica do Instituto de Pesca (IP/SAA). Graduação em Ciências Biológicas (Universidade Santa Cecília). Mestre em Aquicultura e Pesca (Instituto de Pesca). Áreas de atuação: recursos pesqueiros continentais, ictiologia, pesca profissional e amadora/recreativa, socioeconomia pesqueira. Contato: +55 11 99975 3989; lidia@pesca.sp.gov.br



Luciana Carvalho Bezerra de Menezes
Provisão de alimentos

Pesquisadora científica e diretora no CPRH do Instituto de Pesca (IP/SAA). Graduação em Ciências Biológicas (IB/USP). Doutora em Saúde Ambiental (FSP/USP). Foi Diretora da ULR/Instituto de Pesca. Membro da Câmara Técnica PCJ. Coordenadora do Comitê de Qualidade Laboratorial. Áreas de atuação: limnologia e ecologia de ecossistemas aquáticos e bioindicadores bentônicos de qualidade da água. Contato: +55 11 98178 4900; luciana@pesca.sp.gov.br



Lúcio Fagundes
Provisão de alimentos

Pesquisador independente. Graduação em Engenharia Agrônoma. Mestre em Ciências Biológicas (Área de Zoologia). Foi pesquisador científico no Instituto de Pesca (IP) (até 2018). Áreas de atuação: viabilidade econômica na maricultura e socioeconomia pesqueira.



Luisa Sadeck dos Santos
Ilustradora

Estagiária do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduanda em Design (FAU/USP). Recebeu menção honrosa no concurso Nascente e A Awards por sua colaboração no projeto GINA; teve seu projeto exposto no Museu da Casa Brasileira. Recentemente, foi agraciada com o convite para expor seu trabalho na Mostra de 50 Jovens Talentos na Bienal Ibero-americana de Design em Madrid, Espanha. Áreas de atuação: design gráfico e ilustração. Contato: +55 11 97339 1888; luxsadeck@gmail.com



Luiz Antonio Dias Quitério
Provisão e regulação da água

Engenheiro agrônomo do Grupo Regional de Vigilância de Santos (CVS XXV), do Centro de Vigilância da Secretária de Estado da Saúde (CVS/SES). Graduação em Engenharia Agrônoma (UEL). Especialista em Vigilância Sanitária e Engenharia Ambiental, Mestre em Saúde Pública (FSP/USP). É membro do Grupo Temático de Vigilância Sanitária da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco). Áreas de atuação: saúde coletiva e vigilância sanitária e ambiental. Contato: luiz_quitério@hotmail.com

Marcelo Ricardo de Souza
Provisão de alimentos

Pesquisador científico do Instituto de Pesca (IP/SAA). Mestre em Pesca (Instituto de Pesca), Doutor em Zoologia (UNESP/RC). Áreas de atuação: pesquisas em ciência pesqueira, avaliação de estoques, dinâmica de populações e ecologia de ambientes marinhos e estuarinos.
Contato: mrsbio@pesca.sp.gov.br



Márcia Maria do Nascimento
Provisão e regulação da água

Assessora técnica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). Graduação em Arquitetura e Urbanismo (Centro Universitário Belas Artes). Mestre em Saúde Ambiental (FSP/USP), Doutora em Planejamento Urbano Regional (FAU/USP). É docente na UNIP, na pós-graduação da Escola de Ensino Superior da CETESB, na Escola da Cidade. Áreas de atuação: gestão de recursos hídricos e planejamento territorial ambiental.
Contato: marcia.nascimento51@gmail.com



Marcio Roberto Magalhães de Andrade
Controle de processo geohidrológicos

Pesquisador do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Graduação em Geologia (IG/USP). Doutor em Geografia (FFLCH/USP). Atuou como geólogo da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Guarulhos e como analista ambiental da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Foi pesquisador, professor e orientador de mestrado acadêmico do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos. Áreas de atuação: previsão de deslizamentos e geodinâmica.
Contato: marcio.andrade@cemaden.gov.br



