



# ECONOMIA VERDE

DESENVOLVIMENTO  
& MEIO AMBIENTE  
QUALIDADE DE VIDA  
NO ESTADO DE SÃO PAULO

Ficha catalográfica – preparada pela:  
Biblioteca – Centro de Referências de Educação Ambiental

S24p São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Planejamento Ambiental.  
Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo.  
Coordenação Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho – São Paulo: SMA/CPLA, 2010.  
144p.; 21 x 29,7 cm.

Vários autores.

Bibliografia.

**ISBN – 978-85-86624-64-3**

1. Meio ambiente 2. Energias renováveis 3. Tecnologias verdes 4. Transporte sustentável 5. Construção civil sustentável 6. Saneamento 7. Uso racional da água 8. Agricultura e florestas 9. Turismo 10. Instrumentos econômicos 11. Indicadores I. título. II. Carvalho, Casemiro Tércio dos Reis Lima.

**CDD – 614.7**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

José Serra  
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Xico Graziano Neto  
Secretário

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho  
Coordenador

SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



## Mensagem do Secretário

A ousadia ambiental do governo de São Paulo, demonstrada na aprovação de sua Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) estabelece, para 2020, uma meta de redução de emissões de gases de efeito estufa de 20%, com base em 2005. Tal política induzirá a economia paulista a uma grande modificação, sinalizando claramente a necessidade de se planejar a construção da nova Economia Verde.

A Secretaria do Meio Ambiente apresenta este documento intitulado *“Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo”*, que pretende internalizar a discussão sobre o tema na sociedade paulista. Mais do que isso, transformar estas ideias em ações práticas é o novo desafio para todas as áreas do governo, não somente com o intuito de criar novos ciclos de desenvolvimento, mas também de melhorar a qualidade de vida do cidadão paulista.

Trata-se de um marco no rumo ao desenvolvimento e à evolução da economia de baixo carbono. Uma economia competitiva e adaptada aos novos desafios do século XXI, exigidos pela crise econômica internacional e pelas mudanças climáticas.

O futuro se insere no presente: Economia Verde.

Xico Graziano  
Secretário  
Secretaria do Meio Ambiente

## Mensagem do Coordenador

Esta publicação foi elaborada a partir da necessidade de evidenciar para o mercado as oportunidades de investimento, geração de emprego e renda a partir de critérios ambientais para os principais setores econômicos.

O planejamento ambiental vê na Economia Verde uma oportunidade de apresentar ao mercado as vantagens competitivas que um ator pode ter ao trabalhar o meio ambiente em seu processo produtivo.

São propostas nos setores de agricultura, água, construção civil, energia, saneamento, tecnologia, transporte e turismo com condições de criar oportunidades para investimento, desenvolver e aplicar novas tecnologias e aumentar o valor agregado de nossos produtos com qualidade ambiental.

Uma série de desdobramentos em termos de projetos, planos de ação e negociações setoriais tomarão forma a fim de viabilizar o processo já em andamento na direção de uma economia completamente verde, seguindo os requisitos e a tendência internacional da economia de baixo carbono.

Esta publicação é, portanto, um marco. A Economia Verde não só evidencia as oportunidades de mercado, mas também promove o desenvolvimento, o meio ambiente e a qualidade de vida no Estado de São Paulo.

Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho  
Coordenador  
Coordenadoria de Planejamento Ambiental  
Secretaria do Meio Ambiente

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>11</b>
Economia Verde: estímulos ao crescimento com sustentabilidade	11
Economia Verde: estratégias de implementação	15
Os objetivos da Economia Verde paulista	15
Sobre a publicação	17
<b>Energias renováveis .....</b>	<b>19</b>
Motivadores	20
Mercado em energias renováveis	23
Panorama da energia no Estado de São Paulo	29
Recomendações	35
<b>Tecnologias verdes .....</b>	<b>37</b>
Produção de células fotovoltaicas para geração de energia elétrica	38
Produção de equipamentos e de energia solar térmica	42
Plásticos: reciclagem e bioplásticos	45
Reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	51
Parques tecnológicos para tecnologias verdes	56
Iniciativas pró-ecologia industrial	58
Recomendações	62
<b>Transporte sustentável .....</b>	<b>65</b>
Panorama dos transportes no Estado de São Paulo	66
Recomendações	71
<b>Construção civil sustentável .....</b>	<b>77</b>
Panorama da construção civil no Estado de São Paulo	78
Eficiência energética e geração de emprego e renda	79
Reciclagem de materiais	81
Tecnologias disponíveis	82
Recomendações	83
<b>Saneamento .....</b>	<b>85</b>
Panorama do saneamento no Estado de São Paulo	86
Tecnologias disponíveis	88
Recomendações	93

<b>Uso racional da água .....</b>	<b>97</b>
Uso de água no Estado de São Paulo	97
Inovação tecnológica e usos urbanos e industriais da água	100
Casos relativos ao uso racional da água	101
Recomendações	102
<b>Agricultura e florestas .....</b>	<b>105</b>
Panorama da agricultura no Estado de São Paulo	106
Recomendações	110
<b>Turismo .....</b>	<b>113</b>
Turismo no contexto da crise econômica e das mudanças climáticas	114
Turismo e desenvolvimento sustentável	115
Recomendações	116
<b>Instrumentos econômicos .....</b>	<b>119</b>
Subsídios cruzados	120
Pagamento por serviços ambientais	122
Recomendações	126
<b>Indicadores .....</b>	<b>129</b>
Motivadores	131
Recomendações	131
<b>Construindo a agenda .....</b>	<b>135</b>
PROCLIMA	135
Projeto Ambiental Estratégico Mata Ciliar	135
Projeto Ambiental Estratégico Etanol Verde	136
Projeto Ambiental Estratégico Lixo Mínimo	136
Projeto Ambiental Estratégico Ecoturismo	137
Expansão SP	138
Revitalização das hidrovias paulistas	138
Rede Paulista de Dutos	138
Produção Mais Limpa (P+L)	139
Tecnologias limpas para o transporte público	139
ICMS diferenciado para o etanol	140
Substituição de óleo por gás natural na indústria	140
Energia da biomassa	140
Incentivo à pesquisa sobre mudanças climáticas	140
<b>Relação de siglas e abreviações .....</b>	<b>141</b>
<b>Ficha técnica .....</b>	<b>143</b>





Com o estabelecimento da meta de 20% de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) até 2020, com base nas emissões de 2005, pela Política Estadual de Mudanças Climáticas<sup>1</sup>, sancionada pelo Governador José Serra em novembro de 2009, a migração do modelo de desenvolvimento do Estado de São Paulo para uma economia de baixo carbono se tornou fundamental como estratégia para o futuro.

Mas o vetor das mudanças climáticas não é o único a motivar ações do poder público, havendo diversas outras questões econômicas e ambientais a demandar equacionamento apropriado, como o uso não planejado de bases finitas de recursos naturais e o respeito à capacidade de suporte dos ecossistemas. Tendo em vista a necessidade de melhoria da qualidade ambiental e de vida dos cidadãos paulistas, há grandes progressos a se empreender.

Nesse contexto, a Economia Verde se apresenta como uma proposta de desenvolvimento que busca instituir novos vetores de crescimento econômico, novas fontes de empregabilidade e soluções consistentes para a melhoria da qualidade ambiental com base no reconhecimento de que, apesar de sua indiscutível capacidade de geração de empregos e renda, o atual modelo de produção e consumo de bens e serviços é insustentável. Ela engloba ideias e práticas que assumem espaço em políticas nacionais e regionais de desenvolvimento por todo o planeta por buscar soluções pragmáticas e funcionais para questões chave do mundo contemporâneo, ao mesmo tempo em que questiona a maneira como os sistemas econômicos provocam impactos ambientais em escala global e de médio e longo prazo.

De caráter notadamente multissetorial e multidisciplinar, a agenda da Economia Verde inclui temas inovadores cujo processamento não pode prescindir de ampla cooperação entre atores de diferentes naturezas. Dos transportes sustentáveis às iniciativas de apoio a novos setores industriais verdes e cadeias de reciclagem, do pagamento por serviços ambientais à questão da renovabilidade da matriz energética, passando pela busca por alternativas sustentáveis para o setor de turismo, pela construção civil sustentável e pela estruturação de um sistema tributário que influencie positivamente nas preferências expressas pelo setor privado, as propostas trazidas pela Economia Verde criam interessantes interfaces de cooperação interinstitucional.

No atual contexto da sociedade em rede e da necessidade de visões transdisciplinares e multiescalares, este documento propõe a integração baseada na inovação como ferramenta para a busca de soluções reais de sustentabilidade. *“Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo”*, documento desenvolvido no âmbito da Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, corresponde ao resultado da primeira onda de internalização do tema da Economia Verde no sistema de governança ambiental e no governo paulista. O trabalho surgiu como resposta ao movimento internacional capitaneado pela *Green Economy Initiative*, ligada ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, bem como aos desafios econômicos e ecológicos da contemporaneidade.

Elaborado com inspiração na tradição de origem britânica dos *green papers* – documentos oficiais lançados no início do processo de construção de políticas, com o propósito de suscitar o debate sobre questões críticas – ele vem com o objetivo de aprofundar a difusão social emergente em torno do tema como base para o debate sobre o que seria uma Política Estadual de Economia Verde.

## Referências

- 1 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei Estadual 13.798, de 09/11/2009*. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.798,%20de%2009.11.2009.htm>. Acesso em nov/2009.

## Economia Verde: estímulos ao crescimento com sustentabilidade

O ano de 2008 entrará para a história como o marco de uma crise econômica global sem precedentes desde a Segunda Guerra Mundial: com o estouro da bolha do mercado imobiliário nos Estados Unidos, a quebra de instituições financeiras e a crise de confiança nos mercados que se sucedeu, somados à crise mundial no preço de *commodities* agrícolas e de combustíveis, as principais economias do planeta entraram em recessão e milhões de empregos em dezenas de países foram perdidos.

Nos Estados Unidos, o Produto Interno Bruto real sofreu queda de 5,4% no 4º trimestre/08, 6,4% no 1º trimestre/09 e nova queda de 1% no 2º trimestre/09<sup>1</sup>, com a taxa de desemprego atingindo 9,7%<sup>2</sup> em agosto/09. Na União Europeia, a taxa de desemprego atingiu patamar semelhante em julho/09, com 9,5%, sendo que na Espanha foram registrados alarmantes 18,5%<sup>3</sup>. Os níveis de investimento, a disponibilidade de crédito e a produção industrial também caíram no mundo inteiro e, por mais que as principais economias emergentes tenham sido menos afetadas, houve retração de diversos indicadores econômicos chave – no Brasil, por exemplo, apenas entre os meses de novembro/08 e março/09, foram perdidos 692 mil empregos formais, sendo 654 mil apenas em dezembro<sup>4</sup>, muito embora o desempenho posterior deste e de outros indicadores apontem a retomada do crescimento e do emprego a partir de então.

A ponte Octavio Frias de Oliveira instalada sobre o Rio Pinheiros, na cidade de São Paulo, é a maior ponte estaiada em curva do mundo.



Independentemente da repercussão dessa crise em particular nos diferentes países – ou de ter sido recebida como “tsunami” ou “marola” em cada contexto específico – há um consenso em formação em torno da ideia de que a análise de indicadores macroeconômicos não esgota a natureza multifacetada das origens das múltiplas crises atuais. De forma sistemática, hoje se reconhece no plano internacional que nas raízes das dificuldades enfrentadas neste momento histórico está um modelo de produção e consumo que, apesar da sua capacidade indiscutível de geração e usufruto de riqueza, promove impactos ambientais significativos de médio e longo prazo em claro detrimento ao bem-estar das sociedades humanas.

O fenômeno das mudanças climáticas com origens antrópicas e a crescente escassez ecológica, igualmente responsável pelo declínio na capacidade dos ecossistemas em dar suporte à vida humana e às atividades econômicas, passam cada vez mais a constrianger as habilidades das sociedades para sustentar sua prosperidade, nas economias desenvolvidas, ou para melhorar as condições de vida da população, nas economias em desenvolvimento<sup>5</sup>. E mostram que os países e sociedades de todo o planeta estão diante de questões muito mais complexas do que o mero crescimento econômico realizado em bases tradicionais – um fato com projeções bastante pertinentes à realidade de uma economia influente, como a do Estado de São Paulo.

No tocante às mudanças climáticas, os dados são alarmantes e convocam à ação. Segundo o relatório-síntese do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas<sup>6</sup>, publicado em 2007, não apenas o aquecimento do sistema climático global é inequívoco, mas muitos sistemas naturais em todos os continentes já sofrem impactos regionais provocados por mudanças climáticas – fato provavelmente relacionado com a crise de preços de alimentos que o mundo viveu entre 2007 e 2008, por conta da ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como enchentes ou secas em zonas produtivas.

Considerando a probabilidade significativa de que mudanças climáticas não mitigadas provavelmente superem a capacidade de sistemas naturais e humanos de se adaptarem, há uma necessidade premente por ações de diminuição do resultado negativo do balanço de GEE da economia – o que traz ao primeiro plano o tema da descarbonização dos sistemas econômicos.

Além disso, as mudanças climáticas não são a única grande questão ambiental do mundo contemporâneo. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio<sup>7</sup>

revelou as diferentes formas como a atividade econômica global e o crescimento populacional afetaram os mais variados ecossistemas e sua capacidade de produzir benefícios para as diferentes sociedades, mostrando inequivocamente que, nos últimos 50 anos, os ecossistemas naturais foram modificados mais rápida e extensivamente do que em qualquer período comparável da história do homem para atender a demandas crescentes por alimentos, água potável, fibras, combustível e madeira, provocando a perda substancial e irreversível da diversidade biológica.

Mesmo antes de as mudanças climáticas começarem a ser percebidas, parcela significativa de diversos ecossistemas já haviam sido perdidas e as extinções de espécies animais atingiram níveis jamais observados na história natural, ambos afetando significativamente a capacidade dos sistemas naturais de prover serviços de suporte, provisão e regulação, bem como os chamados serviços culturais.

Essa realidade também encontra respaldo na história do Estado de São Paulo, onde a Mata Atlântica foi reduzida a 15% da cobertura original<sup>8</sup> e onde ainda ocorrem diversos tipos de perda de capital natural, seja por poluição, por fragmentação ecológica, por perda de solo ou mesmo por simples depleção não planejada de recursos naturais.

Nesse contexto de amplos desafios econômicos e ambientais e, portanto, de amplos desafios sociais, há enormes oportunidades a serem descobertas, reveladas e incentivadas pelos setores públicos em todas as esferas, iniciativa privada e sociedade civil organizada. É o que hoje em dia se define genericamente como Economia Verde: novas formas de se buscar o crescimento econômico produzindo riqueza, gerando novos empregos – os chamados empregos verdes – e, ao mesmo tempo, promovendo a sustentabilidade em escalas que vão da local à global.

A Economia Verde, na prática, é uma agenda de desenvolvimento que propõe uma transformação na maneira de se encarar a relação entre crescimento econômico e desenvolvimento, indo muito além da visão tradicional do meio ambiente como um conjunto de limites para o crescimento ao encontrar nas mudanças climáticas e no esgotamento ecológico vetores para um crescimento mais sustentável.

É uma forma de trazer a sustentabilidade, tão frequente e equivocadamente tratada como “tema de futuro”, para um patamar de objetividade e pragmatismo que evidencia as vantagens econômicas e sociais da aliança entre inovação e melhoria da qualidade ambiental.



A busca pela descarbonização dos sistemas econômicos como estratégia para o desenvolvimento sustentável é uma tendência mundial. No Reino Unido, um dos países líderes do processo, um amplo Plano de Transição para o Baixo Carbono<sup>9</sup> foi lançado em 2009, com os objetivos de garantir a proteção da população a riscos iminentes, preparar o país para o futuro, apoiar acordos internacionais, descarbonizar a economia doméstica e dar apoio a atores de todas as origens a fazerem sua parte; na Coreia do Sul, um movimento verde que inclui 3 planos de ação, 10 diretivas para políticas e 50 projetos específicos está, desde já, destinando cerca de 2% do PIB do país para programas nas áreas de transporte, construção civil e investimento em novas tecnologias, incluindo metas de corte de emissões e eficiência energética, além de amplas intervenções de recuperação de capital natural.

Em nível subnacional, o estado norte-americano da Califórnia<sup>i</sup>, responsável por 1,4% das emissões mundiais de GEE, inovou ao aprovar uma série de dispositivos legais de combate às mudanças climáticas, desde a criação do *California Climate Action Registry*<sup>ii</sup> em 2000, uma corporação sem fins lucrativos voltada a ajudar atores a medir e reportar voluntariamente suas emissões, e incluindo o influente *California Global Warming Solutions Act of 2006*<sup>10</sup>, que estabeleceu o primeiro programa de mecanismos regulatórios e de mercado para redução de GEE do mundo, além de atos sobre temas como sequestro de carbono<sup>11</sup>, eficiência no uso de

água em propriedades públicas<sup>12</sup>, energia solar térmica<sup>13</sup>, frota estatal<sup>14</sup> e combustíveis alternativos<sup>15</sup>, entre outros.

O caso californiano é especialmente interessante para o contexto paulista pelo fato de ambos serem estados líderes em seus países, com padrões próprios que não refletem com fidelidade as heterogêneas realidades nacionais. Como o *Golden State* da costa oeste dos Estados Unidos, que é uma das 10 maiores economias do mundo (a depender da fonte, do critério e do ano), o Estado de São Paulo é um *country system*, entidade geopolítica e geoeconômica que “se comporta como um país” – é o terceiro maior produto interno bruto e a terceira maior população da América Latina<sup>iii</sup>, atrás de Brasil e México, números sempre lembrados no contexto das relações internacionais empreendidas via esfera estadual.

Assim sendo, o Estado de São Paulo se vê diante de uma oportunidade ímpar de aproveitar esta condição e empreender sua agenda de desenvolvimento sustentável de forma autônoma, buscando sempre influenciar o comportamento do restante do país. Sob esse ponto de vista, a Economia Verde se apresenta como oportunidade para a estruturação de uma estratégia de crescimento, de liderança nacional e inserção internacional fundada em posições competitivas sólidas, de base tecnológica inovadora – colocando as forças do Estado em torno de um projeto que tenha o uso racional dos recursos materiais, sejam eles finitos ou renováveis, como eixo de articulação.



Vista aérea do centro de São Paulo.

i Mais informações podem ser obtidas em <http://www.climatechange.ca.gov/>.

ii Mais informações disponíveis em <http://www.climateregistry.org/>.

iii Comparando-se dados de 2006, os mais recentes disponibilizados para o Estado de São Paulo (disponíveis em [http://www.seade.gov.br/produtos/pib/2006/cre2006\\_01.htm](http://www.seade.gov.br/produtos/pib/2006/cre2006_01.htm)), com os valores nacionais para o mesmo ano segundo o *World Economic Outlook* do Fundo Monetário Internacional (disponível em <http://imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/02/weodata/index.aspx>). Acessos em set/2009.

Como principais trunfos, São Paulo tem a seu favor a posição nacional de liderança científica, instituições sólidas e um sistema ambiental organizado, políticas setoriais definidas em áreas chave, como inovação e mudanças climáticas, setor privado pujante e crescentemente sensibilizado para os principais vetores da sustentabilidade, mão-de-obra qualificada e uma atuação de destaque em esferas internacionais ligadas às grandes questões globais, entre muitos outros fatores. Encontra-se, portanto, em uma posição privilegiada para desenvolver medidas efetivas do ponto de vista ambiental e, ao mesmo tempo, capazes de criar empregos e gerar divisas.

O papel do governo estadual nesse processo é fundamental, como evidenciam os resultados do projeto *Cenários Ambientais 2020*, um dos 21 Projetos Ambientais Estratégicos da Secretaria do Meio Ambiente, gerenciado pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental ao longo da atual gestão, com o objetivo de prospectar possibilidades de futuro para a próxima década em 28 temas chave da agenda da sustentabilidade.

O processo, que contou com painéis de especialistas e com a participação irrestrita do público, revelou a importância do papel de políticas públicas bem estruturadas em fazer com que o cenário de referência – aquele que aconteceria caso nada de diferente fosse feito, possa ser redirecionado ao cenário alvo – aquele que, consideradas as limitações da realidade e fatores exógenos sobre os quais não há controle, é tido como ao mesmo tempo possível e desejável.

Quando os aspectos levantados pelo projeto *Cenários Ambientais 2020*<sup>16</sup> em diversos setores são relacionados aos potenciais da Economia Verde, fica claro o quanto uma atuação focada pode trazer vantagens sociais, econômicas e ambientais para o Estado de São Paulo:

- A possibilidade de crescimento do valor de transformação industrial (VTI) do Estado por meio da indústria verde, dado o alto VTI de produtos como painéis solares fotovoltaicos, turbinas para geração de energia eólica, novos materiais e outros produtos, propiciando, também, a otimização do uso de recursos naturais para indústrias convencionais;
- Melhor eficiência no transporte logístico, considerando que a diversificação dos modais de transporte, minimizando a atual participação de 92% do modal rodoviário, é ao mesmo tempo uma medida de custo-eficiência e de uma matriz de baixo carbono;
- Descarbonização do crescimento marginal da oferta energética no Estado de São Paulo, com o aumento da participação de modais energéticos renováveis conjugado à maior eficiência em sua utilização, tanto no setor residencial quanto industrial;
- Maior eficiência, tanto na fase de projeto como na de obras, na indústria da construção civil, considerando, por exemplo, o uso de insumos minerais reciclados;
- Evolução da Política Estadual de Inovação, com a inclusão de critérios socioambientais no processo de credenciamento de novos Parques Tecnológicos no SPTec e a viabilização de projetos de produtos e serviços ambientalmente amigáveis, de modo a permitir sua ampla difusão na economia e um melhor desempenho ambiental do PIB paulista;
- Melhor distribuição de recursos hídricos no Estado, com instrumentos como o Plano de Abastecimento da Macrometrópole, visando a equilibrar relações de oferta e demanda e diminuir a necessidade por transposições entre bacias;
- Melhor gestão mineral, considerando o papel do planejamento regional e das Avaliações Ambientais Estratégicas em garantir o acesso às jazidas estratégicas, minimizando conflitos socioambientais inerentes à atividade e garantindo a oferta de recursos minerais para as diferentes indústrias;
- Gestão dos resíduos sólidos focada na reciclagem, promovendo melhoria dos índices efetivos de materiais reciclados, com o aumento do acesso da indústria a estes insumos;
- Melhor gestão das políticas de mitigação das mudanças climáticas, com instituição de critérios específicos no processo de licenciamento;
- Diminuição da poluição urbana, com controle de emissões por veículos automotivos e melhora do transporte público;
- Preservação da diversidade de culturas agrícolas, com crescimento da área cultivada pela cana-de-açúcar de 26% para 30% da área disponível, contribuindo para manter condições de segurança alimentar e evitar a sobre-exposição da economia estadual à flutuação no preço de *commodities*;
- Diversos outros aspectos, como a melhora do saneamento ambiental, a melhora das condições de adaptação às mudanças climáticas e do gerenciamento costeiro.

## Os objetivos da Economia Verde paulista

CRESCIMENTO ECONÔMICO	EMPREGOS E RENDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento de cadeias produtivas de alto valor agregado</li> <li>• Crescimento do Valor de Transformação Industrial (VTI) médio do Estado</li> <li>• Ampliação da renovabilidade da matriz energética.</li> <li>• Geração de divisas</li> <li>• Eficiência no transporte logístico e de passageiros.</li> <li>• Instrumentos tributários verdes</li> <li>• Financiamento de soluções de mitigação de mudanças climáticas</li> <li>• Instrumentos econômicos de pagamento por serviços ambientais</li> <li>• Inclusão de critérios ambientais na mensuração do desempenho econômico</li> <li>• Consolidação de mercados como o Ecoturismo e o turismo regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de empregos verdes nos diversos níveis de qualificação</li> <li>• Estabelecimento de setores intensivos em uso de mão-de-obra com baixo índice de emissão por emprego gerado</li> <li>• Expansão da fronteira de possibilidades do mercado de trabalho na direção de novas profissões e especialidades</li> <li>• Aumento da renda média da população economicamente ativa</li> </ul>
PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	QUALIDADE AMBIENTAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimento do Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec)</li> <li>• Estímulos a P&amp;D públicos e privados</li> <li>• Aprimoramento da institucionalidade por trás da cooperação universidade x setor privado</li> <li>• Monitoramento da oferta e da demanda por tecnologias mais limpas</li> <li>• Estímulos ao estabelecimento de cooperações técnicas internacionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptação e mitigação das mudanças climáticas.</li> <li>• Recomposição de capital natural</li> <li>• Uso eficiente de recursos naturais minerais e hídricos, entre outros</li> <li>• Melhora da conectividade da paisagem</li> <li>• Difusão de tecnologias e soluções mais limpas</li> <li>• Planejamento do acesso a recursos naturais finitos</li> <li>• Indicadores de sustentabilidade</li> </ul>

## Economia Verde: estratégias de implementação

Implementar efetivamente os princípios e práticas da Economia Verde é um desafio para qualquer sociedade, dado que a realidade das estruturas públicas e privadas atualmente em funcionamento tende mais para um modelo tradicional de desenvolvimento do que para uma abordagem dos desafios de articulação, multisetorialidade e interdisciplinaridade, que são requisitos do crescimento econômico com base sustentável.