Marcio Rossi
Provisão de alimentos | Controle de processo geohidrológicos

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em engenharia Agrônoma (UNESP). Doutor em Geografia (USP). Atuou como Pesquisador Científico do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Foi diretor de pesquisa do IFI e coordenador acadêmico do PIBIC/CNPq/IF. Áreas de atuação: agronomia; gênese, morfologia e classificação dos solos; pedologia; planejamento de áreas naturais; levantamento e mapeamento do meio biofísico.
Contato: rossi@if.sp.gov.br



Marco Antonio Garcia Martins
Regulação da qualidade do ar

Pesquisador associado da Escola de Saúde Pública da Harvard - Boston/EUA (HSPH). Graduação em Engenharia Agrônoma (UNESP). Mestre em Biologia Vegetal (UNESP). Doutor em Ciências (USP) e Pós-Doutor em Saúde Ambiental (Harvard). Integra equipe de pesquisadores do Departamento de Saúde Ambiental, responsável pelo desenvolvimento de técnicas para medições de poluentes atmosféricos e da exposição humana a eles. É especialista em qualidade do ar (LPAE); foi pesquisador do INAIRA – USP e consultor internacional. Áreas de atuação: poluição atmosférica e ambiental e sua relação com a saúde.
Contato: mmartins@hsph.harvard.edu





Maria Eduarda Serafim Rodrigues dos Santos
Assistente de produção

Estagiária do Instituto Florestal na RBCV (IF/SIMA) (2019). Graduada em Gestão Ambiental (EACH/USP). Foi estagiária da Secretaria do Verde e Meio Ambiente do município de São Paulo. Áreas de atuação: pesquisas em mitigação de mudanças climáticas. Contato: dudaserafim@usp.br



Maria José Brollo
Controle de processo geohidrológicos

Pesquisadora científica do Instituto Geológico (IG/SIMA). Graduação em Geologia. Mestre em Engenharia na área de Geotecnia (EESC/USP). Doutora em Saúde Pública na área de Saúde Ambiental (FSP/USP). Áreas de atuação: geologia de engenharia e ambiental (cartografia geotécnica e geoambiental, cartografia de risco, gestão de resíduos sólidos, planejamento territorial, gestão ambiental e geindicadores). Contato: mjbrollo@gmail.com



Marina Mitsue Kanashiro
Produtos bioquímicos | Produtos florestais | Controle de processos geohidrológicos

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Geografia (FFLCH/USP). Participou de processos de elaboração de planos de manejo das UC paulistas e de propostas de criação de UC. Áreas de atuação: meio ambiente e geoprocessamento, com ênfase em vegetação natural, unidades de conservação, geoprocessamento, mapeamentos temáticos, fotointerpretação.



Massako Nakaoka Sakita
Produtos bioquímicos

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Química (Faculdade Oswaldo Cruz). Áreas de atuação: fitoquímico de essências florestais (extração de óleos essenciais, uso de óleos essenciais de Eucaliptos no controle de cupins subterrâneos, atividade antimicrobiana do óleo essencial de Pimenta *Pseudocaryophyllus var pseudocaryophyllus*, utilização do extrato pirolenhoso em cultivo de mudas florestais, identificação dos componentes do alcatrão extraídos de espécies florestais. Contato: +55 11 97529 4934; massako_nakaoka@yahoo.com.br



Matheus Gomes de Paula
Assistente de produção

Estagiário do Instituto Florestal na RBCV. Graduando do curso de Direito (USTJ). Realizou curso de extensão em ciências políticas (VEDUCA), ética (SENAI) e Direito ambiental (EBRADI). Áreas de atuação: direito e direito ambiental. Contato: gomesmatheus167@gmail.com

Maurício Lamano Ferreira
Revisor contribuinte

Pesquisador no Programa de Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP).

Graduação em Ciências Biológicas (Mackenzie) e Geociências (IGc/USP). Mestre em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente (IBt/SIMA), Doutor e Pós-Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP). Áreas de atuação: poluição ambiental, ciclos biogeoquímicos, ecologia de ecossistemas e dinâmica de florestas urbanas, serviços ecossistêmicos.

Contato: +55 11 97663 4493; mauecologia@yahoo.com.br



Maurício Ranzini
Provisão e regulação da água

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal. Mestre em Ciências Florestais (ESALQ/USP), Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela (EESC/USP), Pós-Doutor (NUPEGEL/USP). Áreas de atuação: recursos florestais e engenharia florestal, com ênfase em hidrologia florestal, e participação em planos de manejo na área de hidrologia superficial.

Contato: ranzini@gmail.com



Natalia Macedo Ivanauskas
Biodiversidade

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Agrônômica. Doutora em Biologia Vegetal (UNICAMP). Foi Professora Assistente da UNEMAT e Pesquisadora Científica na EMBRAPA. Faz parte da Sociedade Botânica de São Paulo, da Sociedade Botânica do Brasil e da Sociedade Latinoamericana de Botânica. Áreas de atuação: fitogeografia e ecologia de ecossistemas.

Contato: +55 11 2231 8555; nivanaus@yahoo.com.br



Newton José Rodrigues da Silva
Provisão de alimentos

Extensionista da Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS). Graduação em Zootecnia (UFRRJ). Doutor em *Halieutique* (École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes). Doutor em Aquicultura (UNESP). Integrante da Câmara Temática de Agropecuária, Pesca e Economia Solidária do Conselho de Desenvolvimento da RMBS e do Fórum de Economia Solidária da Baixada Santista. Áreas de atuação: sociologia e aquicultura.

Contato: rodrigues.newton@gmail.com



Nilson Antonio Modesto Arraes
Provisão de alimentos

Pesquisador e professor da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade de Campinas (FEAGRI/ UNICAMP). Graduação em Engenharia Agrícola. Mestre em Engenharia de Sistemas. Doutor em Saneamento e Recursos Hídricos. Coordena o Núcleo Interno de Economia e Administração Rural (NiEAR/FEAGRI), possui experiência em ensino, pesquisa e extensão (FEAGRI/UNICAMP). Áreas de atuação: gestão da produção agrícola, planejamento da produção hortícola.

Contato: +55 19 3521 1061; nilson@unicamp.br





Oscar Sarcinelli
Valoração econômica-escológica

Núcleo de Economia Agrícola e Ambiental (NEAUNICAMP).

Graduação em Administração. Mestre e Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente (NEA/UNICAMP). Pós-Doutor em Economia e Meio Ambiente. Participou em projetos de conservação florestal em São Paulo, Amazonas e Mato Grosso do Sul. Áreas de atuação: recuperação, em larga escala da vegetação natural, conservação ambiental, agricultura sustentável, estratégias para conservação de serviços ambientais, valoração econômica do meio ambiente.
Contato: oscarsarcinelli@gmail.com



Paula Lazzarin Uggioni
Provisão de alimentos

Professora adjunta do Departamento de Nutrição e do Programa de Pós Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Graduação em Nutrição (UFSC). Doutora em Alimentos e Nutrição (FEA/UNICAMP). É pesquisadora do Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE) e do Grupo Nutrição e Saúde (UFSC). Áreas de atuação: gestão de unidades de alimentação e nutrição, com ênfase em produção de refeições, gestão da alimentação coletiva e comercial, rotulagem de alimentos, patrimônio gastronômico regional e segurança alimentar e nutricional.
Contato: paula.uggioni@ufsc.br



Paula Maria Gênova de Castro Campanha
Provisão de alimentos

Pesquisadora científica do Instituto de Pesca (IP/SAA). Graduação em Engenharia de Pesca (UFC). Mestre e Doutora em Oceanografia Biológica (USP). É membro dos Comitês PIBIC/CNPq e de Ética Animal e do GT Interinstitucional sobre Espécies Ameaçadas de Extinção. Coordena e colabora com disciplinas de pós-graduação do Instituto de Pesca. Áreas de atuação: recursos pesqueiros, dinâmica de populações de peixes; socioeconomia da pesca, estatística pesqueira e continental.
Contato: +55 11 97169 5331; paulagc08@gmail.com



Paulo Hilário Nascimento Saldiva
Regulação da qualidade do ar

Professor titular do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina (FMUSP).