As estratégias e táticas para o fortalecimento da Economia Verde passam necessariamente pelo aumento e fortalecimento de cooperação, tanto entre diferentes áreas do governo quanto entre governos e atores privados, com vistas a consolidar níveis mais elevados de interação na formulação e execução de políticas públicas integradas.

Um exemplo interessante de abordagem governamental é novamente o caso do Reino Unido, que estabeleceu uma comissão de desenvolvimento sustentável<sup>17</sup> para assessorar o governo, como “amigo crítico” institucionalizado que contribui

para evidenciar oportunidades de aprimoramento de políticas públicas em prol da sustentabilidade. Mas, na prática, o fator decisivo para que a internalização efetiva de critérios sociais e ambientais possa ganhar espaço na tomada de decisão continua sendo o diálogo intersecretarial e com diferentes segmentos sociais.

Alguns requisitos estratégicos para a formulação e execução de políticas de Economia Verde no Estado de São Paulo são os seguintes:

- **Ativismo estatal:** o ativismo estatal é uma postura moderna da gestão pública baseada no reconhecimento do papel indutor do Estado, na busca pela antecipação a problemas e na pró-atividade na formulação de soluções. No caso da Economia Verde, como no da temática ambiental de maneira mais ampla, esse papel indutor e pró-ativo é decisivo, tanto na conformação de plataformas de tomada de decisão sobre as preferências do Estado para o desenvolvimento sustentável quanto na condução

de processos de planejamento e no estímulo a práticas e atividades consideradas desejáveis, entre muitas outras possibilidades de ação.

- **Articulação intersecretarial:** cada secretaria de estado conta com um corpo executivo com conhecimento específico sobre sua área de atuação, de modo que a *expertise* sobre a governança de temas da agenda da Economia Verde, como finanças públicas, agricultura, transportes, energia, indústria, saneamento ambiental, turismo, preservação e recuperação de capital natural, planejamento e recursos hídricos, entre outros, se encontra espalhada pela estrutura do Poder Executivo. Reunir as diferentes áreas em plataformas de trabalho conjunto não apenas é um modo de garantir a inclusão do melhor conhecimento disponível nos processos ligados à implementação da Economia Verde, mas também é uma forma de conferir legitimidade e eficácia às políticas desenvolvidas.
- **Articulação entre poderes:** conforme o funcionamento da democracia brasileira, a articulação entre os Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário é condição *sine qua non* para o desenvolvimento e implementação de quaisquer políticas públicas, não sendo diferente o caso das políticas de Economia Verde.
- **Articulação entre entes federativos:** a divisão de poderes do pacto federativo brasileiro destaca responsabilidade compartilhada quanto às políticas de Economia Verde pelos entes federal, estaduais e municipais. Esse atributo da geografia política brasileira impõe diversos tipos de desafio de gestão, criação e implementação de políticas, muitos dos quais conhecidos do sistema de governança ambiental, outros particulares aos requisitos multissetoriais do novo paradigma. Essa articulação, realizada em modelos apropriados a cada tipo de tema ou questão, é imprescindível para que as competências possam atuar de forma coerente e garantir os resultados almejados.
- **Articulação com setores privados e sociedade civil organizada:** como no caso da articulação intersecretarial, o envolvimento do setor privado é absolutamente fundamental para o cumprimento dos objetivos de uma política de Economia Verde, pois contempla atores efetivamente engajados na produção, dotados de *expertise* em suas respectivas áreas de atuação, e atores sociais que detêm proximidade em relação aos problemas e flexibilidade nas formas de atuação.
- **Institucionalização da Economia Verde:** considerando o atual arcabouço institucional paulista, observa-se que muitos dos temas e setores da Economia Verde demandam evoluções do ponto de vista institucional, visando a aproximação de atores e a formação de ambientes de tomada de decisão com base em visões sistêmicas e profundidade técnica em todas as áreas. A formação de conselhos e grupos técnicos, bem como a internalização do tema da Economia Verde em estruturas já existentes no sistema estadual de governança ambiental, como comitês de bacia e agências ambientais, são medidas chave para a difusão do conceito e o atingimento de seus objetivos.
- **Estudo e planejamento:** muitos dos principais problemas que levam à criação e fortalecimento do paradigma da sustentabilidade em geral são resultantes da falta de planejamento sistêmico, seja ele setorial, regional ou mesmo em escala estadual. Além disso, a definição e tomada de decisão sobre políticas públicas de Economia Verde não podem prescindir de sólidos conhecimentos técnicos. Os instrumentais do planejamento e do planejamento ambiental, conforme institucionalizados no Estado, incluindo cenários, diagnósticos, zoneamentos, avaliações estratégicas e estudos de temática transversal, entre outros instrumentos, têm um grande potencial para atuar em temas como estímulo a tecnologias mais limpas, estruturação de cadeias de reciclagem, adaptação a mudanças climáticas, racionalização da extração e uso de recursos naturais e planejamento regionalizado do crescimento econômico e populacional.
- **Políticas de estímulo:** um dos principais componentes de uma política de Economia Verde é o sistema por meio do qual as atividades e práticas desejáveis são estimuladas e atividades e práticas consideradas indesejáveis são desestimuladas. No Brasil, quando se fala de incentivos, geralmente se costuma pensar em isenção tributária ou outras vantagens diretas conferidas aos setores produtivos, mas, na prática, uma política de Economia Verde não pode prescindir nem de políticas estruturantes, nem de políticas indutoras, nem de políticas de estímulo direto aos setores. Outro fator fundamental consiste na capacidade de monitoramento de resultados de políticas públicas. Ao longo deste trabalho serão propostos e discutidos os diversos tipos de recomendações referentes a cada tema.



## Sobre a publicação

A oportunidade diante da qual São Paulo se encontra é a de novamente assumir uma postura de liderança nacional e regional, desta vez com base em um modelo mais eficiente e ambientalmente aprofundado de gestão pública e de produção de riquezas.

Com o objetivo de suscitar o diálogo sobre o tema da Economia Verde, a Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) desenvolveu este estudo, intitulado *Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo*, como resposta a um movimento mundial cujo vetor principal é a *Green Economy Initiative*<sup>i</sup>, ligada ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. Para a *Green Economy Initiative*, o esverdeamento da economia consiste no “processo de reconfiguração de negócios e de infraestrutura de modo a obter melhores retornos em investimentos em capital humano, natural e financeiro, ao mesmo tempo em que se reduz emissões de gases de efeito estufa e se extrai e utiliza menos recursos naturais, gerando menos resíduos e reduzindo as disparidades sociais”<sup>18</sup> – uma definição ampla que deixa bastante claros tanto o tamanho dos desafios a serem enfrentados quanto a urgente necessidade por novas visões e novos paradigmas.

*Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo* introduz uma série de temas a partir do paradigma da Economia Verde, sempre buscando conferir à questão ambiental um tratamento como tema do presente e como vetor de desenvolvimento, e procurando oportunidades para o crescimento econômico com um olhar específico na criação de empregos verdes e renda.

- Energias renováveis
- Tecnologias verdes
- Transporte sustentável
- Construção civil sustentável
- Saneamento
- Uso racional da água
- Agricultura e florestas
- Turismo
- Instrumentos econômicos
- Indicadores

O formato da publicação é uma inovação no contexto da governança brasileira, especialmente da governança ambiental. Nos países de tradição política baseada no modelo britânico, incluindo o Reino Unido, Austrália, Canadá e Irlanda, entre outros, assim como na União Europeia, o *green paper* é um tipo comum de publicação oficial, cujo objetivo é o de estimular o debate e lançar um processo de aprofundamento e difusão social de assuntos considerados relevantes para o progresso da política pública, não necessariamente na esfera ambiental. Para a Comissão Europeia, por exemplo, o *green paper* é um documento de consulta que convida expressamente os atores interessados a se posicionarem e se manifestarem sobre cada ponto levantado; no Canadá, geralmente são documentos de caráter mais preliminar. De qualquer modo, divulgado antes ou depois da determinação formal do compromisso público por parte do governo com relação ao tema em pauta e com variações de formato em cada país e para cada tipo de matéria, o *green paper* funciona como propulsor do processo de discussão pública, geralmente tendo como objetivo a evolução rumo a ações concretas fundadas na repercussão das ideias na sociedade e no seu refinamento a partir do diálogo.

Inspirada nessa tradição e levando em plena consideração a necessidade de reunir atores de todos os setores em torno da proposta da Economia Verde, a Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo convida a sociedade paulista a refletir sobre os rumos do Estado no contexto global.



RUBENS CHIRI/BANCO DE IMAGENS DE SP

i Mais informações disponíveis em <http://www.unep.org/greeneconomy/>. Acesso em nov/2009.

## Referências

- 1 BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS. *Percent Change From Preceding Period in Real Gross Domestic Product*. Disponível em <http://www.bea.gov>. Acesso em set/2009.
- 2 BUREAU OF LABOR STATISTICS. *The Employment Situation – August 2009*. Disponível em <http://www.bls.gov/cls>. Acesso em set/2009.
- 3 BUREAU OF LABOR STATISTICS. *The Employment Situation – August 2009*. Disponível em <http://www.bls.gov/cls>. Acesso em set/2009.
- 4 MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Cadastro Geral de Empregados e Desempregados*. Disponível em <http://www.mte.gov.br>. Acesso em set/2009.
- 5 BARBIER, Edward. *Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal*. UNEP, 2009. Disponível em <http://www.unep.org/greeneconomy/portals/30/docs/GGND-Report-April2009.pdf>. Acesso em dez/2009.
- 6 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]*. Geneva: IPCC, 2007. Disponível em [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). Acesso em dez/2009.
- 7 MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis*. Washington, D.C: Island Press, 2005. Disponível em <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em dez/2009.
- 8 INPE/SOS MATA ATLÂNTICA. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2005-2008 (Relatório Parcial)*. São Paulo: n/d, 2009.
- 9 HM GOVERNMENT. *The UK Low-Carbon Transition Plan: National Strategy for Climate and Energy*. 2009. Disponível em [http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/publications/lc\\_trans\\_plan/lc\\_trans\\_plan.aspx](http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/publications/lc_trans_plan/lc_trans_plan.aspx). Acesso em nov/2009.
- 10 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 32*, de 2006. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_32\\_bill\\_20060927\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_32_bill_20060927_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 11 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 1925*, de 2006. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_1925\\_bill\\_20060926\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_1925_bill_20060926_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 12 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 1560*, de 2007. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_1560\\_bill\\_20071012\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_1560_bill_20071012_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 13 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 1470* de 2007. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_1470\\_bill\\_20071012\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_1470_bill_20071012_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 14 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 236* de 2007. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_236\\_bill\\_20071013\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_236_bill_20071013_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 15 STATE OF CALIFORNIA. *Assembly Bill 118* de 2007. Disponível em [http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab\\_118\\_bill\\_20071014\\_chaptered.pdf](http://www.climatechange.ca.gov/publications/legislation/ab_118_bill_20071014_chaptered.pdf). Acesso em set/2009.
- 16 SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Cenários Ambientais 2020*. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/cenarios2020/download.php?file=docFinal.zip>. Acesso em dez/2009.
- 17 SUSTAINABLE DEVELOPMENT COMMISSION. Mais informações podem ser obtidas em <http://www.sd-commission.org.uk>. Acesso em out/2009.
- 18 UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Disponível em <http://www.unep.org/greeneconomy/>. Tradução livre por parte dos autores. Acesso em nov/2009.

# ENERGIAS RENOVÁVEIS

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE)<sup>1</sup>, “energia renovável é a derivada de processos naturais que são repostos constantemente. Incluídos na definição estão eletricidade e calor gerado pelas seguintes fontes de energia renovável: solar, eólica, oceânica, hidrelétrica, biomassa, geotérmica, biocombustíveis e hidrogênio”.

Assim, as energias renováveis estão na centralidade da Economia Verde, uma vez que se trata de um setor com grande possibilidade de expansão e base para o desenvolvimento de outras atividades econômicas, tais como transporte, construção civil, turismo, indústria, entre outros.

Considerando as fontes de energia apontadas pela AIE, neste capítulo será feita uma breve explanação a respeito dos seguintes modais renováveis: biomassa, eólico, solar e hidrelétrico, explorando os motivadores que impulsionam as atividades econômicas, os vetores de mercado (investimentos, mercado de trabalho e tecnologias), o panorama do Estado do São Paulo e as recomendações nessa área.

O reconhecimento internacional a respeito da ocorrência das mudanças climáticas a partir do relatório de 1990 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), bem como a entrada em vigência do Protocolo de Quioto a partir de 2005, fez com que os Estados Nacionais buscassem alternativas tecnológicas a fim de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) sem prejudicar seu desenvolvimento econômico. O Relatório do IPCC de 2007<sup>2</sup> aponta as cinco principais atividades que contribuem para as emissões antropogênicas globais de gases de efeito estufa: energia (25,9%), indústria (19,4%), florestas (17,4%), agricultura (13,5%) e transportes (13,1%).

Painéis solares  
fotovoltaicos.



Portanto, ao seguir as informações disponíveis no relatório do IPCC, conclui-se que é necessário realizar a transição da atual matriz energética mundial para uma matriz de baixo carbono, já que energias renováveis são responsáveis por apenas 13% da oferta primária de energia mundial<sup>3</sup>. Tanto o Brasil como São Paulo apresentam característica inversa, sendo o primeiro caracterizado por cerca de 46% e o segundo por 53% de renovabilidade no consumo.

A partir dessa transição, será possível aumentar a segurança energética, visto que há uma enorme desigualdade entre os países produtores de petróleo e os países consumidores da energia provinda desta fonte. Com as energias renováveis, a geração de energia passa a ser, em grande parte, de origem local, ou ao menos regional, o que diminui as possibilidades de conflito global motivado por questões energéticas.

Como a energia é um elemento essencial para a promoção do desenvolvimento econômico e do bem estar da população, o perfil de geração e consumo acaba por influenciar nas questões de saúde, educação, meio ambiente, perfil da indústria, dinâmica de mercado etc.

As tendências globais para a transição da economia “marrom” para a Economia Verde fazem com que atualmente exista um grande esforço em termos de investimentos privados e de governos nacionais para o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias renováveis (considerando as potencialidades naturais de cada país), instalação de plantas geradoras e elaboração de políticas públicas visando à criação de condições favoráveis para o desenvolvimento e consolidação dessas formas de energia. Esse movimento busca desestimular a utilização de combustíveis fósseis para fins energéticos.

Com a Conferência das Partes e a Conferência-Quadro sobre Mudanças Climáticas das Nações Unidas – UNFCCC, o Brasil, na condição de signatário do Protocolo de Quioto, passa por uma discussão de caráter nacional, a fim de definir se o país deverá ou não assumir metas de redução de gases de efeito estufa, na provável negociação de um novo protocolo, ressaltando-se a postura vanguardista do Governo do Estado de São Paulo, que já as estabeleceu.

Nesse debate existem duas linhas de argumento: a desenvolvimentista do século XX e a desenvolvimentista do século XXI, aquela conservadora, esta progressista. O argumento da primeira define que assumir tal compromisso de redução

de emissões de gases de efeito estufa fará com que haja uma redução dos índices de crescimento do país, em virtude da adaptação necessária e do desvio de divisas do governo para este fim. Por outro lado, a segunda linha defende que assumir metas de redução de emissões de GEE faria com que o Brasil realizasse a transição para uma economia de baixo carbono, respeitando suas peculiaridades, permitindo melhoria da qualidade de vida da população, além da abertura de novos mercados com viés ambiental.

Porém, a descoberta de reservas de petróleo e gás natural na camada do Pré-Sal na costa brasileira coloca em xeque o perfil de produção de energia, bem como o seu consumo, uma vez que o aumento de oferta de recursos de origem fóssil pode causar a redução de preços do mercado internacional e fazer com que haja um aumento do seu consumo. O Brasil tem a oportunidade de regular a matéria e permitir que outros mercados voltados para energias renováveis, como energia eólica e solar, além da biomassa (já consolidada no Brasil), se desenvolvam, criando empregos, renda e melhorando a qualidade de vida da população brasileira como um todo.

No Estado de São Paulo, a motivação para investimento no mercado de energias renováveis, uma vez que este já representa mais de 53% do consumo, corresponde não apenas à necessidade de atender ao crescimento marginal da demanda, consoante às metas de redução, como também ao estímulo para atração de investimentos e consequente geração de emprego e renda. O Estado de São Paulo possui infraestrutura e condições favoráveis ao mercado, com disponibilidade de mão-de-obra e predisposição dos consumidores em realizar mudanças qualitativas em seu comportamento, permitindo que o mercado renovável se expanda com diversificação de *portfolio*, aumento da segurança energética e redução de emissões de GEE.

## Motivadores

A redução da dependência de carbono por parte da economia global é vista como um meio para atingir dois objetivos globais: segurança energética e mudanças climáticas<sup>4</sup>.

## Segurança energética

A segurança energética está ligada ao perfil de geração e consumo. A redução da dependência de



importação de energia para consumo pelos países está alinhada com a substituição da utilização de energias não renováveis por renováveis de forma gradativa, além de possibilitar o desenvolvimento de novas tecnologias.

Pela importância da segurança energética, tratar do tema somente da perspectiva de oferta e demanda não é suficiente, sendo necessária a inclusão da eficiência energética. A questão da eficiência energética na construção civil, na indústria e nos transportes também está inserida na agenda, sendo que diversos países têm feito esforços no sentido de elaborar um conjunto normativo adequado à questão.

A implementação de políticas para conservação e eficiência energética, o aumento de opções de oferta de energia limpa, a precificação do carbono, além de outros instrumentos, podem ser utilizados em grandes economias de mercado emergentes para fazer a transição para uma economia de baixo carbono.

## Mudanças climáticas

A energia renovável tem um papel central nos esforços para mitigação e adaptação às mudanças climáticas, já que a energia responde por 25,9% das emissões antropogênicas setoriais de GEE, enquanto 56,6% destas emissões<sup>i</sup> são devido à queima de combustíveis fósseis<sup>5</sup>.

A partir desse dado, o tema energia foi inserido na agenda dos estados nacionais como prioritário para atingir as metas de redução de emissões estabelecidas conforme o Protocolo de Quioto, de forma que os planos de ação dos países integrantes do Anexo I do referido protocolo determinam metas para a descarbonização das matrizes energéticas nacionais.

Com o agravamento das mudanças climáticas, calcula-se, para 2100, um aumento de temperatura entre 1,5°C até 4,8°C, sendo que a pouca elevação depende da alocação de tecnologias de baixo carbono e da adoção de medidas de eficiência energética.

Para fazer essa transição, são necessárias melhorias nos mecanismos de *cap-and-trade* para redução de GEE, acompanhadas de investimentos significativos em eficiência energética, oferta de energia renovável e uso controlado de combustíveis fósseis nos próximos dois anos<sup>6</sup>.

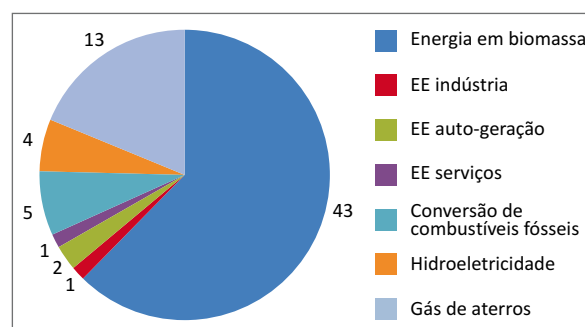
Os créditos de carbono, considerando seu valor de transação, subiram 87% em 2008, no mercado global, atingindo o total de US\$ 120 bilhões, sendo que os mercados mais líquidos são o *European Union Greenhouse Gas Emission Trading System (EU-ETS)* e o *Kyoto Compliance Market*. A valorização do mercado pode ser observada pelo preço médio de comercialização de US\$ 25/tCO<sub>2</sub>eq<sup>7</sup> das *European Union Emissions Allowances (EUAs)* em 2008.

A *New Energy Finance Futures 2009* mostra que o pico de emissões globais para 2020 pode ser atingido. São analisados alguns cenários e, no mais crítico, as emissões provenientes da infraestrutura energética atingirão 30,8 Gt de CO<sub>2</sub> eq em 2019. Para atingir o alvo, os investimentos anuais deveriam aumentar para US\$ 500 bilhões até 2020. Entre 2006 e 2030, os investimentos médios anuais seriam de 0,44% do PIB.

Considerando o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), é possível verificar que 60,24% dos projetos registrados na plataforma da UNFCCC são sobre energia, promovendo a redução de emissões de GEE a partir de ações como: instalação de incineradores com recuperação energética, mudança de combustíveis, redução de perdas de transmissão e captura de emissões de metano, instalação de fazendas para geração de energia solar e eólica etc.

No Brasil, há um total de 410 projetos de MDL autorizados para recebimento de créditos de carbono até 2012, sendo que 95 deles estão localizados no Estado de São Paulo. Deste total, 69<sup>ii</sup> são relacionados a energia<sup>8</sup>.

## Projetos de MDL em energia no Estado de São Paulo



Fonte: RISØ CENTRE, 2009.

i Considera-se as emissões totais de GEE conforme a atividade humana, e não as emissões de GEE setoriais em CO<sub>2</sub>eq.

ii EE – eficiência energética.



Transporte de aerogeradores para fazenda eólica *offshore*.

Ainda é possível fazer um pequeno exercício no que diz respeito à receita gerada a partir dos Certificados de Redução de Emissões (CERs). Se a análise dos projetos de MDL registrados em energia para o Estado de São Paulo<sup>i</sup> for realizada, verificar-se-á uma redução total de 852.115 tCO<sub>2</sub>eq/ano. Se for considerado que 1 tCO<sub>2</sub>eq corresponde a 1 CER, podem ser emitidos 852.115 CERs por ano. A cotação média do CER no *spot market* da *European Climate Exchange* para o mês de setembro de 2009 foi de € 12,15, o que geraria uma receita para esses projetos de € 10.353.197,25 ou aproximadamente R\$ 27 milhões.

Com relação às informações referentes ao mercado de carbono e às mudanças climáticas na questão de energia para o Estado de São Paulo, os dados ainda são recentes ou passam por um processo de construção, como é o caso do Inventário Estadual de Emissões, que tem previsão de completude para o ano de 2010. No Balanço Energético do Estado de São Paulo (BEESP)<sup>9</sup> constam as estimativas de emissões de CO<sub>2</sub> derivadas do consumo energético em cada setor:

#### Emissões de CO<sub>2</sub> derivadas do consumo energético do Estado de São Paulo

EMIÇÃO DE CO <sub>2</sub> POR SETORES (2007)	10 <sup>6</sup> t/ANO
1. Transportes	32,61
2. Indústria	24,56
3. Residencial	4,28
4. Agropecuário	2,67
5. Setor energético	2,15
6. Comercial	0,85
7. Público	0,42
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>67,54 x 10<sup>6</sup>t/ANO</b>
Emissão CO <sub>2</sub> /hab	1,637 tCO <sub>2</sub> /hab
Emissão CO <sub>2</sub> /PIB	0,084 KgCO <sub>2</sub> /R\$

Fonte: BEESP, 2008.

Com base nos dados do BEESP 2008, conclui-se que o setor energético contribui para as emissões de CO<sub>2</sub>, ocupando o quinto lugar quando elaborado o *ranking* por setores produtivos. Apesar de relacionados ao perfil de consumo energético, os setores de transporte e indústria são responsáveis por 85% do total de emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas a energia no Estado de São Paulo.