Graduação em Medicina (USP). Áreas de atuação: anatomia patológica, fisiopatologia pulmonar, doenças respiratórias e saúde ambiental, ecologia aplicada, cidades e saúde humana, humanidades e antropologia médica.
Contato: pepino@usp.br



Pedro Paulo Carneiro
Revisor

CEO da TV Geração Digital (TVGD). Graduação em Publicidade e Propaganda (ESPM) e Comunicação Social / Jornalismo (UERJ); Pesquisador, diretor de tv e cinema, documentarista há mais de 25 anos. Trabalhou na Globo, Band, BBC. Diplomado Jornalista Amigo da Criança (UNICEF/ABRINQ/ANDI). Áreas de atuação:

pesquisa das relações de interatividade e devices tecnológicos, produção de conteúdos e documentários, comunicação, marketing e propaganda, direção, produção e realização de eventos.
Contato: pedropaulocarneiro@gmail.com

Priscila Weingartner
Ilustradora

Assistente de pesquisa do Instituto Florestal (IF/SIMA).
Pós-graduação em Análise de Impactos Ambientais com enfoque no Impacto da Comunicação Visual em UC. Foi diretora do Serviço de Comunicações Técnico-Científicas do IF.
Áreas de atuação: comunicação, apoio à pesquisa de campo em vegetação e flora, organização e realização de eventos, educadora em curso de EaD, ilustradora.
Contato: priscilaw@if.sp.gov.br



Regiane Stella Guzzon
Designer gráfico

Estagiária do Instituto Florestal no Serviço de Comunicações Técnico-Científicas (egressa). Graduação em Design Gráfico (Belas Artes). Trabalhou em instituições da área ambiental e voluntariado em ONGs. Seu trabalho é focado em questões ambientais e sua inspiração é contribuir para soluções que causem impacto positivos e busca por inovação. Áreas de atuação: *branding* e editoração, projetos gráficos, ilustração e criação.



Reinaldo Herrero Ponce
Produtos florestais

Pesquisador independente. Graduação em Engenharia Florestal (UFPR). Mestre (*Virginia Polytechnic Institute & State University*), Doutor em Arquitetura e Urbanismo (USP). Foi pesquisador e chefe de departamento florestal do IPT; membro do conselho editorial da Revista Florestar Estatístico e do conselho fiscal do Fundo de Desenvolvimento Florestal; ocupou cargos de direção na FF. Foi consultor internacional para a (UNIDO/ONU). Autor referência no setor florestal. Áreas de atuação: manejo silvicultural, melhoramento e clonagem de árvores de eucalipto.



Renato Tagnin
Provisão e regulação da água

Pesquisador do Centro Universitário SENAC (SENAC/CAS). Graduação em Arquitetura e Urbanismo (Faculdade Braz Cubas). Mestre em Engenharia Civil e Urbana (USP), Doutor em Ciências (FAU/USP). Coordenou programas de controle de inundações, de recuperação de mananciais e o Conselho Municipal de Meio Ambiente de São Paulo. Foi consultor do MMA.
Áreas de atuação: planejamento ambiental e gestão de água.
Contato: renato.tagnin@gmail.com



Ricardo Hirata
Provisão e regulação da água

Professor titular do Instituto de Geociências (USP) e diretor do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (CEPAS|USP). Graduação em Geologia (UNESP). Mestre e Doutor (USP) e Pós-Doutor pela Universidade de Waterloo (Canadá). Foi consultor da UNESCO, da *International Atomic Energy Agency* (IAEA); e OPAS/OMS. Possui mais de 30 anos de experiência em recursos hídricos e águas subterrâneas, em projetos no Brasil e em mais de 26 países.
Áreas de atuação: hidrogeologia.
Contato: +55 11 99482 0864; rhirata@usp.br





Rodrigo Machado

Lazer e turismo

Especialista ambiental da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo (SIMA). Graduação em Turismo. Mestre em Educação e Doutor em Ciência Ambiental (USP).

Atua na Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade.

Áreas de Atuação: participação social, educação ambiental, políticas públicas em meio ambiente.

Contato: +55 11 3133 4194; rodrigom@sp.gov.br



Sandra Costa-Böddeker

Provisão e regulação da água

Pesquisadora associada ao Institut für Geosysteme und Bioindikation (IGeo). Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente (IBt). Áreas de atuação: engenharia ambiental, climatologia e ecologia, com foco em ecologia aquática – paleoecologia/paleolimnologia, bioindicadores, biogeoquímica de sedimentos aquáticos, reconstrução de paleoambientes, impactos antrópicos em ambientes estuarinos.

Contato: s.boeddeker@tu-bs.de



Sérgio Gomes Tôsto

Valoração econômica-ecológica

Pesquisador da Embrapa Territorial (EMBRAPA) e professor colaborador do Instituto de Economia (UNICAMP).

Graduação em Engenharia Agrônoma (UFRRJ). Mestre em Economia Rural (UFV). Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente (UNICAMP). Foi supervisor regional da Emater Rondônia, chefe de P&D da Embrapa Monitoramento por Satélite e Embrapa Territorial. Áreas de atuação: desenvolvimento, espaço e meio ambiente, economia ambiental e ecológica.

Contato: +55 19-98108 5057; sgtosto@gmail.com



Sidnei Raimundo

Lazer e turismo

Professor associado da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). Graduação em Geografia (USP). Mestre em Geografia Física (USP). Doutor em Geografia (análise ambiental e dinâmica territorial) (UNICAMP).

Pós-Doutor em Geografia do Turismo (Universidade de Girona, Espanha). Trabalhou com manejo de áreas protegidas no IF.

Orientador em programas de pós-graduação. Áreas de atuação: impactos socioambientais do lazer e turismo, geografia do turismo, ecoturismo e lazer na natureza.

Contato: +55 11 3091 8861; sidneieach@gmail.com



Silvia Maria Bellato Nogueira

Lazer e turismo

Pesquisadora científica do Instituto Florestal (IF/SIMA).

Graduação em Geografia (USP). Desenvolve atividades de pesquisa relacionadas à unidades de conservação e turismo. Áreas de atuação: gestão de metrópoles e mudanças globais.

Contato: +55 11 5511 8131; sambellato@outlook.com

Sonia Aragaki
Biodiversidade

Pesquisadora científica do Núcleo de Pesquisa Curadoria do Herbário do Instituto de Botânica (IBt/SIMA). Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Biologia Vegetal e Meio Ambiente. Áreas de atuação: florística, fitossociologia, fragmentos urbanos, com levantamento nas diferentes formações florestais do Estado de São Paulo. Contato: +55 11 5067 6093; saragaki@ibot.sp.gov.br



Sueli Herculiani
Folclore caipira

Analista de recursos ambientais do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Pedagogia. Áreas de atuação: educação ambiental, comunidades tradicionais (população tradicional caipira) e planejamento ambiental.



Tatiana Maria Cecy Gadda
Provisão de alimentos

Professora associada do Departamento de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PUCPR). Pós-Doutora em Ciências Ambientais Humanas e da Terra (Universidade de Chiba). Pós-Doutora em programa urbano - Universidade das Nações Unidas (UNU IAS). Membro científico do IBPES e da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). Áreas de atuação: agenda verde e serviços ecossistêmicos, urbanização, mudanças ambientais globais, *Smart Cities*, ecossistemas urbanos. Contato: tatianagadda@utfpr.edu.br



Terezinha Joyce Fernandes Franca
Provisão de alimentos

Pesquisadora científica do Instituto de Economia Agrícola (IEA/SAA). Graduação em Economia. Mestre em Economia Aplicada. Áreas de atuação: política agrícola e desenvolvimento, agroecologia e sistemas agrossilvipastoris (ILPF), desenvolvimento rural sustentável, política agrícola, crédito rural e financiamento, garantia de renda, agricultura familiar, água e agricultura, lazer no meio rural. Contato: +55 11 99655 6469; tefranca@iea.sp.gov.br



Thais Mauad
Controle da qualidade do ar

Professora associada do Departamento de Patologia e Faculdade de Medicina da USP (FMUSP). Pesquisadora do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LPAE da FMUSP). Graduação em Medicina (USP). Doutora em Patologia (USP). Foi supervisora da Divisão de Autópsias (FMUSP); coordenou o INCT (Análise Integrada do Risco Ambiental) e integrou o Comitê Internacional ATS/ERS para nova definição de asma grave. É coordenadora do Grupo de Estudos em Agricultura Urbana (IEA/USP). Áreas de atuação: medicina, com ênfase em anatomia patológica (patologia pulmonar, asma e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas).