<sup>i</sup> Projetos registrados entre 22 de janeiro de 2006 e 27 de agosto de 2009.

## Mercado em energias renováveis

### Geração de emprego

O mercado de energias renováveis vem crescendo de forma consistente nos últimos anos, a partir do grande volume de investimentos públicos e privados aportados neste setor. É um mercado que demanda mão-de-obra regional, muito em função da modalidade de bioenergia representada pelo setor canavieiro, que passa por transformação desde 2007, com a mecanização sistêmica, empregando profissionais com qualificações diferenciadas em todos os elos da cadeia.

São empregos na agricultura, institutos de pesquisa, plantas de produção de equipamentos, logística, universidades e consultorias em todos os níveis de qualificação, que somam esforços na consolidação do mercado internacional e também nacional.

Dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT)<sup>10</sup> apontam que os combustíveis fósseis geram menos empregos que a indústria de energias renováveis atualmente. Essas duas organizações, em conjunto com o *Worldwatch Institute*, estimam que haverá um crescimento neste mercado para US\$ 630 bilhões até 2030, e se esta projeção for concretizada, serão gerados ao menos 20 milhões de empregos diretos e indiretos, com 2 milhões no mercado de energia eólica e 6 milhões em energia solar.

### Empregabilidade global no setor de energias renováveis<sup>11</sup>

ENERGIA RENOVÁVEL	EMPREGOS (ESTIMATIVA)
Eólica	300.000
Solar térmica	624.000
Solar fotovoltaica	170.000
Biomassa	1.174.000
Geotérmica	25.000
Biocombustíveis	500.000
Hidrelétricas	39.000
Total	2.832.000

Fonte: Adaptado de UNEP, 2009.

### Investimentos

O mercado internacional de energias renováveis cresceu desde 2002 em taxas superiores a 25% ao

ano, sendo que o ano de 2008, devido à crise financeira internacional, foi uma exceção a essa tendência, apresentando crescimento de apenas 5% em comparação a 2007.

Mesmo com a crise, o ano de 2008 foi um marco no mercado internacional de energia, já que os investimentos em tecnologias de combustíveis fósseis (aproximadamente US\$ 110 bilhões) foram superados pelos investimentos em novas capacidades a partir de tecnologias de energias renováveis (aproximadamente US\$ 140 bilhões), totalizando US\$ 155 bilhões em investimentos no mercado internacional de renováveis<sup>12</sup>.

No mesmo ano, havia 70 grandes manufaturas de turbinas eólicas no mundo e mais de 450 fabricantes de painéis fotovoltaicos. O Brasil atraiu US\$ 10,8 bilhões (7% a mais que em 2007), sendo o líder da América Latina. Dentre os responsáveis por esse crescimento, num primeiro momento, estavam os altíssimos preços praticados no mercado internacional de óleo bruto, viabilizando a pesquisa e desenvolvimento em biocombustíveis, com consequente incremento da participação de veículos bicompostíveis na matriz de transportes, praticamente invertendo-se o perfil com a predominância absoluta dessa nova geração de veículos. Neste cenário, o Brasil se tornou exportador da tecnologia *flexfuel*.

Como exemplo, ao setor de energias renováveis na China corresponde o valor de aproximadamente US\$ 17 bilhões, com quase 1 milhão de empregos, incluindo 600 mil em solar térmica, 266 mil em biomassa, 55 mil em solar fotovoltaica (PV) e 22 mil em eólica<sup>13</sup>.

Os principais investimentos são feitos pelo setor privado, seguido pelo setor público. É notável que os governos exercem papel fundamental na atração de investimentos ao reduzir as incertezas dos investidores e garantir o mercado de energias renováveis no longo prazo, com regulamentações a respeito da matéria.

Nesse sentido, os países se mobilizaram no lançamento de pacotes de políticas públicas e incentivos fiscais para garantir o mercado e atrair investimentos, chamados de *green stimulus package*, a partir da crise financeira internacional em 2008. Organizações internacionais recomendam que nos próximos 2 anos seja investido ao menos 1% do PIB em energias renováveis e eficiência energética, o que corresponderia, para o Estado de São Paulo, a R\$ 8 bilhões<sup>14</sup>.

## Programas governamentais de investimento em energias renováveis

PAÍS	PROGRAMA	INVESTIMENTO (EM US\$)	EMPREGOS
EUA	“Programa de Recuperação Verde” com investimentos em eficiência energética e estratégias de energia limpa.	100 bilhões	2 milhões em 2 anos
COREIA DO SUL	Fundo de energias renováveis para atrair investimento privado em projetos de energia solar, eólica e hidrelétrica.	72,2 milhões	3,5 milhões até 2018
REINO UNIDO	Programa de Energias Renováveis	146 bilhões	160 mil entre 2008 e 2020

Fonte: Adaptado de BARBIER, 2009.

Alguns países elaboraram políticas em energias renováveis, como, por exemplo, a África do Sul, que produziu o *White Paper on Renewable Energy* em 2003, com o objetivo de remover as barreiras e promover as energias renováveis. No caso do Brasil, foi lançado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) em 2002, que tem como base o preço garantido de compra, certificados de comercialização e financiamento de terceiros para energia eólica na costa, bioenergia e hidroeletricidade, porém, não foram atingidos resultados expressivos, muito em função da política de desenvolvimento adotada pelo atual governo.

Sobre investimentos, existem várias opções de fundos internacionais, como o *Climate Investment Funds*<sup>i</sup>, o *International Finance Facility* e o *Global Clean Energy Cooperation*.

Novos investimentos globais por tecnologia<sup>15</sup>

ENERGIA RENOVÁVEL	INVESTIMENTOS (US\$ BILHÕES)
Eólica	51,8
Solar	33,5
Biomassa	7,9
Geotérmica	2,2
Biocombustíveis	16,9
Hidrelétricas	3,2
TOTAL	115,8

Fonte: NEW ENERGY FINANCE/UNEP/SEFI, 2009.

## Alternativas tecnológicas

No mercado de energias renováveis, o investimento em pesquisa e desenvolvimento é crucial para a descoberta de novas formas de geração de energia a partir de fontes renováveis, além de melhorar a eficiência das tecnologias já existentes, garantindo a competitividade com o modal não renovável.

Há disponibilidade para geração de energia de forma eficiente a partir de um grande *portfolio* de fontes renováveis, equipamentos e técnicas de produção. As opções tecnológicas para redução da emissão de GEE atualmente disponíveis e as pesquisas em andamento evidenciam a importância dos seguintes pontos:

- Conversão, uso e oferta de eficiência energética;
- Disponibilidade de opções de aplicabilidade em energias renováveis: hidrelétrica, oceânica, biomassa, solar, eólica *onshore* e *offshore*;
- Novas tecnologias para transportes, incluindo células de combustível e veículos híbridos;
- Novas tecnologias para ofertar calor e eletricidade de forma eficiente;
- Novos métodos de armazenamento para hidrogênio e para energia renovável intermitente<sup>16</sup>.

A existência de tecnologias disponíveis no mercado não significa necessariamente a possibilidade de implementação e ampla utilização das mesmas, uma vez que é preciso realizar estudo de viabilidade econômica na região desejada para verificação da realidade e adequação ao *portfolio* disponível de tecnologias. São Paulo, por exemplo, apresenta um grande potencial solar quando comparado com o modal eólico.

i O fundo possui US\$ 6.1 bilhões e é administrado pelo Banco Mundial com dois fundos principais, o *Clean Technology Fund* (CTF) e *Strategic Climate Fund* (SCF).



Tabela comparativa entre desempenho e custo das energias renováveis

ENERGIA	EMISSIONES DE CO <sub>2</sub> NOS ESTÁGIOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA <sup>i</sup> (t/GWh)	POTÊNCIA TÍPICA DA UNIDADE DE GERAÇÃO (kW)	CUSTO DE INVESTIMENTO (US\$/kW)	CUSTO GERAÇÃO (US\$/MWh)	EFICIÊNCIA (%)	POTÊNCIA FINAL DISPONÍVEL (kW)	
						MÍNIMA	MÁXIMA
EÓLICA	7	300 a 2000	700 a 1.200	35 a 120	25 a 45	75	900
SOLAR FOTOVOLTAICA	5	0.05 a 10	4.000 a 9.000	250 a 500	10 a 18	0,005	1,8
BIOMASSA	Nulo	10 a 50.000	500 a 2.500	38 a 78	25 a 35	2,5	17.500
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	10	50 a 1.000	1.000 a 3.000	35 a 102	60 a 85	30	850

Fonte: Adaptado a partir de apresentação do Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL), 2007<sup>17</sup>.

No Brasil, as tecnologias amplamente utilizadas para geração de energia estão na área da biomassa e da hidroeletricidade, as quais representam, conforme pode ser verificado na tabela, as duas fontes com menor custo de investimento e custo de geração. Uma vez dominadas e reconhecidas estas tecnologias, é possível estabelecer um planejamento energético considerando os períodos do ano onde há maior possibilidade de geração de energia por cada fonte, assegurando a manutenção do sistema e protegendo os consumidores do risco de novos “apagões”.

Cada tecnologia possui um conjunto de fortalezas, debilidades, oportunidades e ameaças (análise DOFA) relacionadas, sendo que a aplicação estratégica e a regulamentação pelo Estado têm o poder de aumentar as vantagens quando analisadas comparativamente com fontes não renováveis. Para o Estado de São Paulo, a análise DOFA foi feita para cinco modais energéticos: biomassa, hidroeletricidade, biocombustíveis, energia solar e eólica.

Fazenda *offshore* de energia eólica.



SIEMENS PRESS PICTURE

i Estágios de produção: extração de insumos (quando adequado), construção de plantas de geração e operação.

## Biomassa

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. É considerada como “qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, de origem florestal (madeira), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar) e rejeitos urbanos e industriais”<sup>18</sup>.



CORTESIA UNICA/DIVULGAÇÃO

## Biocombustíveis

Considerando as fontes de energia a partir da biomassa, os biocombustíveis desempenham papel extremamente relevante no Estado de São Paulo. O Protocolo Agroambiental Paulista, criado em 2007, parceria da Secretaria do Meio Ambiente e dos produtores de açúcar e etanol, visa a reduzir os prazos para o término da queima da palha da cana-de-açúcar, dentre outras 10 ações voltadas à preservação do meio ambiente. Pelo menos 90% das usinas paulistas já aderiram ao Protocolo, ou seja, 155 unidades, além de 23 associações de fornecedores de cana.

O biodiesel é um éster de ácidos graxos, com potencial para ser explorado na produção de biodiesel derivado de soja para cultivo a partir da rotação da cana-de-açúcar. A expansão da área de cultivo da cana traz a oportunidade para expansão da área de grãos no Estado, quando é levado em consideração o processo de rotação de culturas<sup>19</sup>.

O etanol pode ser usado como combustível em motores com combustão interna de duas formas: mistura de gasolina e etanol anidro ou como etanol puro, normalmente hidratado. O etanol é um combustível que libera montantes significativos de calor quando queimado. A principal diferença quando comparado com os combustíveis fósseis é o alto conteúdo de oxigênio, que representa 35% da massa do etanol<sup>20</sup>.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanco de CO<sub>2</sub> nulo</li> <li>Desenvolvimento regional</li> <li>Redução do êxodo rural</li> <li>Renovabilidade</li> <li>Autogeração</li> <li>Utilização em pequena e larga escala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispersão de matéria prima</li> <li>Pulverização do consumo</li> <li>Associação ao desflorestamento e desertificação</li> <li>Redução da biodiversidade</li> <li>Sazonalidade de produção</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de empregos</li> <li>Aumento do consumo</li> <li>Qualidade de vida</li> <li>Fortalecimento da indústria local</li> <li>Inclusão social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preço do energético</li> <li>Falta de capital para investimento</li> <li>Falta de regulamentação do Estado</li> </ul>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanco de CO<sub>2</sub> nulo</li> <li>Desenvolvimento regional</li> <li>Redução do êxodo rural</li> <li>Renovabilidade</li> <li>Redução de emissão de gases poluentes</li> <li>Redução da dependência do uso de combustíveis fósseis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulverização do consumo</li> <li>Associação ao desflorestamento e desertificação</li> <li>Redução da biodiversidade</li> <li>Sazonalidade da produção</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Adoção de metas para inserção de etanol na matriz de transportes de países</li> <li>Geração de emprego e renda</li> <li>Inclusão social</li> <li>Investimentos em P&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preço do petróleo</li> <li>Falta de planejamento energético do Estado</li> <li>Aumento da oferta de combustíveis fósseis</li> <li>Imagem de tecnologia de transição</li> </ul>

### Hidroeletricidade

A geração de energia hidrelétrica é dada pela passagem dos fluxos d'água em turbinas de geração de energia. Desde sua utilização, a evolução tecnológica se deu no sentido de aumentar a eficiência durante a geração.



CORTESIA AES TIETÊ

### Energia solar

Energia solar é a “obtida por meio da radiação proveniente do sol. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da radiação manifesta-se sob a forma de luz invisível, como raios infravermelhos e ultravioletas. É possível captar essa luz e transformá-la em duas formas de energia para utilização pelo homem: térmica ou elétrica”<sup>21</sup>.



SIEMENS PRESS PICTURE

### Energia eólica

A “energia eólica consiste na energia cinética contida nas massas de ar em movimento (ventos). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas ou aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou de cataventos e moinhos, para trabalhos mecânicos como bombeamento de água”<sup>22</sup>.

#### FORTALEZAS

- Renovabilidade
- Redução do custo do suprimento
- Alto nível de eficiência
- Perenidade

#### DEBILIDADES

- Mudança na flora e fauna locais
- Formação de grandes lagos
- Aumento do nível dos rios
- Alteração do curso d'água após represamento
- Dificuldades no licenciamento

#### OPORTUNIDADES

- Aproveitamento do potencial hidrelétrico do Estado
- Desenvolvimento de tecnologias para geração de energia a partir do oceano

#### AMEAÇAS

- Mudanças climáticas
- Alteração nos níveis de precipitação
- Potencial hidrelétrico instalado está próximo do total

#### FORTALEZAS

- Renovabilidade
- Custo zero do insumo (Sol)
- Não emite gases de efeito estufa na geração de energia
- Diversidade de tecnologias
- Diversidade de aplicações
- Baixo tempo de retorno energético

#### DEBILIDADES

- Insumo para fabricação de equipamentos é cara (*wafer* de silício)
- Sazonalidade
- Emissão de CO<sub>2</sub> na produção de equipamentos

#### OPORTUNIDADES

- Capital internacional disponível para investimentos
- Tecnologia em processo de amadurecimento
- Amadurecimento do mercado de silício

#### AMEAÇAS

- Falta de regulamentação do Governo Federal
- Falta de incentivo nos leilões de energia

#### FORTALEZAS

- Renovabilidade
- Perenidade
- Disponibilidade
- Custo zero do insumo
- Não emite gases de efeito estufa na geração de energia

#### DEBILIDADES

- Alto custo de investimento
- Impacto visual
- Geração de ruído
- Interferência eletromagnética

#### OPORTUNIDADES

- Capital internacional disponível para investimentos
- Mão-de-obra qualificada
- Tecnologia madura

#### AMEAÇA

- Falta de incentivo nos leilões de energia

A seguir, encontra-se o levantamento feito por organismos internacionais a respeito dos estágios tecnológicos em energias renováveis no mundo e suas diversas possibilidades de aplicação. Vale ressaltar que o desenvolvimento tecnológico corresponde a um processo constante

de aprimoramento na eficiência, ampliação de aplicabilidades e redução de custos de produção de equipamentos e do processo de geração de energia, portanto, as informações levantadas no ano de 2000 podem necessitar de alguma atualização pontual.

### Categorias de tecnologias de conversão para energias renováveis

TECNOLOGIA	PRODUTO ENERGÉTICO	APLICAÇÃO
<b>BIOMASSA</b>		
Combustão (escala doméstica)	Calor (cozinhar, aquecimento local)	Amplamente aplicada; tecnologia aprimorada; disponível
Combustão (escala industrial)	Calor processado, vapor, eletricidade	Amplamente aplicada; potencial para melhorias
Gaseificação/ produção de energia	Eletricidade/calor (CHP)	Fase de demonstração
Gaseificação/ produção de combustíveis	Hidrocarbonetos, metanol, H <sub>2</sub>	Fase de desenvolvimento
Hidrólise e fermentação	Etanol	Comercialmente aplicada para açúcar e amido; produção a partir da madeira em desenvolvimento
Pirólise/produção de combustíveis líquidos	Bio-óleos	Fase piloto; algumas barreiras técnicas
Pirólise/produção de combustíveis sólidos	Carvão	Amplamente aplicada; ampla variedade de eficiências
Extração	Biodiesel	Aplicada
Digestão	Biogás	Comercialmente aplicável
<b>ENERGIA EÓLICA</b>		
Bombeamento de água e carregamento de baterias	Movimento/energia	Pequenos equipamentos eólicos; amplamente aplicada
Turbinas eólicas <i>onshore</i>	Eletricidade	Amplamente e comercialmente aplicada
Turbinas eólicas <i>offshore</i>	Eletricidade	Fase de desenvolvimento e demonstração
<b>ENERGIA SOLAR</b>		
Conversão de energia solar fotovoltaica	Eletricidade	Amplamente aplicada; alto custo; necessidade de mais desenvolvimento
Eletricidade solar térmica	Calor, vapor, eletricidade	Demonstrado; necessidade de mais desenvolvimento
Uso de energia solar de baixas temperaturas	Calor (aquecimento local e de água, cozinhar, secar) e frio	Coletores solares comercialmente aplicados; fornos solares amplamente aplicados em algumas regiões; secagem solar demonstrada e aplicada
Uso de energia solar passiva	Calor, frio, luz e ventilação	Demonstrações e aplicações; sem partes ativas
Fotossíntese artificial	H <sub>2</sub> ou células de hidrogênio enriquecido	Pesquisa fundamental e aplicada
<b>HIDROELETRICIDADE</b>		
Hidroeletricidade	Energia, eletricidade	Comercialmente aplicada; aplicação em pequena e larga escala

Fonte: UNDP *apud* IEA, 2003<sup>23</sup>.



## Panorama da energia no Estado de São Paulo

A matriz energética do Estado de São Paulo possui um perfil de geração renovável, podendo ser considerada exemplo internacional neste ponto. No ano de 2007 foi produzido o total de  $367.072 \times 10^9$  kcal<sup>24</sup>, entre os energéticos gás natural, energia hidráulica, lenha, cana-de-açúcar e outros.

Porém, ao considerar seu perfil de consumo, é possível verificar que ao menos 45% do consumo do Estado são resultado da utilização de fontes não renováveis (derivados de petróleo e gás natural), principalmente em setores como transportes e indústria.

O Estado de São Paulo tem potencial, ainda, para a diversificação de sua matriz energética, com a inserção de outras tecnologias de geração de energia, como a energia solar, que é subaproveitada no Estado.

As melhorias a serem feitas passam por regulamentações criadas tanto pelo Governo Federal como do Estado, a partir de decisões políticas estratégicas que considerem a necessidade de aumento da segurança energética e as mudanças climáticas. Tais ações passam pela conversão da matriz dos transportes de combustíveis fósseis para combustíveis renováveis (etanol e biodiesel) ou eletricidade, pela transferência de parte do transporte coletivo do modal rodoviário

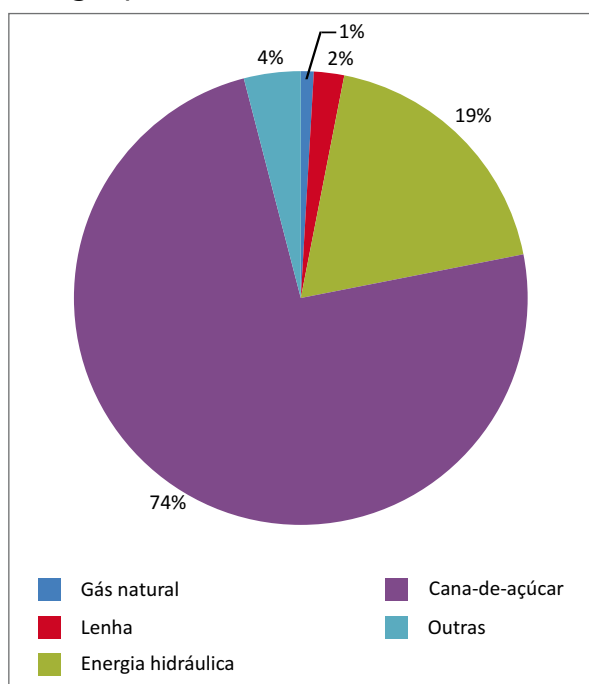
(individual) para ferroviário (trem elétrico e metrô) e pela ampliação da utilização da malha ferroviária, dutoviária e hidroviária no que se refere a cargas. Referidas medidas necessitam de regulamentações estaduais para induzir essas adaptações.

Além disso, a indústria poderia adotar alguns elementos para autogeração de energia solar, eólica ou biomassa, reduzindo a necessidade de consumo elétrico do sistema integrado, majoritariamente hidroelétrico. O governo pode adotar metas setoriais para redução de emissão de gases poluentes e GEE ou oferecer vantagens financeiras aos atores que adotarem boas práticas.

Aos setores agropecuário, residencial, energético, comercial e público, a adoção de medidas para aumento da eficiência energética, com aplicação de energias renováveis e adequação de alguns processos, levaria a melhorias significativas no perfil do consumo de energia. Nesse caso, cabe ao governo incentivar boas práticas no setor e oferecer orientações nessa aplicação.

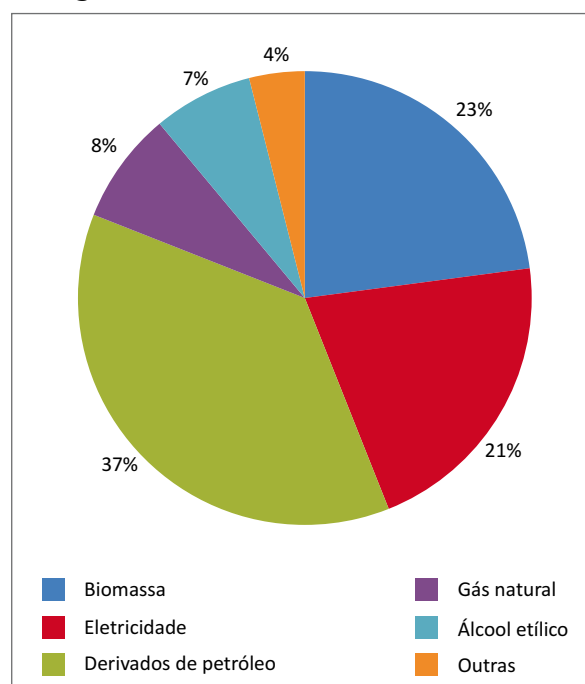
As informações sobre energias renováveis no Estado de São Paulo, as plantas geradoras, as potências outorgadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), bem como um pequeno panorama, estão dispostos a seguir.

Participação da produção de energia primária (2007)



Fonte: BEESP, 2008.

Estrutura do consumo final energético (2007)



Fonte: BEESP, 2008.

## Biomassa

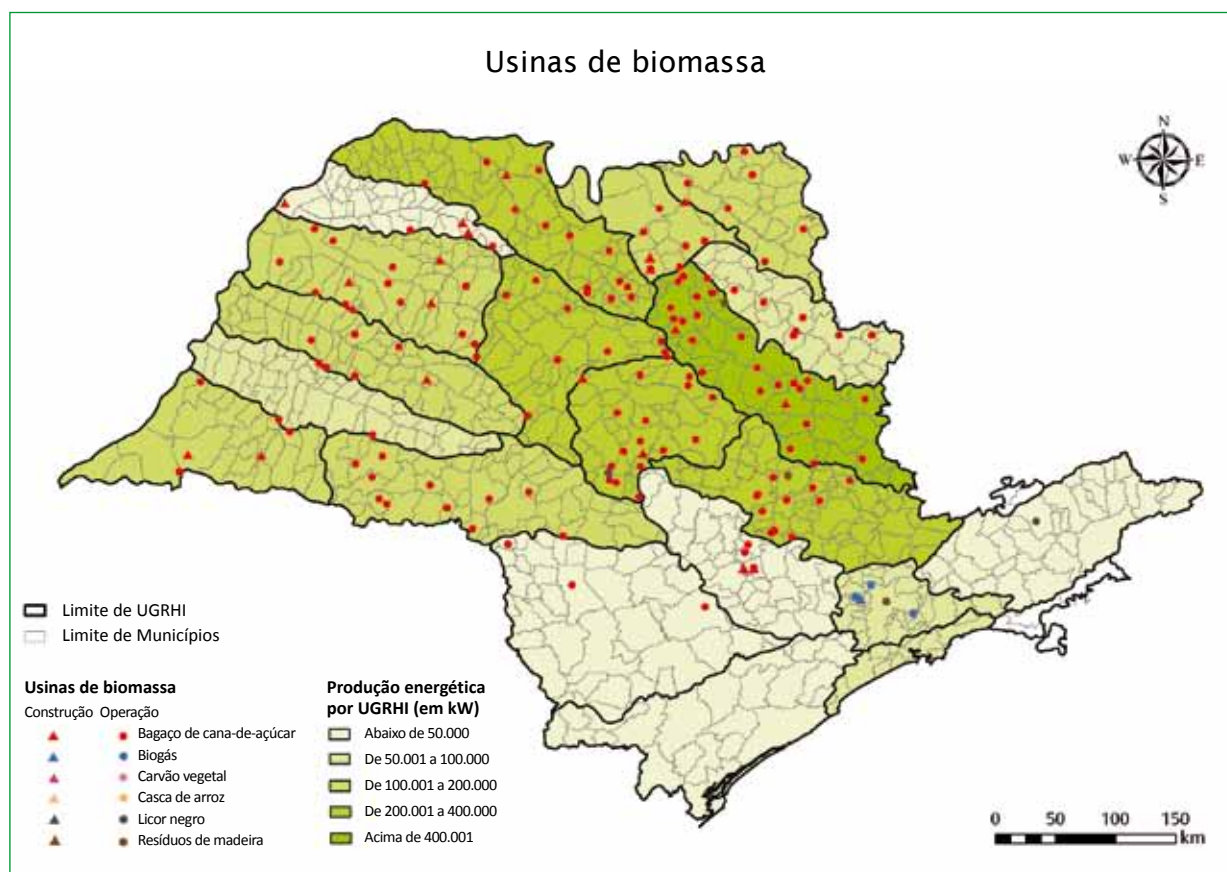
No Estado de São Paulo, a produção de biomassa proveniente do bagaço de cana-de-açúcar corresponde à quase totalidade da potência outorgada. O estímulo internacional ao desenvolvimento de projetos com aplicação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) tem sido importante na multiplicação de atores interessados nessa fonte de energia.

Nos próximos anos, além da biomassa proveniente do bagaço de cana, crescerá em importância a geração de energia a partir do biogás, com aplicação de projetos de MDL voltados para recuperação energética em aterros sanitários.

A empresa brasileira Celulose Irani realizou uma parceria com a EcoSecurities para a construção e operação de uma planta de geração de energia a partir da biomassa, com capacidade instalada de 9.43MW com emissão de créditos de carbono. A instalação da planta reduziu o consumo de energia da rede em 33.271 MWh/ano de 2004-2007. No ciclo de vida do projeto (2004-2025), é esperada redução de emissões de 626.008 tCO<sub>2</sub>eq.

Fonte: WBCSD, 2008<sup>26</sup>.

	POTÊNCIA OUTORGADA (kW) <sup>25</sup>	%
<b>BIOMASSA</b>	<b>4.270.919</b>	<b>100</b>
• Bagaço de cana-de-açúcar	4.117.291	95
• Biogás	47.271	1
• Licor negro	28.900	1
• Resíduos de madeira	77.457	3



Fonte: Atlas de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2009).

### Biocombustíveis

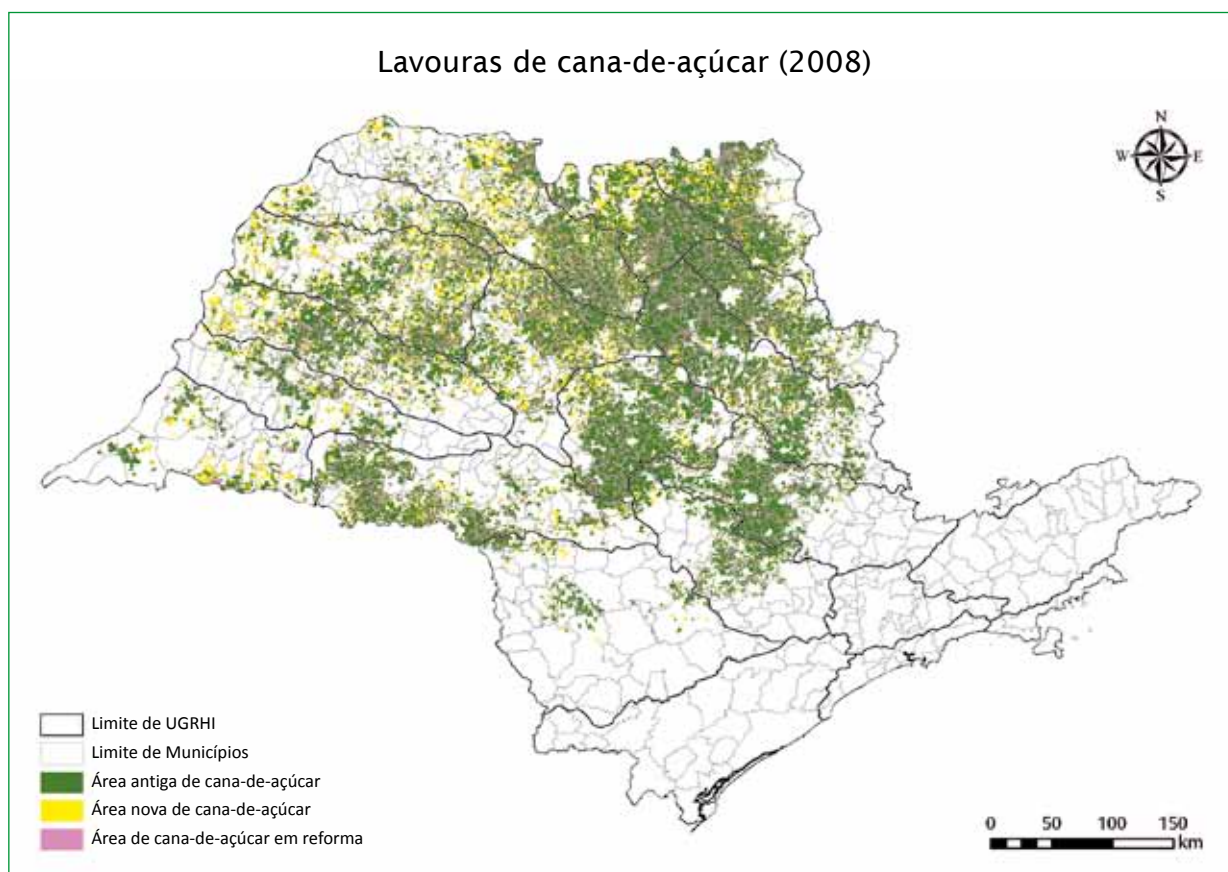
O Estado de São Paulo é líder nacional na produção de bioenergia, respondendo por 16% do biodiesel<sup>27</sup> e 60,8% do etanol<sup>28</sup> produzidos no Brasil.

A integração entre produtores rurais, processadores de alimentos, distribuidores, atacadistas, varejistas e exportadores é particularmente forte. A conexão entre as cadeias confere o poder de rápida assimilação do processo tecnológico que permeia todos os agentes envolvidos no processo. O Estado de São Paulo possui, também, a maior infraestrutura em pesquisa para produção e aplicação de bioenergia do Brasil.

As indústrias de etanol e biodiesel criam empregos na construção de plantas, operação e manutenção, majoritariamente nas comunidades rurais. De acordo com a Associação de Combustíveis Renováveis, a indústria do etanol criou aproximadamente 154.000 empregos nos EUA em 2005, aumentando a renda doméstica em US\$ 5,7 bilhões. A indústria também contribuiu na arrecadação de US\$ 3,5 bilhões em impostos municipais, estaduais e federais.

Fonte: World Watch Institute Center for American Progress, 2006<sup>31</sup>.

	PRODUÇÃO	%
ETANOL (MIL LITROS) <sup>29</sup>	16.722.478	100
• Anidro	6.006.719	36
• Hidratado	10.715.759	64
BIODIESEL (MIL LITROS) <sup>30</sup>		
• B100	185.594	100



Fonte: CANASAT (INPE, CEPEA, CTC, UNICA).

## Hidroeletricidade

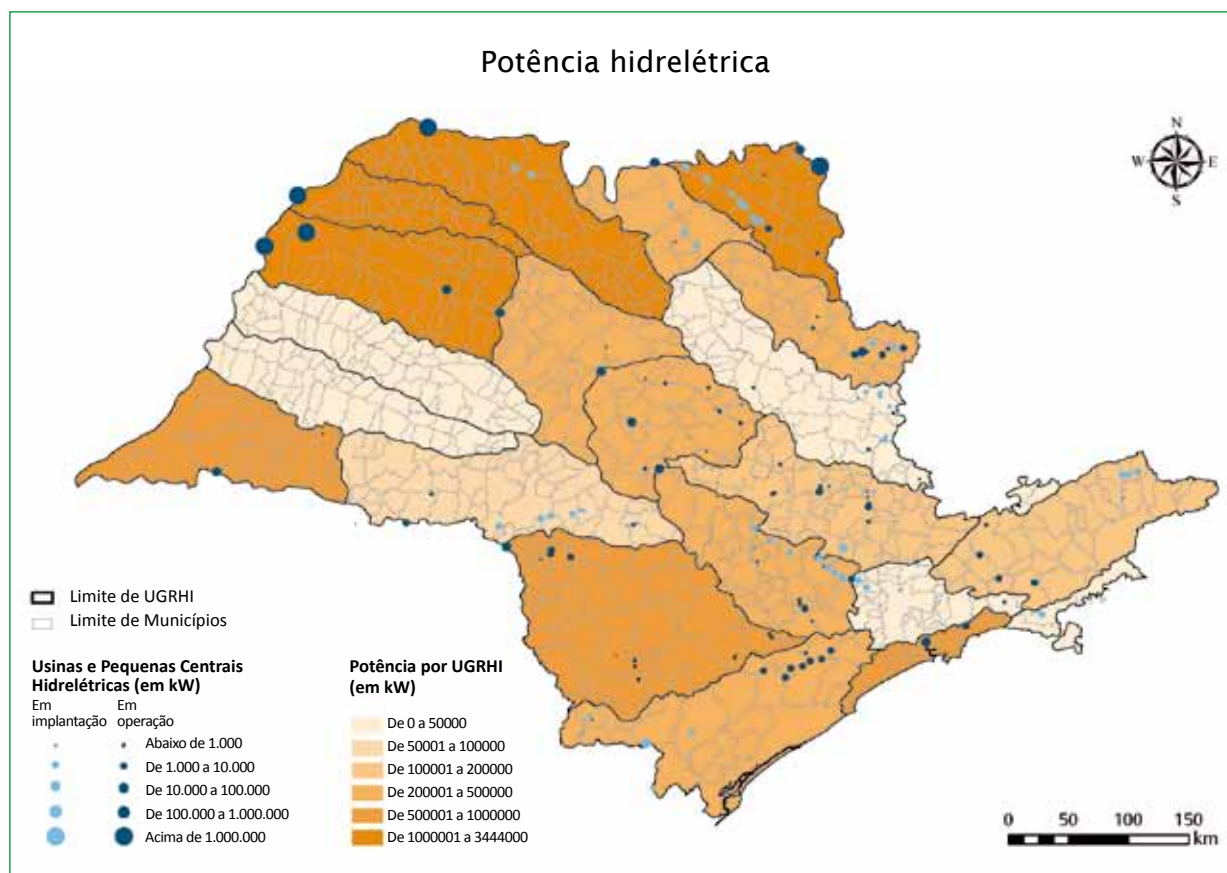
O Estado de São Paulo possui capacidade instalada de 14 MW, com um sistema hidrelétrico composto por 102 unidades em operação, sendo 25 Centrais de Geração de Energia (CGHs), 48 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e 29 Usinas Hidrelétricas de Energia (UHEs), o que corresponde a 18% do total da capacidade instalada no Brasil<sup>32</sup>.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estão em fase de implementação mais 55 hidrelétricas, que adicionarão 882.769 kW de potência no sistema nacional de energia.

Na comunidade de El Salto, em Honduras, o projeto de hidroeletricidade Cuyamapa gera 48,19 GWh/ano, reduzindo a dependência de importação de óleo e as emissões de gases de efeito estufa em 35.660 tCO<sub>2</sub>eq/ano. No total, isto corresponde a 2.500 galões de óleo que não precisam ser importados e a uma economia de US\$ 43 milhões durante o ciclo de vida do projeto.

Fonte: WBCSD, 2008<sup>33</sup>.

	POTÊNCIA OUTORGADA	%
<b>HIDRELÉTRICAS (kW)</b>	<b>14.801,440</b>	<b>100</b>
Centrais de Geração de Energia (CGH)	17.411	0,1
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)	978.029	6,6
Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	13.806.000	93,3



Fonte: Atlas de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2009).



## Energia solar

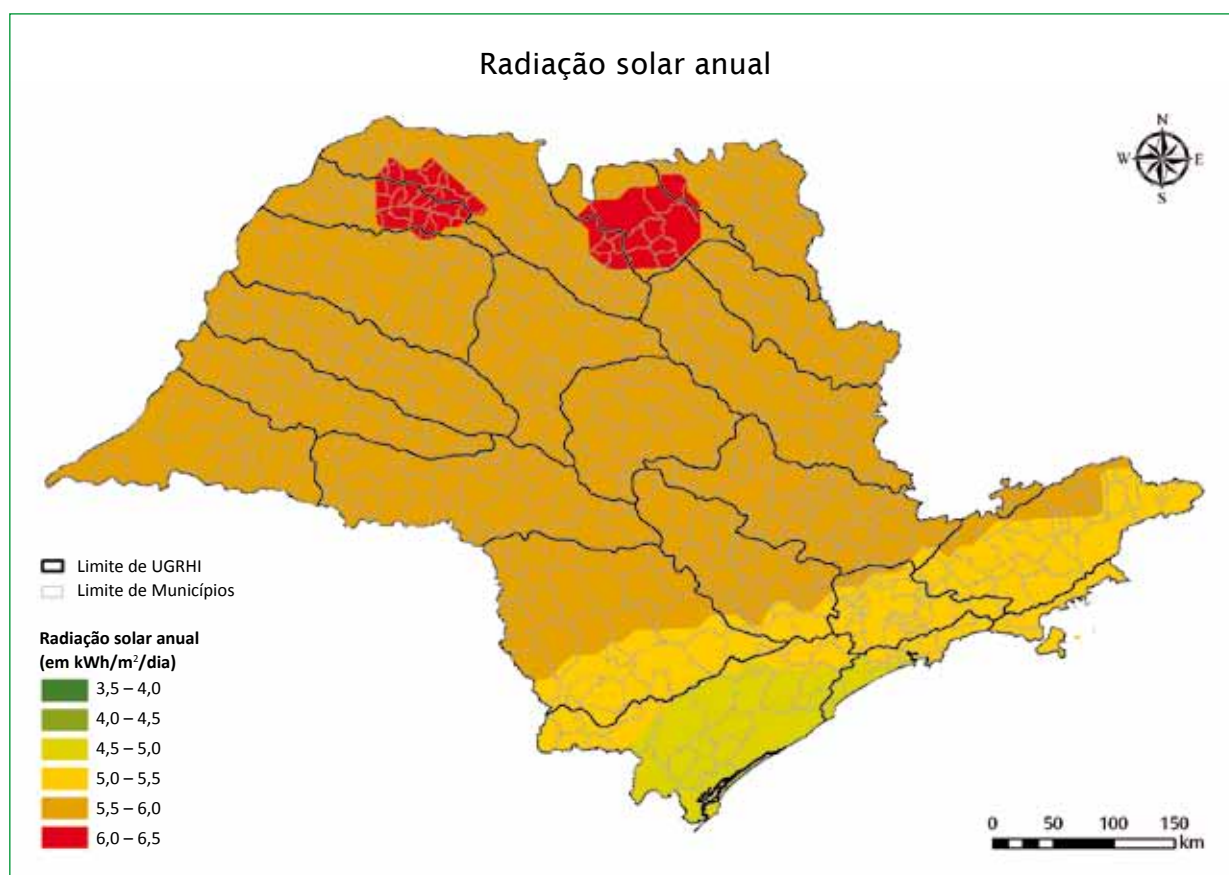
O Estado de São Paulo possui radiação solar de aproximadamente 512 TWh/ano<sup>34</sup>. Trata-se de um enorme potencial a ser explorado, tanto com a multiplicação de painéis solares em residências como com a instalação de fazendas de energia solar.

Atualmente, apesar da ampla possibilidade de aplicação desse tipo de tecnologia, no Estado de São Paulo ela se manifesta de forma tímida, basicamente em aplicações residenciais sem ligação com a rede de transmissão.

O Projeto Municipal de Infraestrutura Solar, desenvolvido pela BP Solar nas Filipinas, utilizou energia solar para suprir as necessidades das comunidades locais não eletrificadas. Este projeto gerou benefícios na área da saúde, educação e governança para mais de 721.140 filipinos em 435 vilas. Um dos maiores contratos de energia solar do mundo custou US\$ 27 milhões. No total, 1.145 pacotes de sistema solar foram instalados.

Fonte: WBCSD, 2008<sup>35</sup>.

	POTENCIAIS SOLARES <sup>i</sup> (TWh/ANO)	%
<b>RADIAÇÃO SOLAR ANUAL</b>	<b>512.047,55</b>	<b>100</b>
4,5 – 5,0 (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	23.717,7	5
5,0 – 5,5 (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	66.816,9	13
5,5 – 6,0 (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	399.076,4	78
6,0 – 6,5 (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	22.436,55	4



Fonte: INPE/LABSOLAR, 2005.

i Cálculo considerando a área total das faixas de radiação solar anual.

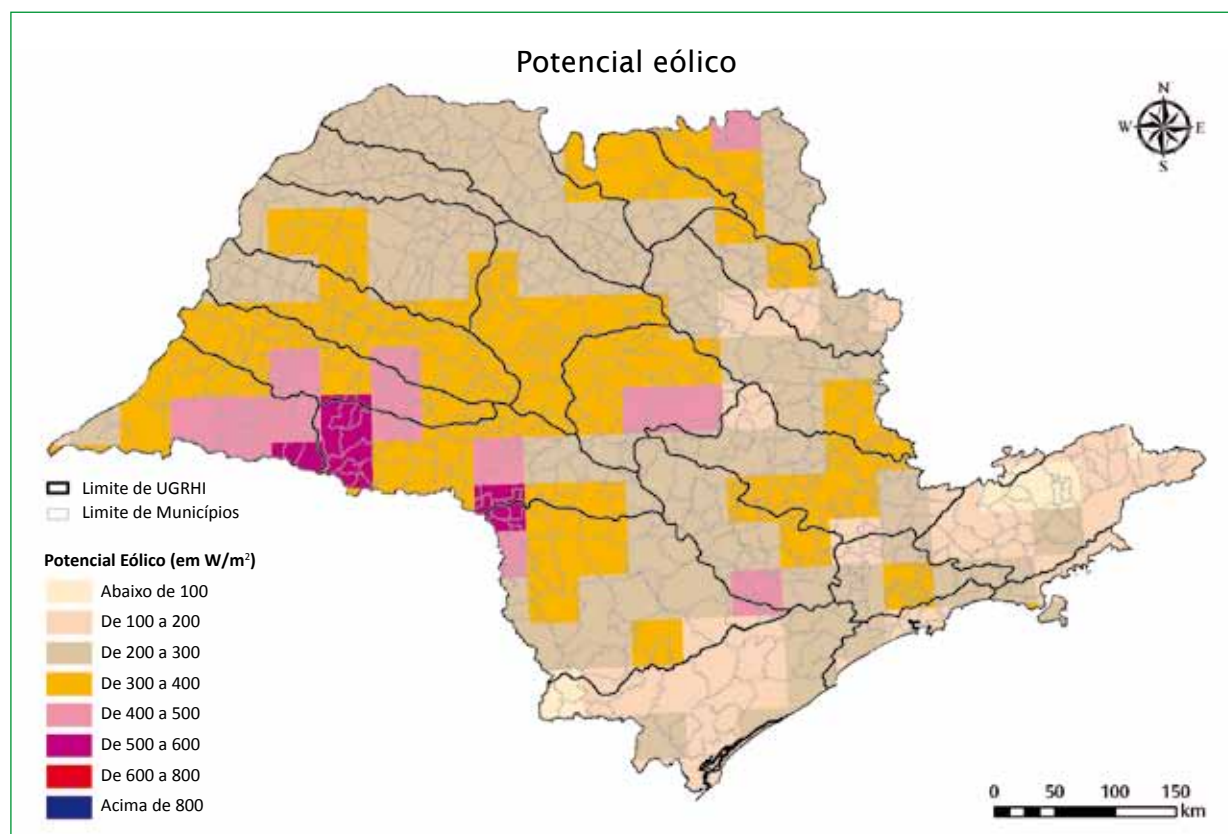
## Energia eólica

No Estado de São Paulo existe a potencialidade de geração de energia a partir do vento de 403,2 GW<sup>36</sup> em todo território, porém, seria necessário melhorar as condições econômicas para tornar viável<sup>i</sup> a instalação de fazendas eólicas no território (considerando os custos dos equipamentos e da geração de energia), uma vez que existem outras energias renováveis com vantagens comparativas sobre a mesma.

	POTENCIAL EÓLICO TOTAL POR CLASSE (GW) <sup>ii</sup>	(%)
0 – 100 W/m <sup>2</sup>	37,0	1
100 – 150 W/m <sup>2</sup>	37,0	3
150 – 200 W/m <sup>2</sup>	68,3	6
200 – 250 W/m <sup>2</sup>	57,8	16
250 – 300 W/m <sup>2</sup>	66,7	29
300 – 400 W/m <sup>2</sup>	69,3	44
400 – 1000 W/m <sup>2</sup>	67,1	1
TOTAL	403,2	100

Na Inglaterra, foi licenciada a maior fazenda eólica *offshore* do mundo, no estuário do rio Tâmesa. A *London Array Windfarm*, a 20 Km na direção de Kent e Essex, deve ser composta por 341 turbinas, ocupando uma área de 230 Km<sup>2</sup>. Este é um projeto de £ 1.5 bilhões e 1.000 MW, e gerará energia para 1/3 das residências de Londres. Se esta mesma grandeza de energia fosse gerada por meios convencionais, resultaria na emissão de 1.9 milhões de tCO<sub>2</sub>/ano.

Fonte: LONDON ARRAY WINDFARM<sup>37</sup>.



Fonte: Programa SWERA (INPE/CEPEL/UFRJ).

- i Estudos mais aprofundados são necessários para comprovação definitiva. O desenvolvimento de novas tecnologias e uma mudança no cenário por influência das variáveis de mercado pode alterar tal status.
- ii Cálculo considerando a área total das classes de potencial eólico.

## Recomendações

### Plano estratégico em energias renováveis

Garantia da consolidação do mercado de energias renováveis por meio de ações governamentais, com incentivos financeiros e marco regulatório (dentro da competência estadual), com vistas a aumentar a segurança do mercado e estabelecer metas setoriais para a renovabilidade da matriz. Essa sinalização permitirá a atração de novos investimentos ao Estado, com a exploração parcimoniosa da camada de Pré-Sal na costa, e assegurará uma boa qualidade de vida para a população do Estado com a redução de emissões de gases poluentes e de efeito estufa, além do aumento da segurança energética.

### Parque tecnológico em energias renováveis

Instalação de um Parque Tecnológico em Energias Renováveis seguindo a mesma lógica da rede de parques tecnológicos no Estado de São Paulo. O objetivo seria diversificar e aumentar a oferta de equipamentos ligados à cadeia produtiva, qualificar a mão-de-obra, gerar empregos e atrair investimentos. O ponto central seria garantir a competitividade do Estado de São Paulo no mercado nacional e internacional, inclusive com desenvolvimento de novas tecnologias.

### Centro de pesquisa avançada em energias renováveis

Criação de um Centro de Pesquisa Avançada em Energias Renováveis, com bolsas de financiamento de pesquisas específicas para a área de capital misto, público e privado, além da articulação com outros centros de pesquisa especializados em energia no Estado. O objetivo é o desenvolvimento de tecnologias na área e melhorias de processos evidenciando um polo de referência em pesquisa e desenvolvimento nesta área, passível de cooperação tecnológica internacional.

### Leilões multicriteriais de energia

Realização de leilões de energia com adoção de uma variedade de critérios com diferentes pesos no momento da oferta. Como sugestão, impactos ambientais (alagamento, desertificação etc.), emissão de gases de efeito estufa, emissão de gases poluentes e renovabilidade poderiam ser alguns critérios a serem considerados no momento do leilão, além do simples preço da energia.

### Documento temático de discussão

Publicação de documento elaborado no início do processo de construção de políticas, com o propósito de suscitar o debate de questões atuais (seguindo a tradição britânica de *green papers*), que contemplasse exclusivamente a questão de energias renováveis no Estado de São Paulo, com diagnóstico do mercado, tecnologias atuais e empregos gerados, identificação de instrumentos legais, impactos ambientais, sociais e econômicos e determinação de temas-chave para discussão.

## Referências

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *Renewable Energy... into the Mainstream*. Disponível em [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/Renew\\_main2003.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/Renew_main2003.pdf). Acesso em set/2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. Geneva: IPCC, 2007. Disponível em [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). Acesso em dez/2009.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *Renewables in Global Energy Supply*. Disponível em [http://www.iea.org/textbase/papers/2006/renewable\\_factsheet.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2006/renewable_factsheet.pdf). Acesso em out/2009.
- BARBIER, Edward. *Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal*. UNEP, 2009. Disponível em <http://www.unep.org/greenconomy/portals/30/docs/GGND-Report-April2009.pdf>. Acesso em set/2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Op. cit.*
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Op. cit.*
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009*. Disponível em [http://sefi.unep.org/fileadmin/media/sefi/docs/publications/UNEP\\_SEFI\\_Global\\_Trends\\_Report\\_2009\\_f.pdf](http://sefi.unep.org/fileadmin/media/sefi/docs/publications/UNEP_SEFI_Global_Trends_Report_2009_f.pdf). Acesso em ago/2009.
- RISØ CENTRE. *CDM project distribution within host countries by region and type*. Disponível em <http://cdmpipeline.org/publications/CDMStatesAndProvinces.xls>. Acesso em set/2009.
- SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Balanco Energético do Estado de São Paulo – 2008 (Ano-Base: 2007)*. Disponível em <http://www.energia.sp.gov.br/beesp2008ab2007.pdf>. Acesso em ago/2009.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. September 2008. Disponível em [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf). Acesso em set/2009.
- UNEP/ILO/WORLDWATCH INSTITUTE, *apud* UNEP, 2009. *Op. Cit.*
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. *Op. Cit.*
- BARBIER, Edward. *Op. Cit.*
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. *PIB trimestral do Estado de São Paulo: Consolidação da variação trimestral em 2005 e comparativo com a evolução do PIB do Brasil*. Disponível em [http://www.seade.gov.br/produtos/pibtrimestral/pib\\_2005.pdf](http://www.seade.gov.br/produtos/pibtrimestral/pib_2005.pdf). Acesso em set/2009.
- NEW ENERGY FINANCE/UNEP/SEFI, *apud* UNEP, 2009. *Op. Cit.*
- TYNDALL CENTRE FOR CLIMATE CHANGE RESEARCH. *The Stern Review on Economics of Climate Change*. Disponível em [http://www.tyndall.ac.uk/media/news/stern\\_review.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/media/news/stern_review.pdf). Acesso em set/2009.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA E CENTRO DE REFERÊNCIA EM ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. *Energias renováveis: contribuição para cenário de baixas emissões*. Disponível em [http://www.cresesb.cepel.br/apresentacoes/200806\\_pucario.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/apresentacoes/200806_pucario.pdf). Acesso em ago/2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil 2009*. Disponível em [http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf). Acesso em ago/2009.
- GOLDEMBERG, José, *et al.* *Bioenergy in the state of São Paulo: present situation, perspectives, barriers and proposals*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES e CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. *Sugarcane-based bioethanol: energy for sustainable development*. Rio de Janeiro. Departamento de Comunicação do BNDES, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Op. Cit.*
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Op. Cit.*
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. *World Energy Assessment, Energy and the Challenge of Sustainability*. New York, 2000 *apud* IEA, 2003. *Op. Cit.*
- SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Op. Cit.*
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Op. Cit.*
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Celulose Irani – Biomass to Electricity: EcoSecurities*. Publicado em 05.05.2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Produção Nacional de Biodiesel Puro – B100*. Disponível em [http://www.anp.gov.br/doc/dados\\_estatisticos/Producao\\_de\\_biodiesel\\_m3.xls](http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Producao_de_biodiesel_m3.xls). Acesso em out/2009.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. *Produção de Etanol do Brasil*. Disponível em <http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoetanol.xls>. Acesso em set/2009.
- UNICA, 2009. *Op. Cit.*
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Op. Cit.*
- WORLD WATCH INSTITUTE CENTER FOR AMERICAN PROGRESS. *American Energy: The Renewable Path to Energy Security*. n/d, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Op. Cit.*
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Cuyamapa Hydroelectric Project: EcoSecurities*. n/d, 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/LABSOLAR. *Brasil-SR Solar Model Annual and Seasonal Latitude Tild Radiation for Brazil*. 2005.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *BP Solar: municipal solar Project*. 2008.
- SWERA PROGRAMME. Disponível em <http://swera.unep.net/>. Acesso em ago/2009.
- LONDON ARRAY WINDFARM. *London Array Project*. Disponível em <http://www.londonarray.com/about/>. Acesso em set/2009.



Num mundo que vive rápidas transformações, a necessidade de se estabelecer estratégias de descarbonização dos sistemas econômicos vem motivando governos a desenvolver e implementar políticas de transição do paradigma industrial da economia tradicional para um modelo pautado pelos princípios da Economia Verde. E neste amplo processo, governos nacionais e regionais líderes na promoção do desenvolvimento sustentável já começam a propor estratégias para direcionar investimentos e atrair capitais para viabilização das chamadas tecnologias verdes, tanto como resposta à recente crise quanto em antecipação ao posicionamento da indústria do futuro. No Estado de São Paulo, a Política Estadual de Mudanças Climáticas<sup>1</sup> menciona expressamente essa temática.

Ainda não há uma definição rigorosa para termos como tecnologia verde ou sustentável, mas a definição de tecnologia ambiental proposta pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (NSTC) dos EUA é bastante funcional e interessante no contexto da Economia Verde. Segundo o NSTC, as tecnologias verdes são aquelas que reduzem riscos humanos e ecológicos, melhoram a custo-eficiência, melhoram a eficiência de processos e criam produtos e processos ambientalmente benéficos ou benignos<sup>2</sup>. Elas evitam problemas ambientais, dão suporte a processos de monitoramento e avaliação, aprimoram a capacidade de controle e/ou permitem uma melhor remediação de danos ao meio ambiente, tendo sempre como característica o fato de promoverem ganhos incrementais de qualidade ambiental com relação aos padrões tecnológicos vigentes. Isto inclui tanto o desenvolvimento e transferência de tecnologias inovadoras quanto o aprimoramento de tecnologias existentes, englobando desde equipamentos para produção de energia limpa, reciclagem de materiais ou controle de poluição até o desenvolvimento de novos processos industriais, inovações na produção mais limpa, paradigmas de design de produtos ou técnicas de recuperação ambiental. Trata-se de um campo dinâmico e multidisciplinar motivado pelos influentes vetores da sustentabilidade e das mudanças climáticas em suas dimensões econômica, social e ambiental.

Esse pilar da Economia Verde envolve o estímulo ao desenvolvimento e fabricação de produtos, serviços e modelos de negócio baseados em tecnologias verdes – um campo novo e altamente intensivo em inovação, que articula conhecimentos, técnicas, métodos, processos, experiências e equipamentos em novas formas de se pensar a indústria e a produção, buscando harmonizar o desenvolvimento econômico com a qualidade ambiental em escalas local, regional, nacional e global.

No contexto do Estado de São Paulo, a agenda de consolidação de tecnologias verdes se apresenta na forma de uma ampla política pública transversal de desenvolvimento sustentável, que visa a transformar o Estado em uma base produtora de bens e serviços ambientalmente desejáveis, voltada ao atendimento de demandas específicas do Estado, do país e de mercados externos. Ela engloba medidas de planejamento, incentivo, articulação, regulação e conscientização, construídas com base em paradigmas cooperativos e de fortalecimento de capital social, em linha com as melhores práticas globais. Seus objetivos são estabelecer empreendimentos e cadeias produtivas de alta capacidade de criação de valor de transformação, aumentar a acessibilidade do setor privado a soluções tecnológicas ambientalmente amigáveis, estimular a inovação e a competitividade no Estado e, indireta mas concretamente, melhorar a qualidade ambiental.

## Produção de células fotovoltaicas para geração de energia elétrica

Células solares fotovoltaicas são dispositivos que convertem luz solar em eletricidade por meio do chamado efeito fotovoltaico. São utilizadas para a fabricação de painéis para produção de energia elétrica limpa, o que pode ser realizado por meio de inúmeras tecnologias com diferentes utilizações, custos de fabricação, custo-eficiências, tempo de retorno financeiro, tempo de retorno energético e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida.

### Comparativo entre tipos de célula solar fotovoltaica

GERAÇÃO	1ª GERAÇÃO	2ª GERAÇÃO	3ª GERAÇÃO
PRODUTOS/TECNOLOGIA	Módulos de silício cristalino <ul style="list-style-type: none"> <li>• silício policristalino</li> <li>• silício monocristalino</li> </ul>	Filmes finos ( <i>thin films</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• silício amorfo</li> <li>• telureto de cádmio (CdTe)</li> <li>• disseleneto de cobre-índio-gálio (CIGS)</li> <li>• células sensibilizadas por corantes</li> </ul>	Filmes finos ( <i>thin films</i> ) aprimorados e outras abordagens tecnológicas <ul style="list-style-type: none"> <li>• células <i>multijunction</i></li> <li>• células sensíveis a outros comprimentos de onda além da luz visível</li> <li>• polímeros orgânicos</li> </ul>
EFICIÊNCIAS <sup>i</sup> MAIS ALTAS CONFIRMADAS <sup>3</sup>	20% – policristalino 25% – monocristalino	19% – CIGS 16% – CdTe 10% – célula sensibilizada por corantes 9% – silício amorfo	32% – <i>multijunction</i> 5% – polímeros orgânicos
EFICIÊNCIA DE PRODUTOS DE MERCADO	14-19%	10-14% – CIGS 10% – CdTe	Produtos disponíveis apenas em mercados restritos; células <i>multijunction</i> com eficiência acima de 30%
MARKET SHARE GLOBAL	>90%	<10%	Mínimo
PRINCIPAIS USOS	Geração de energia elétrica residencial e em escala; lugares afastados	Geração de energia em escala; soluções integradas à construção civil; pequenos veículos elétricos; outros	Poucos usos: satélites, Mars Sojourner (NASA) e outras utilizações de custo e eficiência extremos

Fonte: Elaboração própria.

### Panorama da produção de silício cristalino de grau solar (SiGS)

O silício de grau solar (SiGS – 99,9999% puro) é a principal matéria-prima das células de silício, que representam mais de 90% do mercado global. Após um período de baixa por causa da deficiência da oferta do material, espera-se um amadurecimento que vai derrubar os preços desse tipo de célula em um futuro próximo. Abaixo, alguns destaques sobre o mercado mundial de silício de grau solar e as mudanças esperadas para os próximos anos.

#### Mercado mundial de SiGS

- 2007 – crise de oferta: preço no *spot market* (compra imediata) chegou a US\$ 400/Kg<sup>4</sup>;
- 2009 – recuperação: queda nos preços de 30% a 40%; preços no *spot market* se aproximando do preço de muitos contratos futuros; situação extremamente favorável para empresas com capacidade de investimento e sem posições de preço futuras, e desfavorável para aquelas com posições de preço antigas no mercado de futuros e com capacidade de investimento restrita pela crise<sup>5</sup>;
- Até 2012 – previsão de forte amadurecimento da oferta de SiGS, com o aparecimento de novas tecnologias de refino específicas para este nível de pureza. Expectativa de queda de preços a patamares muito mais atraentes<sup>6</sup>.

i Considerando irradiação de 1000W/m<sup>2</sup> e temperatura de 25°C.

### *Produção a partir de escória de silício de grau eletrônico (SiGE)*

- É o método “tradicional” de produção no mercado. Com o alto preço do SiGE (99,999999% puro) provocado pelo aumento da demanda e da eficiência da indústria eletrônica, que utiliza a mesma matéria-prima para fabricar produtos de maior valor agregado, a escassez se tornou um gargalo para o mercado fotovoltaico mundial. A crise deflagrada no fim de 2008 exacerbou esse efeito;
- O SiGE não é produzido no Brasil e se encontra em alta no mercado internacional, o que até aqui vem inviabilizando a produção de células fotovoltaicas (PV) de silício no país, que não é competitivo nesse mercado.

### *Produção a partir de silício de grau metalúrgico (SiGM)*

- Brasil: 200 mil t/ano de SiGM (99% puro), uma das maiores produções do mundo<sup>7</sup>; São Paulo é o maior produtor nacional<sup>8</sup>;
- Quando a metalurgia é projetada diretamente com a finalidade de produção de SiGS, apresenta diversas vantagens teóricas e reais. É um ramo tecnológico em plena evolução e com oportunidades em aberto, o que mudará em poucos anos o mercado mundial de células fotovoltaicas;
- Matéria-prima: a pureza da jazida de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) determina parte importante da custo-eficiência do processo metalúrgico. São Paulo não tem concessões de lavra para quartzo industrial, mas tem para outras substâncias quartzosas<sup>9</sup>, que possivelmente estão dentro dos padrões necessários para a viabilização econômica do processo metalúrgico; apenas estudos caso a caso poderiam confirmar a viabilidade;
- Brasil (BA, GO, ES) é grande produtor, mas até aqui não na quantidade/qualidade necessária; potencial é considerado enorme<sup>10</sup>.

### *Principais impactos ambientais da produção de células solares: destaques do ciclo de vida*

#### *Emissões de gases de efeito estufa por energia produzida ( $\text{CO}_2\text{eq/energia}$ ) no ciclo de vida*

O modal solar fotovoltaico depende de inúmeros fatores determinantes do desempenho real na ge-

ração de energia (processo, tecnologia, insolação, performance etc.), que definem índices como o tempo de retorno energético (ou seja, tempo necessário para produzir a energia consumida na fabricação dos módulos) e o tempo de retorno de emissões (isto é, o tempo necessário para, com a geração de energia limpa, compensar as emissões da fabricação). Diversos estudos buscaram medir esses índices em diferentes contextos e tecnologias, chegando a resultados distintos, sem refletir os últimos avanços nem os potenciais. A comparação destes resultados é limitada, mas ainda assim reveladora do potencial das células fotovoltaicas, que já superam consistentemente o desempenho médio do Sistema Interligado Nacional.

O gráfico à página seguinte compara o balanço de emissões de gases de efeito estufa de placas solares ao longo de todo seu ciclo de vida, nas condições descritas ao lado, com os dados anuais médios do Sistema Interligado Nacional (SIN) brasileiro, revelando que as placas solares são, em cenários bastante conservadores de insolação para o Estado de São Paulo, bastante vantajosas, mesmo sobre a relativamente limpa matriz brasileira:

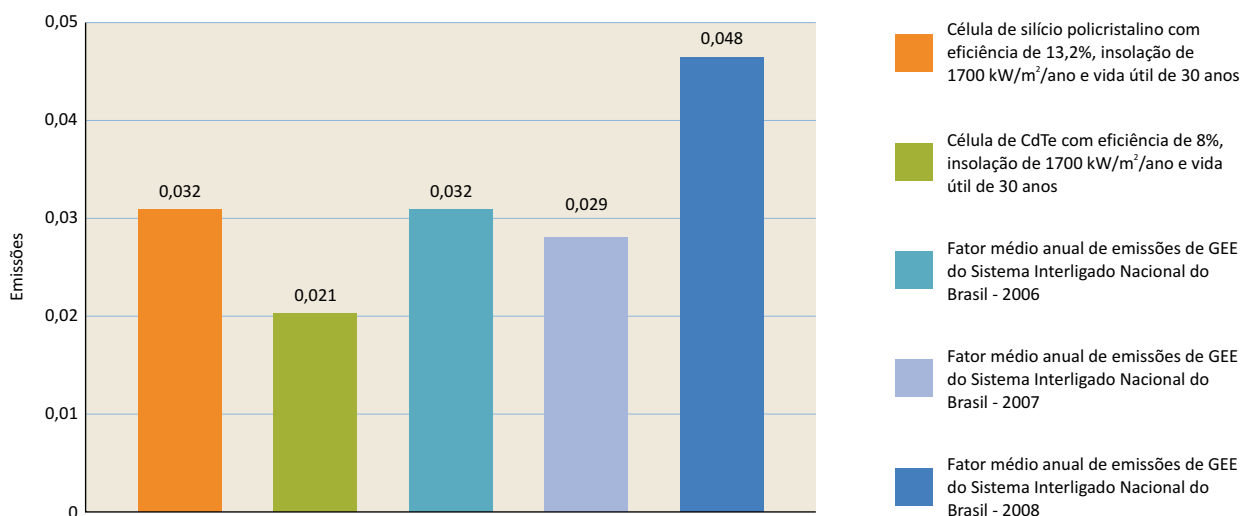
- **Fator de emissões de GEE para a produção de silício metal:**  $5 \text{ tCO}_2\text{eq/tSi}^{11}$ . Apesar de o valor ser considerado alto, o fato de as placas não emitirem GEE durante a operação torna o balanço de gases de efeito estufa da energia solar atraente (v. gráfico à página seguinte). Evidentemente, se a metalurgia do silício for realizada em São Paulo e a placa gerar energia em outro estado, esse balanço será prejudicado na unidade estadual;
- **Avanços tecnológicos:** a expectativa é a de que aprimorem ainda mais o desempenho do balanço de emissões ao longo do ciclo de vida das células fotovoltaicas, tornando-o consistentemente mais vantajoso do que a média anual do Sistema Interligado Nacional.

### *Tempo de retorno energético*

*Energy payback time* (quanto tempo leva para um dispositivo gerar a energia consumida em sua fabricação) – varia de acordo com tecnologia, insolação e performance:

- 1,7 a 2,7 anos para células de silício (ribbon, mono e policristalino) e insolação de  $1700 \text{ kW/m}^2/\text{ano}^{12}$ ;
- 2,8 a 4,6 anos para as mesmas células de silício (ribbon, mono e policristalino) e insolação de  $1000 \text{ kW/m}^2/\text{ano}^{13}$ ;
- 1,5 ano para células do tipo CIGS produzidas no Brasil<sup>14</sup>.

## Emissões de gases de efeito estufa no ciclo de vida de módulos solares fotovoltaicos, em comparação com o sistema interligado nacional (em tCO<sub>2</sub>eq/MWh)



Fontes: FTHENAKIS, S & ALSEMA, 2004; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA<sup>15</sup>.

### Outros impactos ambientais críticos no ciclo de vida

- Tetracloroeto de silício (SiCl<sub>4</sub> – subproduto altamente tóxico da purificação do silício). Para produzir uma tonelada de silício policristalino, produz-se, no mínimo, 4 toneladas de SiCl<sub>4</sub>. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente realizou uma pesquisa entre produtores chineses e constatou a enorme diferença entre o custo da tonelada de silício com gestão ambiental eficiente da substância (reciclagem) ou simplesmente com descarte ou armazenamento em tambores: com boa gestão, a produção da tonelada de silício chega a custar US\$ 84 mil, sendo que, na prática, é produzida por valores entre US\$ 21 a 56 mil<sup>16</sup>. O estudo revela o dilema da gestão desse resíduo, mostrando uma clara situação de escolha entre custo imediato ou inferior qualidade ambiental.

### Outras tecnologias

- **Tecnologias de segunda geração (filmes finos de CIGS/CdTe):** em princípio, são menos eficientes que as células de silício na conversão da energia solar, mas têm a vantagem de depender muito menos dos saturados mercados de silício, o que aumentou sua atratividade nos últimos anos. Dependem menos, também, da metalurgia do material, intensiva em energia, tornando atrativo seu tempo de retorno energético de até 1,5 ano (para células CIGS dis-

poníveis no mercado<sup>17</sup>). Também funcionam relativamente melhor em condições de menor insolação;

- A principal diferença está no fato de que, de modo geral, os mercados das tecnologias de segunda geração são orientados-a-produto (e não orientados-a-fonte-energética, como os da primeira geração), de modo que ocupam nichos de mercado para soluções com outros valores agregados, como por exemplo na Fotovoltaica Integrada a Edifícios (BIPV – *Building-Integrated Photovoltaics*). Muitos outros usos que dependem da sua característica de filme, e não de placa, só podem ser satisfeitos com essas tecnologias; além disso, o desenvolvimento tecnológico está progredindo e há outras possibilidades em processo de desenvolvimento, incluindo filmes transparentes e com outras características desejáveis;
- **Emissões e resíduos no ciclo de vida:** por usar até 100 vezes menos silício cristalino na fabricação, as tecnologias de segunda geração evitam a maior parte dos impactos ambientais ligados à metalurgia do silício, incluindo tanto as emissões de GEE quanto a produção de tetracloroeto de silício; por outro lado, lidam com substâncias altamente tóxicas (compostos de selênio, telúrio, cádmio) e criam problemas potenciais nas etapas de fabricação e de descarte, situação esta em que o controle é mais difícil.



## A instalação de fábricas: investimentos e criação de empregos verdes

- Para fábrica de células de silício cristalino: para 50MW/ano, o investimento médio observado mundialmente é de cerca de US\$ 1,00/W para uma planta de 10-50MW, com expectativa de queda com maior oferta de SiGS<sup>18</sup>. Cria-se, em média, cerca de 300 empregos, entre operacional, armazenamento, fabricação e administrativo, sem contar o efeito multiplicador na cadeia de valor<sup>19</sup>;
- Para fábrica de células de filmes finos: os investimentos são de cerca US\$ 2,00/W ou mais (a depender de fatores de produção), também com expectativa de queda<sup>20</sup>.
- Potencial de empregos verdes diretos na fabricação/MW: 6 (o mais alto em comparação com outras fontes energéticas)<sup>21</sup>. A cadeia da energia solar fotovoltaica é vista como de enorme potencial de criação de empregos verdes.

## Oportunidades

- Setor privado já sinalizou interesse;
- Possibilidade de estabelecimento de *cluster* vertical, com cadeia produtiva concentrada incluindo *wafers*, componentes, sistemas eletrônicos, conversores, inversores<sup>i</sup> etc;
- Possibilidades de desenvolvimento de tecnologias nacionais, adaptadas às condições econômicas e naturais do país e do Estado;
- Estudo em andamento no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, detalha mudanças necessárias para Brasil desenvolver cadeia.

## Papel das políticas públicas

De modo geral, o papel da política pública consiste em atrair setores desejáveis da maneira mais eficiente possível, maximizando o retorno em empregos, renda, tributos e soluções ambientalmente amigáveis, juntamente com um esforço de fomento aos processos de desenvolvimento e aprimoramento tecnológico. No primeiro caso, trata-se de medidas específicas para aumentar a atratividade do setor de painéis solares fotovoltaicos, buscando evitar o modelo de mera concessão de isenções

tributárias diretas e não-cruzadas, e, no segundo, de uma política de inovação e competitividade, visando a estruturar o sistema que vai da pesquisa à fabricação.

Todo o menu das chamadas *cluster policies*<sup>22</sup> – ações voltadas a influenciar positivamente decisões locais empresariais – pode ser utilizado criativamente, incluindo infraestrutura, agregação de capital social na eventual inclusão dessas empresas em Parques Tecnológicos, elementos pró-inovação, políticas do lado da demanda ou políticas voltadas aos mercados de fatores de produção, entre outras ações. Fica evidente o enorme espaço de sinergias com políticas já existentes ou em processo de elaboração no Estado, como por exemplo o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos. O papel do ferramental do planejamento ambiental também se destaca, com a possibilidade de oferecer ao setor alternativas “ambientalmente preferíveis” para decisões locais, agindo positivamente para maximizar a rapidez e a efetividade do processo de licenciamento.

- **Incentivos:** políticas públicas específicas voltadas aos fatores de produção e/ou à demanda, considerando tributos cruzados (isto é, isenções compensadas com aumentos em setores “indesejáveis”), concessão de crédito ao produtor ou comprador, ou estabelecimento de outros instrumentos que atuem no aumento da participação do modal solar fotovoltaico na matriz energética;
- **Articulação:** a articulação de capital social no processo de atração de empresas e cadeias produtivas pode contribuir para a tomada de decisões desejáveis dos pontos de vista econômico, social e ambiental. Nesse caso, um exemplo seria a realização de eventos e mesas de negociação, visando à inclusão de empresas do setor em eventual parque tecnológico de tecnologias verdes, uma possibilidade bastante interessante na economia do conhecimento e que pode contribuir de inúmeras maneiras para a viabilidade das iniciativas produtivas;
- **Produção/compilação de conhecimento:** um dos principais desafios na inclusão das variáveis ambientais em processos de tomada de decisão sobre políticas públicas transversais é a complexidade do conhecimento necessário para o desenho de políticas eficientes. É preciso haver estudos específicos, que ofereçam indicadores referentes à realidade específica do Estado no tocante à relação entre economia e meio ambiente, o que é especialmente verdadeiro para o

<sup>i</sup> Não foi possível determinar a viabilidade da mineração no Estado de São Paulo.

caso do modal solar fotovoltaico, um mercado em transformação e cuja geração energética tem variações diárias, sazonais, anuais e regionais de eficiência;

- **Planejamento ambiental:** o planejamento ambiental tem grande potencial para otimizar o processo de instalação de uma cadeia produtiva, podendo atuar positivamente ao utilizar suas ferramentas para oferecer “alternativas ambientalmente amigáveis”, subsidiando decisões locais durante o processo de planejamento e avaliação de impactos das firmas componentes da cadeia. Atuar conjuntamente aos diferentes setores, da mineração à fábrica, pode facilitar processos de licenciamento e contribuir para garantir eficiência e qualidade ambiental;
- **Regulação:** há diversas matérias específicas a serem reguladas em matéria de energia solar, como por exemplo a questão da alimentação do *grid* integrado com energia sobressalente gerada por sistemas residenciais, incentivada e remunerada em muitos países dotados de *smart grids* por meio das chamadas políticas de *feed-in*. No Brasil, essa matéria é de competência federal e corresponde a uma realidade não imediata, por conta de seus pré-requisitos técnicos, mas é sempre preciso estar próximo aos setores produtivos, de modo a identificar demandas por regulação e contribuir para articular a confecção de políticas públicas nas três esferas.

## Produção de equipamentos e de energia solar térmica

A energia solar térmica é obtida por meio do uso de lentes e refletores que concentram energia solar, produzindo calor. Como o calor pode ser armazenado, essas plantas podem gerar energia elétrica em qualquer período do dia, ao contrário da energia solar fotovoltaica, que precisa ser consumida no momento em que é produzida ou ser armazenada em baterias.

Além da geração de energia elétrica, a energia solar térmica também pode ser usada em outras aplicações, como aquecimento de água para banhos, piscinas, lava-louças e lava-roupas em ambientes domésticos, produção de água quente de processo, vapor de processo e hidrogênio na indústria, além de purificação e tratamento de água<sup>23</sup>. A vantagem da utilização da energia solar térmica em algumas dessas aplicações é a necessidade de coletores menos eficientes que os necessá-

rios para a produção de eletricidade, sendo mais baratos e de fácil instalação. Além disso, a energia solar térmica é intensiva no uso de mão-de-obra.

## Tipos de coletores solares

O principal componente dos sistemas solares térmicos é o coletor solar. O coletor é responsável por absorver a radiação solar, convertê-la em calor e transferir esse calor para algum fluido que passe pelo coletor. Esse fluido, após absorver o calor, é armazenado em tanques de energia térmica. Os coletores solares podem ser agrupados em dois grupos: os não-concentradores, que possuem as mesmas áreas para interceptar e absorver radiação solar, utilizados no aquecimento de água, e os concentradores, que normalmente possuem uma superfície refletora côncava que reflete a radiação em uma superfície de área menor, usados em plantas produtoras de energia elétrica<sup>24</sup>.

A seleção de qual planta deverá ser usada irá determinar a seleção do fluido de transferência, do meio de armazenamento térmico e do ciclo de conversão energético. O fluido de transferência pode ser água, sódio líquido ou nitrato de sal fundido, enquanto o meio de armazenamento térmico pode ser óleo misturado com brita, nitrato de sal fundido ou sódio líquido. O ciclo de conversão energética mais utilizado é o Rankine, embora alguns sistemas mais avançados estejam sendo propostos<sup>25</sup>.

## Panorama mundial de energia solar térmica

Esse tipo de energia vem ganhando escala em vários países do mundo. Nos Estados Unidos, os sistemas elétricos solares térmicos geram energia capaz de suprir as necessidades de 350 mil pessoas e economizam o equivalente a 2,3 milhões de barris de petróleo por ano<sup>26</sup>. Já na União Europeia, juntamente com a Suíça, houve um crescimento de 60% para 3,3 GWh em 2008 em comparação com o ano anterior. Apenas na Alemanha, esse mercado cresceu mais de 120%, chegando a 1,5 GWh. Até mesmo países com esse mercado menos desenvolvido vêm ganhando destaque: na Polônia, esse sistema cresceu 90% e se consolidou como o sétimo maior mercado na Europa<sup>27</sup>.

Segundo projeções recentes, os sistemas concentradores de energia solar CSP (*concentrating solar power*) podem ser responsáveis pela geração de 7% de toda a energia usada no planeta em 2030, atingindo 25% em 2050 nos cenários mais otimistas, e a marca de 8,5% a 11,8% em cenários mais

## Principais tipos de coletores de energia solar térmica

TIPO	CARACTERÍSTICAS
1 – Coletores planos (FPC – <i>flat plate collectors</i> )	É um coletor estacionário formado por uma placa de absorção escura e coberta por uma placa de material transparente. Entre as placas encontram-se tubos nos quais passa o fluido que absorve o calor. Essa tecnologia permite atingir temperaturas entre 50 e 100°C.
2 – Cilindros parabólicos fixos (CPC – <i>stationary compound parabolic collectors</i> )	Esse coletor é caracterizado pela utilização de duas seções de parábola refletoras voltadas uma para a outra. Na base, onde as seções se encaixam, encontra-se a superfície em que os raios são absorvidos. O CPC pode receber radiação incidente em muitos ângulos distintos, uma vez que os raios incidentes nesse sistema variam de 100 a 110°C.
3 – Tubos de vácuo (ETC – <i>evacuated tube collectors</i> )	Foram desenvolvidos para o uso em locais ensolarados e quentes. Consistem basicamente em um cano de aquecimento dentro de um tubo a vácuo, que reduz as perdas de calor. Assim como o FPC, ele coleta a radiação em todas as direções, porém, com uma eficiência energética maior em ângulos de incidência menor. Nesse sistema, a temperatura atingida varia de 110 a 150°C.
4 – Cilindros parabólicos (PTC – <i>parabolic trough collector</i> )	Bastante usados em aplicações que necessitam de temperaturas de até 400°C, são constituídos por material refletor dentro de uma forma parabólica. Um tubo de metal preto coberto por vidro se localiza na região focal do receptor. PTC é a tecnologia mais madura de energia térmica para a geração de energia elétrica ou para processos de aquecimento. Esses coletores devem ter um mecanismo capaz de acompanhar as mudanças da posição solar ao longo do dia e retornar à posição inicial à noite.
5 – Concentradores Fresnel (LFR – <i>linear Fresnel reflector</i> )	Consiste em um conjunto de espelhos planos que concentram a luz em um tubo receptor fixo instalado sobre torres ao longo de uma linha. A grande vantagem desse coletor é o custo menor dos refletores planos, quando comparado aos refletores parabólicos, sem que haja uma redução da temperatura atingida pelo sistema.
6 – Pratos parabólicos refletores (PDR – <i>parabolic dish reflector</i> )	É formado por uma estrutura refletora parabólica que converge a radiação para um único ponto, no qual se encontra o receptor. Nesse sistema, pode-se alcançar temperaturas acima de 1000°C. As vantagens desse coletor são as de que ele é o coletor mais eficiente de todos, uma vez que atinge as maiores temperaturas, é eficiente na absorção e conversão de energia e possui unidades coletoras e receptoras que podem funcionar de forma independente ou como parte de um grande conjunto de coletores.
7 – Torre central (HFC – <i>heliostat field collector</i> )	Caracterizado pela existência de um receptor central, no qual convergem os raios solares refletidos por espelhos levemente curvos espalhados pelo chão e controlados por um computador central (chamados <i>heliostat</i> ). Algumas vantagens desse coletor são a presença de um único receptor, que minimiza a necessidade de transporte, a alta eficiência na coleta de energia e conversão em eletricidade, alta capacidade de armazenamento de energia térmica, além de serem grandes, recebendo economias de escala. Chegam a atingir temperaturas acima de 1000°C e podem ser facilmente integrados a plantas de combustíveis fósseis para operações híbridas.

Fontes: KALGIROU, 2004 e RAPLUS SOLUÇÕES TÉRMICAS S.A., 2006.

moderados, podendo empregar dois milhões de pessoas ao redor do mundo nesse mesmo ano. Além disso, estima-se que o mercado de CSP criará 10 empregos diretos e indiretos para cada MW de energia instalada, incluindo os empregos gerados na manufatura, desenvolvimento das fazendas solares, instalação e empregos indiretos. As plantas CSP implantadas hoje possuem uma capacidade de produção entre 50 e 280 MWs, mas ainda podem ter tamanhos maiores<sup>28</sup>.

### Custos de produção

O custo da energia produzida a partir de CSP está diminuindo rapidamente. O custo de produção dessa energia nos EUA está em US\$ 0,15/kWh nos locais com melhor radiação solar, podendo cair para US\$ 0,08/kWh em algumas ocasiões. Desses valores, 80% são custos da construção e implantação da planta e apenas 20% são referentes à operação, que está em aproximadamente

US\$ 0,03/kWh atualmente. Os custos podem ser reduzidos por meio do aumento do tamanho das plantas, avanços em pesquisa e desenvolvimento, aumento da competição no mercado e ganho de escalas dos componentes<sup>29</sup>.

### Avaliações de ciclo de vida de equipamentos e produção de energia solar

As avaliações de ciclo de vida dos componentes (ACV) e dos impactos causados pela instalação da planta de CSP indicam que leva em torno de cinco meses para que a energia gasta na fabricação e instalação dos equipamentos seja paga – uma pequena fração do tempo de vida útil da planta, que gira em torno de 40 anos<sup>30</sup>.

Os recursos naturais usados, assim como as emissões de gases, variam entre cada tipo de tecnologia adotada. Apresentam-se à página seguinte os dados

do coletor cilindro parabólico para a produção de energia elétrica e dos coletores para aquecimento.

### Pré-requisitos para instalação

Para que seja possível instalar plantas CSP, é necessária a incidência direta de raios solares, o que inclui aqueles não desviados por nuvens, poeiras e fumaças. Os locais devem estar até no máximo 40° de latitude e receber radiação solar mínima de 2000 kWh/m<sup>2</sup>/ano, sendo que os locais mais adequados para instalação de plantas devem receber mais de 2800 kWh/m<sup>2</sup>/ano<sup>31</sup>.

### Papel das políticas públicas

O modal solar térmico, em suas diversas configurações tecnológicas, é extremamente limpo do ponto de vista ambiental e do ponto de vista das mudanças climáticas, com emissões de gases de efeito estufa relativamente baixas na fabricação e praticamente nulas nos processos operacionais das plantas. Para que ele possa ser fortalecido nas soluções energéticas renováveis propostas pela

Economia Verde, a política pública deve focar-se especialmente nos incentivos na ponta da oferta do capital produtivo e da demanda por parte do mercado, em ações de pesquisa e desenvolvimento, visando a identificar áreas viáveis, e no investimento em pesquisa e desenvolvimento:

- **Incentivos fiscais:** desenvolvimento de uma estrutura de incentivos cruzados específicos, incluindo incentivo às indústrias produtoras de equipamentos usados para geração de energia solar térmica para instalação no Estado de São Paulo e disponibilização de linhas de créditos especiais para aquisição de placas solares para aquecimento de água em residências e indústrias;
- **Planejamento ambiental:** levantamento de áreas no Estado de São Paulo que apresentem condições para instalação de parques de CSP para geração de energia elétrica;
- **Investimento em pesquisa e desenvolvimento:** para a criação de um parque produtor de sistemas de energia solar térmica paulista competitivo internacionalmente.

	CILINDRO PARABÓLICO (80 MW <sub>el</sub> )	COLETOR PARA AQUECIMENTO
Unidade	1 kWh <sub>el</sub>	1 MJ <sub>th</sub>
<b>RECURSOS</b>		
Energia acumulada demandada (kJ)	140	100
Minério de ferro (g)	2,78	1,02
Bauxita (mg)	7,15	97
<b>EMISSIONES ATMOSFÉRICAS</b>		
CO <sub>2</sub> (g)	13,4	6,1
CH <sub>4</sub> (mg)	35,2	13
N <sub>2</sub> O (mg)	0,2	0,1
SO <sub>2</sub> (mg)	46,7	44
CO (mg)	85,4	32
NO <sub>x</sub> (mg)	72,9	15
NMHC* (mg)	2,1	1
Partículas (mg)	40,1	13
HCl (mg)	0,4	0,19
NH <sub>3</sub> (mg)	0,14	0,03
Benzeno (mg)	0,22	0,01
Benzo-pireno (ng)	360	214
<b>AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS</b>		
Aquecimento global (gCO <sub>2</sub> eq)	14	6
Acidificação (mgSO <sub>2</sub> eq)	98	54
Eutrofização (mgPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq)	10	2

\*Non-methane hydrocarbons (hidrocarbonetos excluindo metano). Inclui benzeno e benzo-pireno.

Fonte: PEHNT, M. *Dynamic life-cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies*. Renewable Energy, 2005.



DIVULGAÇÃO SOLETTROL



Painéis de aquecimento solar:  
a instalação de 300.000 m<sup>2</sup> desses  
painéis geraria economia de 122 MW.

## Plásticos: reciclagem e bioplásticos

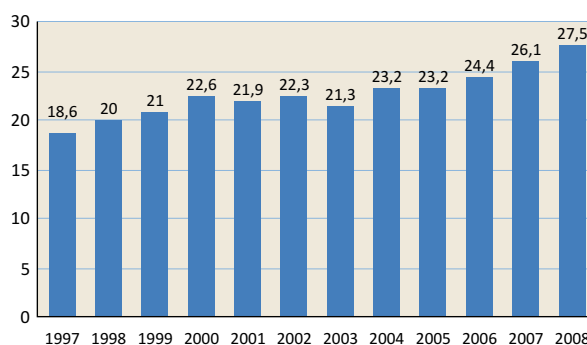
Plásticos são materiais que evidenciam bem o espírito da Economia Verde: são materiais fundamentais para o desenvolvimento econômico e o estilo de vida contemporâneo, mas, por outro lado, simbolizam os excessos da sociedade de consumo e nem sempre são amigáveis do ponto de vista ambiental – especialmente quando são descartados inadequadamente e provocam impactos como entupimentos nos sistemas urbanos de drenagem, morte de animais e contaminação de lençóis freáticos. O desenvolvimento de tecnologias verdes redefine as fronteiras de possibilidade relativas aos plásticos e abre vastos horizontes para a geração de empregos verdes e renda, tanto na reciclagem de plásticos convencionais quanto na ponta do desenvolvimento tecnológico de bioplásticos.

### Reciclagem de plásticos convencionais

Apesar de a maioria dos plásticos convencionais (ou petroplásticos) utilizados ser reciclável, apenas cerca de 20% são reciclados de fato, num cenário de crescimento constante do consumo per capita. A reciclagem de plásticos convencionais no Brasil

ainda pode e deve crescer, havendo grande sinergia com iniciativas como a simbiose industrial, em que resíduos são transformados em insumos para outra fábrica, além de outras possibilidades, como a confecção de novos materiais a partir do plástico reciclado. Por isso, é fundamental garantir a viabilidade dos empreendimentos de reciclagem por meio dos instrumentos adequados de política pública, assim como o desenvolvimento contínuo de tecnologias e processos.

### Consumo de plásticos *per capita* no Brasil (em Kg/hab/ano)



Fonte: ABIQUIM, 2008.



## Cenário brasileiro da reciclagem de plásticos convencionais (ou petroplásticos)

MERCADO	780 empresas 962 mil toneladas de plástico/ano R\$ 1,8 bilhões movimentados 20 mil empregos
CONSUMIDORES DO PLÁSTICO RECICLADO	Indústria de bens semiduráveis – 52% Indústria de bens duráveis – 19% Indústria da construção civil – 12% Agropecuária – 10% Outras aplicações – 7%
ESPACIALIDADE	>60% das recicladoras estão concentradas na região sudeste
TAXAS DE RECICLAGEM	Plástico filme – 21,2% Termoplásticos rígidos – 22%

Fontes: CEMPRE e Plastivida.

### Sistemas de processamento e reciclagem

Os principais tipos de sistemas para a reciclagem de plásticos convencionais são o mecânico, o químico e o energético. No processo mecânico de reciclagem de termoplásticos rígidos, o material é moído, lavado e, depois de secar, passa por um processo de aglutinação seguido de resfriamento, do qual resultam grãos relativamente homogêneos. Estes grãos são transformados em tiras que

são cortadas em pellets, vendidos para o mercado consumidor. Esse tipo de processo é mais barato do que os processos químicos e energéticos, mas limitado em termos das possibilidades que oferece, demandando boa separação e relativa pureza de cada tipo de resina termoplástica.

A reciclagem química, por sua vez, engloba diversas alternativas de processo nas quais o material polimérico é submetido a reações inversas às de sua fabricação, resultando nos monômeros originais ou em outros hidrocarbonetos com utilização na indústria petroquímica. A reciclagem química de plásticos é considerada cara para os padrões brasileiros, mas pelo leque de opções específicas de processo que oferece – incluindo a possibilidade de tratar misturas de plásticos e produzir produtos com a qualidade dos plásticos originais – não deve ser descartada no contexto da Economia Verde.

Já nos processos de recuperação energética, a ideia é reaver parte da energia consumida na fabricação do plástico por meio do tratamento térmico do resíduo, o que pode ser feito em incineradores capazes de recuperar a energia térmica, transformando-a em eletricidade, ou em fornos de cimenteiras, por exemplo. Nestes casos, as

## Principais tipos de resinas plásticas recicláveis e suas características

TIPO	CARACTERÍSTICAS
TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)	Usado em garrafas de refrigerante e muitos outros usos industriais, em combinação com outros materiais. O fato de essas garrafas usarem quase que exclusivamente o PET facilita enormemente sua identificação e reciclagem. Como material reciclado, ganha espaço na indústria de fibras e é um material com bom potencial de recuperação energética, composto quase que apenas por carbono, hidrogênio e oxigênio.
POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)	Barato, durável, flexível e quimicamente resistente, é utilizado em inúmeras aplicações como dutos, embalagens, mesas e cadeiras e sacos plásticos, entre outras. Como material reciclado, tem como grande destaque a produção de madeira plástica.
CLORETO DE POLIVINILA (PVC)	Muito usado na construção civil por ser um material relativamente barato e durável, com usos crescentes em outras áreas. Requer menos petróleo em sua fabricação do que outros plásticos, mas contém cloro e é potencialmente tóxico nas etapas de fabricação e descarte do ciclo de vida. Além disso, alguns dos aditivos comumente usados são potencialmente tóxicos e sua incineração pode emitir dioxinas, poluentes orgânicos persistentes altamente tóxicos, especialmente em incineradores antigos. Sua reciclagem é considerada difícil e normalmente é realizada apenas pelos fabricantes, usando escória de produção.
POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE (PEBD)	Semelhante ao polietileno de alta densidade, mas mais utilizado em sacolas, embalagens, filmes e outras finalidades em que sua maior maleabilidade é desejável. Facilmente reciclável.
POLIPROPILENO (PP)	Resistente ao calor, versátil e barreira eficiente a diversos produtos químicos, óleos e graxas, é amplamente usado na fabricação de embalagens, carcaças e cartuchos para equipamentos, copos plásticos e autopeças. Pode ser reciclado sem perdas significativas de qualidade por mais de um ciclo de extrusão, o que torna sua reciclagem economicamente vantajosa e segura.
POLIESTIRENO (PE OU PS)	O poliestireno é comercializado nas formas cristal, resistente ao calor, de alto impacto e expandido (mais conhecido como “Isopor®”), dependendo dos aditivos utilizados em função das propriedades desejadas para o material. Seu processo produtivo demanda gestão de saúde, segurança e meio ambiente eficientes, pois muitos dos materiais utilizados, incluindo o monômero estireno, são tóxicos. A reciclabilidade do poliestireno se altera de acordo com a variedade: o poliestireno expandido, por exemplo, pode ser utilizado como material isolante. Além disso, a reciclagem química é um campo promissor, produzindo estireno ao final do processo.
OUTROS	Há diversas outras variedades de plásticos, entre polímeros puros, blendas, materiais aditivados e compósitos plásticos. Estes materiais, reunidos sob o código de reciclagem 7, não são considerados recicláveis.

Fontes: CEMPRE, Plastivida e pesquisa original.

resinas plásticas não são o único tipo de material presente no processo de tratamento térmico, mas são fundamentais por aumentarem o rendimento da incineração – calcula-se que, em média, 1Kg de plástico contenham a mesma energia calorífica de 1 Kg de combustível mineral<sup>32</sup>.

### Oportunidades

- Estruturar negócios lucrativos de reciclagem de materiais termoplásticos, seja ela mecânica, química ou no contexto de tratamento térmico de resíduos sólidos com recuperação energética;
- Estímulo ao desenvolvimento de soluções nos campos da reciclagem química e energética de plásticos;
- Pesquisa, desenvolvimento e fabricação de novos materiais e produtos associados (“madeira plástica”/“papel sintético”);
- Desenvolvimento e implantação de novos processos químicos e de reaproveitamento térmico de plásticos na forma de embalagens pós-consumo;
- Suprimento de demandas específicas, como no caso das fibras de poliéster desenvolvidas a partir de PET;
- Oportunidades diversas de articulação de iniciativas pró-simbiose industrial, em que os resíduos de uma fábrica se tornam insumos para outra. Isto é especialmente verdadeiro considerando-se que o plástico residual de atividades industriais é normalmente mais reciclável do que plásticos pós-consumo;
- Questão energética: interseção entre soluções para resíduos sólidos e energia.

### Papel das políticas públicas

Com relação à questão da reciclagem de plásticos, o papel principal das políticas públicas se realiza em dois vetores principais: o aumento das taxas de reciclagem e reintrodução de materiais no sistema econômico, de um lado, e a promoção de trabalho decente<sup>i</sup>, de outro, considerando-se de modo sistêmico as cadeias de reciclagem de cada tipo de resina termoplástica. Trata-se novamente de uma pauta que engloba tanto a questão ambiental quanto a questão dos empregos verdes,

igualmente importantes dentro do contexto da Economia Verde.

Na prática, o principal desafio é estruturar e garantir a sustentabilidade das cadeias e negócios de reciclagem nas diferentes regiões do Estado de São Paulo, considerando a questão das embalagens pós-consumo, que perpassa temas como coleta seletiva urbana, logística reversa e educação ambiental, e a questão dos resíduos plásticos industriais, caso em que a reciclagem é em geral mais simples de se empreender pela maior uniformidade e pureza dos materiais, simplicidade logística e facilidade de identificação de oportunidades. Com a diversidade de tipos de resina, blends e outras formas de utilização de plásticos em bens de consumo que se observa nas economias contemporâneas, fica evidente a necessidade pela realização de estudos específicos para cada caso e tipo de material.

Outro fator importante se refere à questão das competências. No caso específico das embalagens pós-consumo, a coleta, tratamento e destinação final são de competência municipal, o que redefine o papel do Governo do Estado na direção da articulação regional, do desenvolvimento de mecanismos estaduais de incentivo, da regulação de matérias específicas demandadas pelo processo e, como sempre, de iniciativas de caráter educativo.

- **Pesquisa e planejamento:** há enorme diversidade de resinas e materiais termoplásticos no sistema econômico, cada qual com sua lógica econômica e distribuição espacial nas pontas da produção, do consumo e do descarte, entre outras características. Compreender a estrutura e funcionamento de cada mercado, possibilidades técnicas, espacialidade da disponibilidade de cada tipo de material, entre outros fatores, é a chave para a elaboração de políticas públicas eficientes e o planejamento de ações;
- **Incentivos:** há todo um leque de opções para incentivar a formação e manutenção das diferentes cadeias de reciclagem, abarcando políticas do lado da demanda (p. ex., porcentagens obrigatórias de uso de material reciclado em novos produtos onde aplicável, políticas de preço-mínimo), políticas do lado da oferta (estímulos à disposição domiciliar adequada, pagamento por serviços ambientais urbanos ou estímulos a iniciativas como o ecodesign), incentivos na ponta dos fatores de produção ou o uso de instrumentos econômicos, como um sistema de créditos de reciclagem, entre outras alternativas. Determinar

i Sobre este tema, a *Decent Work Agenda* da Organização Internacional do Trabalho (OIT) é a principal referência internacional. Informações sobre os esforços transversais da OIT pela promoção do trabalho decente podem ser encontradas em <http://www.ilo.org/integration/lang-en/index.htm>. Acesso em set/2009

a solução mais adequada demanda análises custo-benefício e o uso de outros instrumentos de definição de política pública que não podem prescindir de informação em nível adequado de profundidade;

- **Apoio ao desenvolvimento tecnológico:** na ponta da pesquisa acadêmica e na pesquisa privada, o desenvolvimento tecnológico e de novos produtos e processos é uma das principais variáveis a condicionar a viabilidade dos negócios de reciclagem de plásticos. Apoiar estes processos por meio das políticas adequadas, incluindo, por exemplo, instrumentos de política de inovação, linhas de crédito com níveis adequados de risco e estabelecimento de prêmios é uma das formas de atingir esse objetivo;
- **Articulação:** a agregação de capital social por parte do Estado no processo de estruturação das cadeias de reciclagem tem uma série de funções a desempenhar, seja no campo das embalagens pós-consumo, em que a articulação de soluções regionais é imprescindível, seja no campo da articulação de soluções de simbiose industrial, em que ela assume a forma da realização de eventos como rodadas de negócios e outras iniciativas;
- **Cooperação e regulação:** uma das principais características do setor de plásticos é a regulamentação esparsa das etapas de descarte e reciclagem, o que chega a estancar oportunidades, como demonstra a experiência das Rodadas de Negócios de Simbiose Industrial da FIEMG. Atuar junto aos empreendedores dos mercados e demais partes interessadas, incluindo produtores, pesquisadores, geradores, coletores, recicladores e utilizadores dos produtos finais feitos com materiais reciclados, absorvendo suas demandas específicas dentro de um paradigma cooperativo e desenvolvendo dispositivos que favoreçam a aplicabilidade pelos diferentes atores, é uma forma de garantir a eficácia das medidas adotadas;
- **Educação e conscientização:** ações educativas e de conscientização são absolutamente fundamentais para potencializar a eficiência das ações empreendidas no campo da reciclagem de plásticos. Isto é válido em diversas dimensões: na do consumo consciente, do descarte apropriado de resíduos domiciliares, da sensibilização do empresariado a oportunidades de negócio e articulação de prefeituras, entre muitos outros exemplos.

## Bioplásticos

Bioplásticos são uma variedade de materiais poliméricos moldáveis com características comparáveis às dos plásticos convencionais (ou petroplásticos), mas que são produzidos a partir de recursos renováveis, podendo também ser compostáveis (ou biodegradáveis)<sup>33</sup>. Nem todos os plásticos convencionais podem ser substituídos por bioplásticos, mas o campo está em pleno desenvolvimento científico e tecnológico e espera-se que a produção e as utilizações de bioplásticos cresçam e os preços diminuam, para os próximos anos, com o desenvolvimento e aprimoramento de novas tecnologias.

No contexto da Economia Verde, esses materiais, que podem ser produzidos a partir de batata, cana-de-açúcar, milho, mandioca, soja ou subprodutos de biodiesel, entre outras fontes, abrem oportunidades interessantíssimas para o desenvolvimento de negócios e cadeias produtivas, juntamente com um novo horizonte de utilidades para materiais plásticos.

### *Bioplásticos degradáveis produzidos a partir de matéria-prima orgânica: mercado*

Antes da crise de 2008, o mercado mundial de bioplásticos encontrava-se em franco crescimento: em junho de 2008 previa-se que, considerando bioplásticos degradáveis e não-degradáveis, cresceria de 300.000 t/ano para mais de 1.000.000 t/ano, entre 2008 e 2011<sup>34</sup>; com a crise, houve retração no nível de investimento, mas espera-se que nos próximos anos eles sejam retomados e o setor volte a crescer. Mundialmente, o mercado é sensível ao preço do petróleo, cujos derivados são concorrentes dos bioplásticos em muitas utilizações. No atual momento de baixa – com o barril de petróleo por volta dos US\$ 67<sup>i</sup> – os bioplásticos se tornam um tipo relativamente menos atraente de investimento. Mesmo assim, não há dúvidas de que são uma das alternativas mais promissoras do campo tecnológico da Economia Verde, à medida que os processos produtivos se tornam mais eficientes e ganham em escala.

### *Benefícios ambientais dos bioplásticos*

- **Utilidades para a biodegradabilidade:** com os bioplásticos, a possibilidade de reinserir materiais no sistema produtivo cresce exponencialmente

<sup>i</sup> Cotação para o petróleo tipo Brent no *spot market* de 30/09/2009. Dado extraído de <http://www.bloomberg.com/energy/>. Acesso em set/2009.

## Os principais tipos de bioplásticos

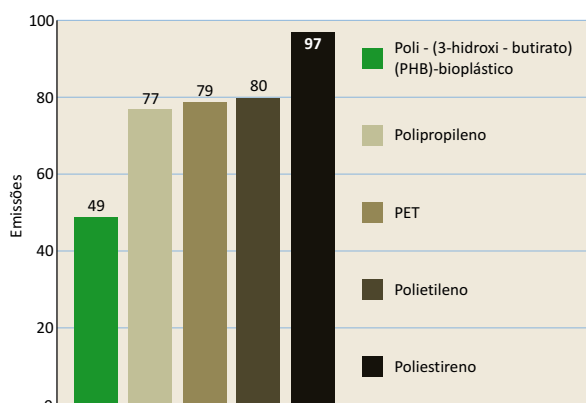
TIPO	CARACTERÍSTICAS
BIOPLÁSTICOS DE AMIDO	O amido termoplástico, obtido a partir do milho, batata ou outras culturas, pode ser processado de inúmeras maneiras, recebendo aditivos para se enquadrar em usos específicos; é o tipo de bioplástico de maior utilização, servindo a usos os mais variados: sacolas, filmes, fraldas, bastonetes para higiene pessoal, recipientes para mudas, material de substituição ao poliestireno expandido e em outras aplicações onde a biodegradabilidade é desejada.
BIOPLÁSTICOS DE ÁCIDO POLILÁCTICO – PLA	Plástico transparente obtido a partir da glicose; lembra bastante o polietileno e o polipropileno em suas características e pode ser processado nos mesmos equipamentos. Atualmente, o IPT estuda tecnologia para a fabricação de bioplásticos de PLA a partir de cana-de-açúcar. As vantagens são o potencial de simbiose industrial e a velocidade da biodegradabilidade, maior que a de plásticos comuns.
PLÁSTICOS DE POLI-(3-HIDROXIBUTIRATO) – PHB	Poliéster produzido por bactérias ao processarem glicose ou amido; características similares ao polipropileno para frascos, garrafas ou filmes; grande potencial em São Paulo por utilizar açúcar como matéria-prima; mais barato que outros biopolímeros (US\$ 5/Kg); apenas 10% da energia consumida no ciclo de vida do PHB são não-renováveis <sup>35</sup> .
POLIAMIDA 11 (PA11)	É uma variedade do nylon produzida a partir de óleos vegetais (comercialmente, a partir de óleo de mamona). Apesar de utilizar matéria-prima renovável, não é biodegradável.

Fonte: Elaboração própria.

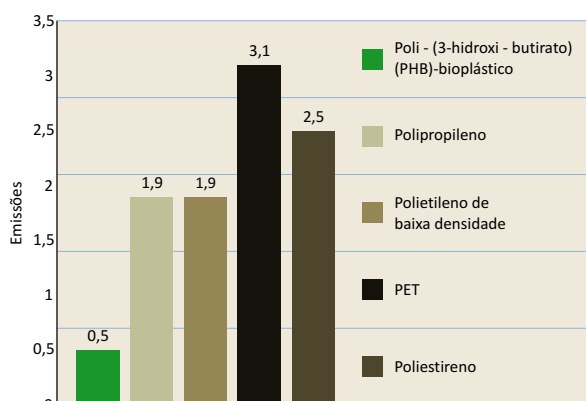
– embalagens que atualmente são tratadas como resíduos inertes podem passar a servir como insumo para a produção de húmus em usinas de compostagem ou material compostável em processos de produção de biogás, entre muitas ou-

tras utilidades. Além disso, o fato de os bioplásticos poderem ser naturalmente degradáveis abre todo um leque de utilizações para materiais plásticos que os petroplásticos não podem suprir. Para a indústria silvicultora, por exemplo, tubetes degradáveis para mudas podem aumentar a produtividade servindo de adubo à medida em que se degradam, ao mesmo tempo em que dispensam a manipulação pós-plantio.

## Intensidade energética da produção de plásticos (em MJ/Kg de produto)



## Emissões de CO<sub>2</sub> na produção de plásticos (em CO<sub>2</sub>/Kg de produto)



Fonte: AKIYAMA, M. et alii, 2003<sup>36</sup>.

## *Etanol como input alcoolquímico para plásticos convencionais*

Convencionalmente, os materiais plásticos são produzidos a partir de gás natural ou nafta de petróleo. Mas o etanol também pode ser submetido a processos químicos – denominados alcoolquímicos – que produzem hidrocarbonetos úteis para a indústria de plásticos convencionais. Nesse caso, a resina termoplástica resultante não tem as propriedades de biodegradabilidade que caracterizam os bioplásticos, mas conta com a vantagem de ter sido produzida a partir de matéria-prima renovável.

- **Processos químicos de primeira geração com produtos úteis para a indústria de plásticos:** desidratação (etano, propano, etileno); desidrogenação/oxigenação (acetaldeído); halogenação (cloreto de etila); desidrogenação/desidratação (butadieno), entre outros processos.

Na década de 1980, houve experiências com alcoolquímica no Brasil (Oxiteno – Camaçari, BA / Coperbo – Cabo, PE). Estas foram descontinuadas por conta de preços desfavoráveis, mas vêm sendo retomadas. O fator crítico é sempre o preço relativo do etanol com relação a outros inputs.



### Oportunidades

- Pesquisa e desenvolvimento tecnológico para a viabilização dos bioplásticos frente aos petroplásticos e aproveitamento das possibilidades que se abrem;
- Incubação e atração de novos negócios, buscando estabelecer o Estado como plataforma produtiva de bioplásticos nos cenários nacional e internacional;
- Exploração de interfaces com Parques Tecnológicos e APLs (Arranjos Produtivos Locais), aproveitando sua intensividade biotecnológica para contribuir para a massa crítica de políticas de desenvolvimento já existentes;
- Estabelecimento de iniciativas de simbiose industrial, tomando como base iniciativas já existentes na cadeia do etanol e aproveitando-se de outras oportunidades ainda a serem exploradas.

### Papel das políticas públicas

No caso específico dos bioplásticos, o caráter de fronteira tecnológica em movimento é um dos maiores determinantes para as políticas públicas com o objetivo de aumentar a competitividade desses promissores materiais. De modo geral, trata-se de identificar oportunidades de intervenção eficiente ao longo do ciclo de vida dos plásticos e bioplásticos – indo desde a pesquisa e incentivos a fatores de produção até o estabelecimento de instrumentos de política de resíduos sólidos, na fase do descarte – de modo a estimular o crescimento gradual de sua utilização em finalidades já cobertas pelos plásticos convencionais, juntamente com o desenvolvimento de soluções que não podem ser oferecidas por eles.

- **Apoio ao desenvolvimento e aprendizado tecnológico:** o desenvolvimento e aprendizado tecnológicos, assim como o aprimoramento de tecnologias já existentes, são determinantes da viabilidade dos bioplásticos com relação aos plásticos convencionais, bem como da descoberta e viabilização de novas aplicações. O apoio ao desenvolvimento e viabilização de novas tecnologias, como no caso de todo o espectro das tecnologias verdes, é essencial;
- **Regulação:** as possibilidades de se estabelecer instrumentos regulatórios estaduais para promover o aumento da fabricação e utilização de bioplásticos são bastante diversificadas. Na União Europeia, por exemplo, uma diretiva de-

terminando a diminuição obrigatória do teor de lixo biodegradável enviado a aterros para 35% do nível de 1995 até 2016<sup>37</sup> está estimulando a busca por soluções de compostagem, das quais os bioplásticos podem fazer parte; há uma série de outras possibilidades no campo legislativo, sendo de fundamental importância a tomada de decisão baseada em conhecimentos técnicos;

- **Incentivos:** no caso dessa indústria nascente, com uma série de sinergias possíveis e com iniciativas já existentes, incentivar corretamente a competitividade dos bioplásticos produzidos no Estado de São Paulo pode fazer grande diferença. Como em outros casos, é possível alavancar o setor na ponta da oferta de fatores de produção, na ponta da demanda ou em consonância com outras iniciativas de incentivo existentes, como no caso daqueles especificamente voltados a empresas que fazem parte de Parques Tecnológicos;
- **Articulação:** como em muitos outros casos e exemplos de tecnologias verdes envolvendo pesquisa, desenvolvimento tecnológico e soluções para a formação e fortalecimento de empreendimentos e cadeias produtivas, vários tipos de articulação são importantes e o papel do Estado neste processo é chave. Isto envolve ações como a inclusão de fabricantes de bioplásticos em iniciativas de simbiose industrial, articulações no contexto de Parques Tecnológicos e Arranjos Produtivos Locais, entre inúmeras outras possibilidades;
- **Educação e conscientização:** as vantagens ambientais trazidas pelos bioplásticos devem ser conhecidas pelos públicos consumidores de plásticos e por diversos outros públicos de interesse, especialmente no tocante à questão dos resíduos sólidos urbanos. Isso implica na inserção do tema na agenda estadual da Educação Ambiental, visando à conscientização da sociedade sobre o tema.

Bioplásticos obtidos a partir de cana-de-açúcar: além de feitos com matéria-prima renovável, podem ser biodegradáveis.



CORTESIA UNICA/FOTO: NIELS ANDREAS



## Reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (na sigla REEE ou R3E, também denominados lixo tecnológico, lixo eletrônico ou e-lixo) são uma das principais questões ligadas à problemática dos resíduos sólidos no Brasil e no mundo: estão sendo gerados em quantidades cada vez maiores, chegando mundialmente a compor 5% de todo o lixo produzido<sup>38</sup>, e são potencialmente muito danosos ao meio ambiente em suas diversas formas. O maior problema é que contêm diversas substâncias tóxicas à saúde humana e ao meio ambiente, o que torna fundamental que não apenas o descarte seja feito de forma adequada, mas também que o processamento dentro das unidades recicladoras seja realizado de forma profissional e controlada, a partir do trabalho decente.

Globalmente, tendências como o aumento da produção mundial e a diminuição do tempo médio de vida útil dos equipamentos<sup>i</sup> criam fortes pressões pela estruturação de cadeias de reciclagem. Em São Paulo, a Lei Estadual nº 13.576, de 6 de julho de 2009<sup>39</sup>, define o lixo tecnológico como componentes e periféricos de computadores, monitores e televisores, acumuladores de energia (baterias e pilhas) e produtos magnetizados – englobando, portanto, um amplo universo de tipos específicos de resíduo cuja reciclagem pode ser estruturada em cadeias igualmente diversas, adequadas a cada realidade. A lei paulista, entretanto, muito embora apresente mecanismos importantes, como a responsabilidade compartilhada de fabricantes, revendedores e importadores pelos equipamentos pós-consumo, ainda não provocou efeitos sensíveis nos mercados de reciclagem, demandando para tanto regulamentação apropriada.

### Sobre a geração de REEE

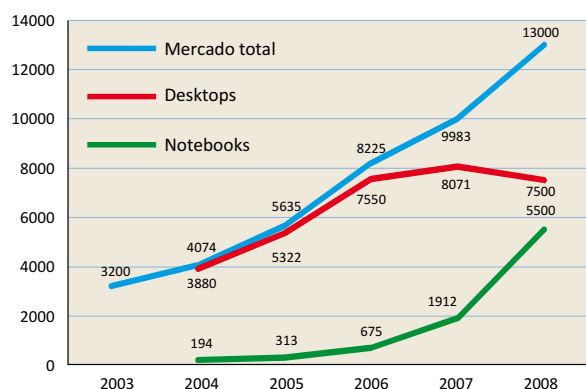
Um dos maiores gargalos na questão do lixo eletrônico no Estado de São Paulo é a inexistência de dados precisos sobre o perfil dos resíduos sendo efetivamente gerados, o que se dá por motivos diversos, como o sigilo contratual entre fabricantes e recicladoras e a existência de produtos oriundos da economia informal. É possível, entretanto, estimar informações a partir das tendências na ponta da fabricação.

i O site do Greenpeace traz dados interessantes sobre este tema. Disponível em <http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem>. Acesso em nov/2009.

### Recuperação da crise de 2008

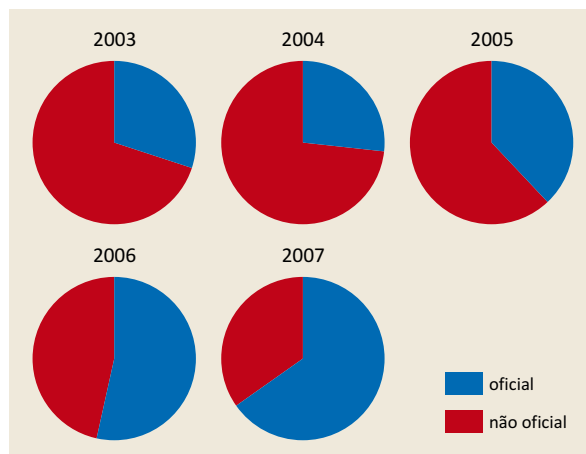
- Dados de mercado mostram que a crise econômica está sendo superada no setor de eletroeletrônicos, o que gera uma retomada na tendência de crescimento da geração de resíduos tecnológicos no país – segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), a previsão para 2009 é que a comercialização de microcomputadores seja equivalente à do ano passado, totalizando 13 milhões de unidades, e que a produção de telefones celulares chegue a 62 milhões de unidades, 15% abaixo dos 73 milhões de 2008<sup>40</sup>. A tendência observada, que deve impactar a questão do e-lixo no futuro, é também de crescimento da formalidade no mercado. O exemplo dos computadores ilustra a questão:

### Evolução da venda de computadores no Brasil (em milhares de unidades)



Fonte: ABINEE, 2009.

### Formalidade da economia dos computadores no Brasil

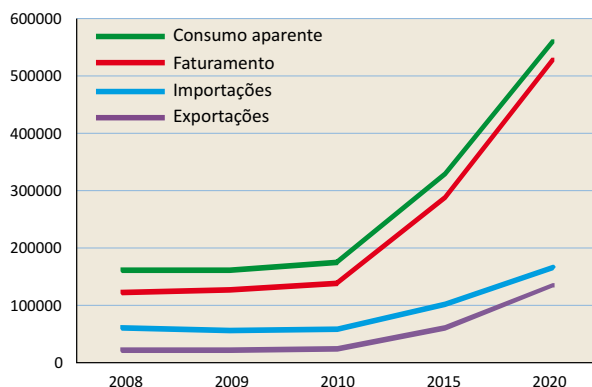


Fonte: ABINEE, 2009.

### Projeção de aumento da produção para 2020

Um estudo realizado em parceria entre a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE e a LCA Consultoria<sup>41</sup>, projetando o cenário do mercado de eletroeletrônicos para o ano de 2020, aponta um crescimento da produção que, com um diferimento temporal equivalente à vida útil de vida dos produtos fabricados, impactará a geração de REEE no futuro. Muito embora o estudo enfatize o crescimento da participação do mercado externo no faturamento do setor, ainda assim é de se prever um gradativo aumento na geração de REEE no Brasil e no Estado de São Paulo, principal consumidor interno:

### Cenário desejável – Indústria eletroeletrônica (valores correntes em milhares de reais)



Fonte: ABINEE, 2009.

### Outros dados sobre o perfil de geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

- O Mutirão do Lixo Eletrônico, ação realizada pelo Governo do Estado de São Paulo no contexto do Projeto Ambiental Estratégico Mutirões Ambientais, entre os meses de outubro e novembro de 2008, recolheu 56 toneladas de resíduos, sendo 22,7 apenas de pilhas. A iniciativa, apesar de seu enorme sucesso na promoção da conscientização e no recolhimento e destinação apropriada de materiais, não gerou informações mais detalhadas sobre a geração de lixo eletrônico no Estado.
- Levantamento realizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM), em parceria com a EMPA (Laboratórios Federais para Pesquisa e Testes com Materiais da Suíça), para Minas, revelou que somente os mineiros geram, por ano, 69 mil toneladas de lixo eletroeletrônico<sup>42</sup>. Espera-se que o Estado de São Paulo, por seu perfil socioeconômico, gere quantidades maiores.

### Potenciais danos ambientais e à saúde resultantes de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Considerando a composição de REEE, observa-se que são inúmeros os danos potenciais que seu descarte e tratamento inadequados podem ocasionar. Isto, por si só, já é um grande motivador para a reciclagem, como alternativa de ação pós-consumo eficaz na prevenção de problemas ambientais. Mas todo o ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos merece atenção, sendo importante, também, reconhecer o papel da reciclagem em diminuir impactos ambientais oriundos do processo de fabricação.

### Tipos de materiais recicláveis de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Os REEE são um tipo de resíduo sólido de alto nível de complexidade, que exige, para os processos de reciclagem, um nível de sofisticação relativamente grande quando comparado a outras categorias de resíduo. Tendo em mente a composição atual típica dos aparelhos passíveis de reciclagem, os principais tipos ligados à recuperação e à reinserção desses materiais no sistema econômico são os seguintes:

#### Plásticos

Boa parte dos plásticos de equipamentos eletrônicos é acessível por meio de simples desmonte ou manufatura reversa, e a reciclagem de termoplásticos componentes de equipamentos eletrônicos é semelhante à reciclagem de termoplásticos em geral – há processos mecânicos, químicos e termais. Os desafios estão na identificação correta da composição de cada plástico, incluindo aditivos, na preparação do plástico para a reciclagem, incluindo remoção de tintas e outros materiais, e no desenvolvimento de processos adequados a cada composição.

#### Metais

Alumínio, cobre, aço e metais preciosos podem ser recuperados de REEE a partir de placas de circuito, fios e cabos e outros componentes. Cada tipo de metal é recuperado por meio de processo químico-industrial específico, sendo fundamental a qualidade operacional, seja para garantir saúde e segurança para os trabalhadores, seja para evitar danos ambientais.

## Composição média de um desktop comum, reciclabilidade e alguns danos potenciais

PRODUTOS PERIGOSOS EM UM DESKTOP COMUM	PESO TOTAL EM UM COMPUTADOR COMUM	EFICIÊNCIA DA RECICLAGEM	CARCINOGENICIDADE A HUMANOS	BIOACUMULAÇÃO EM PLANTAS E ANIMAIS
Arsênio	0,0013%	0%	Sim para arsênio inorgânico	Sim
Mercúrio	0,0022%	0%	Metilmercúrio e cloreto de mercúrio provavelmente são carcinogênicos	Sim para metilmercúrio
Selênio	0,0016%	70%	Sulfeto de selênio provavelmente é carcinogênico	Sim
Cádmio	0,0094%	0%	Provavelmente sim	Sim
Cromo	0,0063%	0%	Cromo VI é carcinogênico	Não
Antimônio	0,0094%	0%	Não	-
Prata	0,0189%	98%	Não	Não
Cobalto	0,0157%	85%	Possivelmente carcinogênico Radiação de cobalto desenvolve vários tipos de câncer	-
Manganês	0,0315%	0%	Não	Sim para plantas
Titânio	0,0157%	0%	Não	-
Berílio	0,0157%	0%	Sim	Não
Vanádio	0,0002%	0%	Não	Não em animais
Zinco	2,2046%	60%	Não	Em peixes e outros organismos, não em plantas
Níquel	0,8503%	0%	Alguns compostos são carcinogênicos	Não
Bário	0,0315%	0%	Não	Sim
Cobre	6,9287%	90%	Não	-
Estanho	1,0087%	70%	Não	-
Ferro	20,4712%	80%	Não	-
Alumínio	14,1723%	80%	Não	Não

Fonte: CETESB, s/d.

### Pilhas e baterias

Apesar de respeitarem limites ambientalmente toleráveis de mercúrio, cádmio e chumbo, com a publicação da resolução CONAMA 401/2008<sup>43</sup>, pilhas e baterias são uma questão ambiental importante pelo enorme volume comercializado e descartado, na casa das dezenas de milhões, e pela existência de similares informais mais poluentes do que o permitido pelo ordenamento jurídico brasileiro.

### Tubos de raios catódicos

Tubos de raios catódicos (TRC), componentes de monitores de computador e televisões, são

importantes na reciclagem de REEE por serem volumosos, caros para serem reciclados e potencialmente danosos na etapa de descarte. São compostos por duas partes principais: os componentes de vidro da tela, que incluem óxidos de silício, sódio, cálcio, magnésio e principalmente chumbo; e outros componentes, incluindo plásticos, metais, o canhão de elétrons e a camada de fósforo que recobre a tela. Os vidros podem ser reciclados para a fabricação de mais vidro para TRC ou para a extração da grande quantidade de chumbo, necessário para proteger o usuário de raios-X.

## Modelos para estruturação das cadeias de coleta e transporte

A estruturação das cadeias de reciclagem de lixo eletrônico deve considerar uma variedade de soluções possíveis, da coleta à revenda dos materiais, buscando sempre garantir a sustentabilidade dos empreendimentos envolvidos em todas as etapas da cadeia. Um ponto fundamental é que, segundo dados do setor, a venda dos materiais oriundos da reciclagem de REEE responde por apenas 72% dos custos da empresa recicladora, sendo fundamental, portanto, que as empresas legalmente responsáveis pela destinação correta (isto é, fabricantes, revendedores e importadores), contratem as recicladoras para prestarem serviços de gestão ambiental, que incluem a reciclagem. Para isso, a efetiva implementação da normatização já aprovada no Estado de São Paulo, incluindo a regulamentação da lei, é imprescindível.

Importante, também, é reconhecer o papel de intermediários nas cadeias de reciclagem, especialmente no processamento da logística reversa do resíduo, bem como garantir que o papel destinado ao usuário final dos produtos eletroeletrônicos seja efetivamente cumprido no arranjo de coleta, armazenamento e processamento – o que pode ser estimulado por meio de instrumentos econômicos inovadores, como os créditos de reciclagem.

O Centro de Computação Eletrônica (CCE) da USP inaugurou em dezembro de 2009 o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir), organizado para receber e enviar para reciclagem o lixo eletrônico produzido pela USP. O centro, instalado em um galpão de 400 metros quadrados, tem como propósito principal garantir que os resíduos de informática da USP possam passar por processos que impeçam seu descarte na natureza e garantam seu reaproveitamento na cadeia produtiva. Os equipamentos e peças que ainda estiverem em condições de uso serão avaliados e enviados para projetos sociais.

Fonte: USP Notícias, 2009.

### Resumo de modelos de responsabilidade por coleta e transporte

	RESPONSABILIDADE PELO TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO			
OPÇÃO DE COLETA	ATÉ LOCAL DE COLETA	ATÉ LOCAL DE RECICLAGEM	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Coleta na sarjeta	Consumidor	Arranjos de processos de coleta e armazenamento e indústria da reciclagem	Conveniente para a população	Potencial de roubo ou abandono. Precisa de separação adicional. Alto custo de transporte
Evento especial para descarte	Consumidor	Arranjos de processos de coleta e armazenamento e indústria da reciclagem	Aumenta consciência com relação à reciclagem. Bom para áreas rurais	Quantidades de coleta irregulares. Necessita espaço para armazenamento
Local permanente para descarte	Consumidor	Arranjos de processos de coleta e armazenamento e indústria da reciclagem	Baixo custo de transporte, alta custo-eficiência	Necessita de checagem regular. Não é eficiente em qualquer área
Devolução ao fabricante	Consumidor	Fabricantes ou contrato de indústria recicladora com fabricante	Não necessita de pontos de coleta	Alto custo de envio. Necessita de embalagens especiais
Devolução ao revendedor	Consumidor	Revendedores	Baixo custo, alta visibilidade se for promovida adequadamente	Comprometimento do revendedor é chave. Necessita espaço para armazenamento

Fonte: Adaptado a partir de YANG, H.Y. & SCHOENUNG, 2005<sup>44</sup>.

## Oportunidades

- Com o marco legal recentemente estabelecido, à espera de regulamentação, e o avanço do processo regulatório federal, espera-se crescimento desse mercado;
- A estruturação de arranjos e processos de coleta e armazenamento são temas em aberto, com poucos atores atuantes. O uso de incentivos econômicos, como créditos de reciclagem, pode oferecer soluções inovadoras para garantir a sustentabilidade das cadeias;
- Como toda a indústria de reciclagem, há boas possibilidades de inserção em projetos de ecologia/simbiose industrial. Novamente, é preciso construir uma agenda de pesquisa capaz de dar conta especificamente desse tipo de conhecimento;
- Dando continuidade à experiência de 2008 com o Mutirão do Lixo Eletrônico<sup>i</sup>, a organização de um mutirão monitorado de REEE, que tenha como intuito a produção de informação detalhada sobre os resíduos coletados, pode permitir um *insight* sobre a geração de resíduos no Estado de São Paulo.

## Papel das políticas públicas

Como nos demais temas ligados à reciclagem, as políticas da Economia Verde têm como intuito estruturar as cadeias de reciclagem, o que pode ser realizado em diferentes formatos, dependendo de características econômico-espaciais da geração, coleta e armazenamento dos resíduos, e garantir sua sustentabilidade, dirimindo efeitos de sazonalidade e diminuindo a dependência dos atores intermediários e recicladores.

A ideia dos créditos de reciclagem, que começa a ser discutida no Estado de São Paulo, tem grande potencial para atuar na consolidação de um ciclo econômico viável para fabricantes, empresas de reciclagem e consumidores.

- **Instrumentos econômicos:** criação de instrumentos econômicos para fortalecer a sustentabilidade das cadeias, com o objetivo inclusive de garantir a preferência pela reciclagem sobre outras destinações ambientalmente menos amigáveis. Neste particular, a ideia de créditos de reciclagem traz grande potencial no contexto da

Economia Verde, gerando fluxos econômicos entre fabricantes e recicladores que estimulariam a indústria de reciclagem;

- **Incentivos à pesquisa:** o tema demanda a produção de conhecimentos sobre REEE formal e de estimativas sobre os mercados informais, fortalecendo a base de conhecimentos para a tomada de decisão e para a estruturação ideal das cadeias locais e regionais;
- **Mutirão de lixo eletrônico monitorado:** além de garantir a destinação correta de resíduos eletrônicos que, de outro modo, possivelmente receberiam destinações inadequadas, um mutirão de lixo eletrônico monitorado poderia oferecer informações a respeito do tempo de uso/obsolescência de equipamentos, padrões regionais de geração e descarte e oportunidades de aproveitamento econômico dos resíduos, entre outros fatores-chave;
- **Planejamento:** como com qualquer tipo de resíduo, o planejamento ambiental oferece um ferramental bastante interessante para a racionalização dos sistemas de coleta, armazenamento e efetiva reciclagem;
- **Regulação:** atuar junto ao mercado e promulgar regulamentações específicas, de acordo com suas demandas, é fundamental, especialmente quando é considerada a complexidade dos REEE e a possibilidade de criar regulamentações que tornem a reciclagem mais eficiente e segura, com base em paradigmas de projeto como o design para a reciclagem;
- **Articulação:** a agregação de capital social para a efetivação de iniciativas de simbiose industrial é sempre interessante em se tratando de indústria de reciclagem, que pode receber bens e produtos obsoletos ou inoperantes e produzir a partir deles insumos para indústrias próximas, com evidentes ganhos econômicos mútuos;
- **Educação e conscientização:** há diversos temas a respeito dos quais a educação ambiental tem um papel importantíssimo relativo ao crescimento da reciclagem. Um dos assuntos específicos mais relevantes refere-se à importância de não se misturar REEE, considerado perigoso por conter metais pesados, por exemplo, com lixo não-perigoso.

i Para mais informações, visite <http://www.ambiente.sp.gov.br/mutiraodolixoeletronico/default.htm#>. Acesso em nov/2009.



## Parques tecnológicos para tecnologias verdes

Na sociedade do conhecimento, as condições de suporte ao desenvolvimento tecnológico e a empreendimentos são decisivas para que a pesquisa possa ultrapassar os muros das universidades e culminar na efetiva produção de bens e serviços inovadores, gerando empregos, tributos e renda com base em novos paradigmas. O desafio é agregar eficientemente conhecimentos tácitos e codificados nas áreas científica, tecnológica, jurídica, de governança e de negócios, com o objetivo de viabilizar novos produtos e modelos de negócio cuja característica comum é a alta intensidade em conhecimento – uma tarefa que demanda arcabouço institucional apropriado e cooperação entre atores diversos.

Com o sancionamento da Lei Paulista de Inovação<sup>45</sup> em 2008, o Estado de São Paulo passou a contar com uma ferramenta poderosa nesse sentido – o Sistema Paulista de Inovação Tecnológica, que cria o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SP-Tec), abre diversas possibilidades de cooperação e cria estímulos para promover a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação. O Sistema Paulista de Inovação define os Parques Tecnológicos do SP-Tec por sua função, como plataformas institucionais

propícias à introdução de novidades ou aperfeiçoamentos no ambiente produtivo, e por sua espacialidade, como projetos urbanos e imobiliários que delimitam áreas específicas para a localização das entidades que o compõem. Desse modo, busca maximizar fluxos de conhecimentos, conformando pequenos e fervilhantes *clusters* empresariais.

### As tecnologias verdes: definições e mercado

Não existe uma definição consolidada que estabeleça com total precisão o que são tecnologias verdes, também chamadas de tecnologias limpas ou sustentáveis. Uma definição bastante funcional é a utilizada pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia dos Estados Unidos<sup>46</sup>, para quem as tecnologias verdes são aquelas que reduzem riscos humanos e ecológicos, melhoram a custo-eficiência, melhoram a eficiência de processos e criam produtos e processos ambientalmente benéficos ou benignos, evitando problemas ambientais, dando suporte a processos de monitoramento e avaliação, aprimorando a capacidade de controle e/ou permitindo melhor remediação de danos ao meio ambiente.

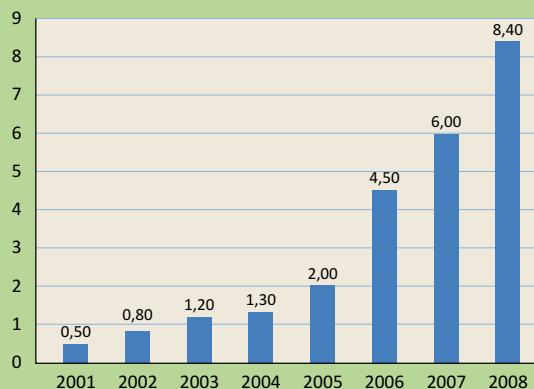
### Investimento em tecnologias mais limpas

Mundialmente, 2008 foi um ano de fortes investimentos de risco (*venture capital*) em tecnologias limpas, apesar da crise<sup>47</sup>, e o crescimento desse tipo de investimento significa otimismo por parte dos investidores com relação ao amadurecimento futuro dos diferentes segmentos. Foi apenas nos dois últimos trimestres de 2008 que o setor sentiu os efeitos da recessão global, mas os dados dos dois primeiros trimestres de 2009 já indicam uma retomada:

- Na América do Norte a tendência foi a mesma: foram investidos US\$ 5,8 bilhões de capital de risco em tecnologias limpas, contra US\$ 4,2 bilhões de 2007 (crescimento de 42%). Em 2002, este valor nem sequer atingia US\$ 1 bilhão<sup>48</sup>. Por conta desse ótimo desempenho, o setor de tecnologias limpas liderou a categoria capital de risco na região, superando o investimento de risco em *software*. Os principais tipos de tecnologia foram energia solar (40% dos investimentos), biocombustíveis (11%), transportes (9,5%) e energia eólica (6%)<sup>49</sup>;
- Espera-se um gasto governamental global em tecnologias limpas da ordem de US\$ 200 bilhões para 2009<sup>50</sup>;

- Os vetores de longo prazo das tecnologias limpas continuam bastante fortes – demanda crescente por energia, pressões sobre fontes de água, reduções de emissão de gases de efeito estufa e as limitações de longo prazo dos combustíveis fósseis<sup>51</sup>.

Investimento anual de capital de risco em tecnologias limpas: América do Norte, Europa e Israel, China e Índia (em US\$ bilhões)



Fonte: CLEANTECH, 2009.

De modo geral, fundos de investimento e outros atores do mercado que lidam com a questão de forma pragmática trabalham com a ideia de segmentos de tecnologia limpa, tais como agricultura sustentável, energia limpa, materiais, transportes sustentáveis etc. Mas a noção de tecnologia verde deve ser entendida em sentido amplo, sendo necessário definir em cada caso o quão “verde” é uma solução.

## Pesquisa em tecnologias verdes no Estado de São Paulo

Como a própria definição de “tecnologia verde” é aberta, podendo englobar produtos, serviços, processos e até mesmo modelos de gestão e de negócios, determinar o status atual da pesquisa no Estado de São Paulo demanda um levantamento específico, que deve, inclusive, considerar os padrões tecnológicos vigentes no parque industrial, de tal modo que seja possível identificar os incrementos de sustentabilidade contidos em cada proposta tecnológica.

Outro desafio importante dessa área é o alto nível de multidisciplinaridade do conceito de tecnologia verde, o que faz com que a pesquisa seja difundida em diversos campos do conhecimento e em diversos níveis entre a pesquisa de base e a pesquisa aplicada. No presente momento, agências de inovação como a INOVA Unicamp e a USP Inovação começam a atentar para o tema das tecnologias capazes de gerar ganhos incrementais de sustentabilidade, mas ainda há um longo caminho a percorrer entre pesquisa e efetiva adoção viável de soluções ambientalmente preferíveis pelo setor produtivo.

## Oportunidades

- A Lei de Inovação fortalece a agenda dos Parques Tecnológicos e vem acompanhada de incentivos fiscais associados à participação nesse tipo de iniciativa<sup>52</sup>;
- O processo de articulação e agregação de capital social em torno de um Parque Tecnológico com tecnologias mais limpas já está em andamento, no caso de Limeira e Jundiaí, com a participação da Inova – Agência de Inovação da UNICAMP;
- Para vários tipos de tecnologia, como o caso de placas fotovoltaicas, os mercados estão em franco crescimento mundial, sendo que há real possibilidade de se estabelecer uma plataforma produtiva no Estado, o que pode ser feito no contexto de um Parque Tecnológico;

- Diversos outros mercados ainda não estão em processo de estruturação consolidada no Estado, mas trazem produtos e inovações plenamente relacionados com a Economia Verde e cuja demanda pode crescer à medida que determinados vetores passem a fazer efeito. Isso é válido para muitas soluções na área de construção civil, como no setor de drenagem sustentável, saneamento ambiental, energia e transportes, entre outras.

## Papel das políticas públicas

O papel das políticas públicas se faz em dimensões bastante diversas. Por um lado, há o papel prioritário das políticas de ciência, tecnologia e inovação e, nesse sentido, o trabalho de consolidação e expansão do Sistema Paulista de Parques Tecnológicos é, sem dúvida, o vetor mais importante em curso no Estado de São Paulo, juntamente com outras linhas de ação dentro da política de desenvolvimento. Mas diversas outras frentes de atuação podem contribuir para catalisar, potencializar e qualificar os esforços em torno do que se refere especificamente às tecnologias verdes e, neste caso, trata-se tanto das contribuições de diferentes instituições em suas áreas de *expertise*, quanto de esforços de cooperação que busquem agregar diferentes competências no processo de estabelecimento e viabilização desses parques especializados.

- **Consolidação de uma definição para “tecnologias mais limpas” e pesquisa:** apesar do absoluto consenso em torno da importância das tecnologias verdes para um desenvolvimento mais sustentável, não há uma definição clara e inequívoca do que caracterizaria, na prática, esse tipo de tecnologia. Pelo contrário, o arcabouço teórico existente permite a identificação de diversos tipos de setores, produtos e processos, mas deixa uma série de zonas cinzentas. A implementação de um Parque Tecnológico de tecnologias verdes demandaria maior clareza com relação ao que pode e o que não pode ser considerado uma tecnologia mais limpa, na forma de uma definição clara e com valor legal;
- **Pesquisas de oferta e demanda tecnológica:** o intercâmbio de competências, tanto na geração quanto na adoção de tecnologias verdes, demanda conhecimentos sobre a pesquisa, de um lado, e sobre os diferentes mercados com potencial de absorção desses bens e serviços, de outro. Isso envolve a prospecção de segmentos com potencial estratégico de adoção de

tecnologias e processos mais limpos, a identificação de demandas de mercado e a prospecção e análise de projetos na ponta da pesquisa de base e aplicada, entre outros tipos de conhecimento que podem ser trabalhados por meio de políticas específicas;

- **Apoio ao desenvolvimento e aprendizado tecnológico:** como em todo o espectro de temas ligados à Economia Verde e considerando que o desempenho ambiental de produtos consiste na nova fronteira de inovação na economia de baixo carbono, apoiar o desenvolvimento e viabilização de novas tecnologias é importante para conferir massa crítica a eventuais parques tecnológicos com orientação ambiental;
- **Articulação:** na sempre decisiva esfera da institucionalidade em um tema que essencialmente trata de inovação, a consolidação de espaços de intercâmbio e interação entre atores públicos e privados pode trazer grandes benefícios ao processo como um todo. No caso dos Parques Tecnológicos de tecnologias verdes, isso pode ser feito em várias configurações, reunindo-se produtores e usuários de tecnologias, regulamentadores e outros atores nacionais e internacionais relevantes;
- **Cooperação em planejamento ambiental:** durante a etapa de pré-credenciamento do pleito de ingresso de uma iniciativa no SPTec, é obrigatória a apresentação de um estudo de viabilidade ambiental. A agregação de *expertise* do sistema ambiental na aplicação de ferramentas de planejamento nessa etapa do processo, com a cooperação entre técnicos de planejamento ambiental e pessoas jurídicas encarregadas pela gestão de cada Parque, pode facilitar sua instalação e contribuir para um melhor desempenho ambiental quando da operação;
- **Planejamento socioambiental:** um fator geralmente negligenciado no modelo econômico-espacial subjacente ao conceito de Parque Tecnológico é o contraste entre um grande potencial de geração de ilhas de prosperidade e os contextos socioeconômicos de subdesenvolvimento em seu entorno. Estender o viés ambiental para um viés sustentabilista, que considere, também, elementos de ordem social como uma própria finalidade do desenvolvimento econômico, com inspiração no paradigma emergente da responsabilidade empresarial, pode contribuir para a melhora de indicadores socioeconômicos nas comunidades de entorno dos parques do SPTec;

- **Incentivos:** a exemplo do que ocorre com o Decreto Estadual nº 53.826, de 16 de dezembro de 2008<sup>53</sup> – que permite a utilização de créditos acumulados do ICMS para a aquisição de bens e mercadorias e para o pagamento do ICMS relativo à importação de bens destinados ao ativo imobilizado, com a condição de que sejam utilizados em Parques Tecnológicos – é possível e desejável que se desenvolva uma estrutura de incentivos para alavancar especificamente o desenvolvimento e produção de bens e serviços baseados em tecnologias verdes dentro de Parques Tecnológicos. Evidentemente, isso não pode prescindir de uma definição bastante clara a respeito do que seja esse tipo de tecnologia.

## Iniciativas pró-ecologia industrial

A ecologia industrial é um campo de estudos ambientais e um paradigma de organização da produção baseado na ideia de que a sustentabilidade dos sistemas industriais deve ter como fundamentos alguns princípios dos sistemas naturais, especialmente no que se refere ao fechamento dos ciclos de materiais e à otimização do uso de energia, principais componentes do chamado metabolismo industrial<sup>i</sup>. Para a ecologia industrial, bastante praticada no mundo desenvolvido, mas ainda incipiente nos países emergentes, os fluxos de matéria e energia da atividade industrial devem ser observados de modo sistêmico e em estreita ligação com os ecossistemas impactados local, regional e globalmente, considerando, também, a influência de fatores econômicos e sociais nos processos de transformação dos recursos. Desse modo, ela vem propor um foco na eficiência, com redução de impactos ambientais, que traz interessantes potenciais para a elaboração de políticas públicas ambientais inovadoras baseadas em planejamento, além de amplas oportunidades de sinergias com temas como parques tecnológicos ou reciclagem. Interessante notar que iniciativas de vanguarda vêm incluindo até mesmo o compartilhamento de recursos humanos entre empresas, com ganhos para todas as partes envolvidas.

i A este respeito, o trabalho inovador de Robert U. Ayres é uma referência-chave. Ver AYRES, Robert U. *Industrial Metabolism*. In: *National Academy of Engineering. Technology and Environment*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.

O campo da ecologia industrial é bastante novo e ainda está em processo de consolidação dos pontos de vista teórico e prático, mas já há diversas abordagens sendo transformadas em realidade. De modo geral, o conceito é multi-escalar e abrange pelo menos três níveis: o nível global, o nível entre firmas e o nível da unidade industrial isolada<sup>54</sup>. E nestas três escalas de atuação há exemplos de iniciativas exitosas na promoção de um desenvolvimento mais sustentável: dentro de cada processo industrial, a ideia de Produção Mais Limpa vem trazendo um novo olhar à questão da eficiência, juntamente com outros conceitos; entre empresas, a simbiose industrial desponta como vertente promissora, propondo desde a simples comercialização de resíduos entre firmas até sofisticados parques ecoindustriais inteiramente planejados para integrar fluxos de matéria e energia entre diferentes firmas, como no caso de Kalundborg, na Dinamarca<sup>i</sup>; e no nível global, por sua vez, o estudo de sistemas econômicos como subsistemas da biosfera oferece subsídios indispensáveis para a ação contra as mudanças climáticas, por exemplo.

## Alguns conceitos e práticas da ecologia industrial

A ecologia industrial é um campo altamente interdisciplinar que engloba conhecimentos das ciências ambientais, economia e ciências tecnológicas, entre outras áreas. Articulando pesquisa de base com conhecimentos técnicos sobre produtos e processos de produção, ela coloca à disposição uma série de conceitos teóricos e práticos que podem ser proveitosamente adotados no contexto da Economia Verde. Abaixo estão reunidos alguns exemplos, dentre uma grande diversidade de técnicas e metodologias disponíveis.

### Prevenção à poluição

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), a Prevenção da Poluição (P2) é a redução ou eliminação de resíduos na fonte, por meio da modificação de processos produtivos, do uso de substâncias não tóxicas ou menos tóxicas, da implementação de técnicas de con-

servação e do reuso de materiais no lugar de seu descarte<sup>55</sup>. A CETESB vai além e define o conceito como qualquer prática, processo, técnica e tecnologia que visem à redução ou eliminação em volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora, incluindo, também, modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matérias-primas, eliminação de substâncias tóxicas, melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias-primas, energia, água e outros recursos naturais<sup>56</sup>.

### Produção Mais Limpa (P+L)

Para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, a Produção Mais Limpa é uma abordagem preventiva e integrada aplicada a todo o ciclo de produção para aumentar a produtividade, garantindo o uso mais eficiente de recursos materiais, energia e água, promover uma melhor performance ambiental por meio da redução na fonte de emissões e resíduos, e reduzir o impacto ambiental de produtos ao longo de seu ciclo de vida por meio do design de produtos ambientalmente amigáveis e ao mesmo tempo custo-eficientes<sup>57</sup>. A Declaração Internacional Sobre Produção Mais Limpa<sup>58</sup>, lançada na Coreia em 1998 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, oferece a organizações privadas a oportunidade de formalização de seu compromisso para com esse paradigma inovador.

### Análise de Ciclo de Vida

A Análise do Ciclo de Vida é uma abordagem do tipo “