Valdir de Cicco
Provisão e regulação da água

Pesquisador científico do Instituto Florestal (IF/SIMA). Graduação em Engenharia Florestal (UFV). Mestre e Doutor (USP). Áreas de atuação: hidrologia florestal.
Contato: +55 11 98251 9905; valdir.cicco@gmail.com



Vanessa Cordeiro de Souza
Lazer e turismo

Pesquisadora independente. Graduação em Turismo; Graduação em Letras (Português/ Inglês). Pós-Graduada em Ecoturismo. Áreas de atuação: turismo sustentável, educação ambiental para o ensino fundamental I, educação ambiental com jovens em situação de risco social.
Contato: +55 21 97503 2121; vanessacord@gmail.com



Veridiana Martins
Provisão e regulação da água

Professora do Instituto de Geociências da USP (CEPAS/USP). Graduação em Geologia. Mestre e Doutora. Membro do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas e Centro de Pesquisas em Geologia Isotópica. Áreas de atuação: geoquímica isotópica aplicada a questões ambientais e geologia ambiental.
Contato: veridian@usp.br



Verônica Boarini Sampaio de Rezende
Assistente de produção | Revisora

Estagiária do Instituto Florestal (IF/SIMA) (2019). Graduada em Engenharia Florestal (UNESP/BOTUCATU). Foi estagiária do Viveiro de Mudas da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP), do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências (IBB/UNESP) e do Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal (FCA/UNESP). Áreas de atuação: serviços ecossistêmicos, conservação de áreas protegidas, biomassa florestal, sequestro de carbono e refugiados ambientais.
Contato: +55 14 99718 0859; ni.boarini@gmail.com



Vinícius Leonardo Biffi
Biodiversidade

Editor da Editora do Brasil (EBSA). Graduação em Ciências Biológicas. Mestre em Ecologia (USP), onde investigou a presença de cachorros domésticos em áreas de mata e seu impacto sobre a fauna. Áreas de atuação: edição de livros didáticos de ciências, ecologia
Contato: vinicius.biffi@usp.br



O apoio financeiro para a fase inicial da Avaliação Ecológica do Cinturão Verde (ASG-RBCV), que possibilitou o presente produto, foi procedente de: Instituto Florestal (IF/SIMA); Fundação Florestal (FF/SIMA); Instituto Auá; ERTECO Rubber & Plastics; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO/PARIS).

A propositura da Avaliação Ecológica do Cinturão Verde (ASG-RBCV) é uma iniciativa da RBCV/Instituto Florestal. A elaboração desta publicação, sua estruturação e consolidação contou com a contribuição técnica e científica das seguintes instituições: Instituto Florestal (IF/SIMA); Fundação Florestal (FF/SIMA); Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA); Associação Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA); Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – Instituto de Geociências (CEPAS-IGc/USP); Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN); Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP); Centro Universitário SENAC (SENAC); Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS); Embrapa Monitoramento por Satélite (CNPQ); Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP); Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP); Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP); Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF/USP); Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP); Grupo Regional de Vigilância Sanitária de Santos (GVS XXV/SES/SP); *Harvard School of Public Health* (HSPH); *Institut für Geosysteme und Bioindikation – Technische Universität – Braunschweig* (IGeo); Instituto Auá; Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP); Instituto de Botânica (IBt/SIMA); Instituto de Economia Agrícola (IEA/SAA); Instituto de Estudos Avançados (IEA/USP); Instituto de Geociências (IGc/USP); Instituto de Pesca (IP/SAA); Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN); Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); Instituto Geológico (IG/SMA); Instituto Itapetiningano de Ensino Superior (IIES); Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental – Faculdade de Medicina (LPAE – FM/USP); Núcleo de Economia Agrícola e Ambiental (NEA/UNICAMP); Roda d’Água Gestão Socioambiental (RdA); TV Geração Digital (TVGD); UNESCO PARIS (UNESCO); Universidade de Brasília (UnB); Universidade de São Paulo (USP); Universidade Estadual da Bahia (UEB); TV Geração Digital (TVGD); Universidade de Guarulhos (UnG); Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Universidade Federal da Bahia (UFB); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Universidade Federal do ABC (UFABC); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).






SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente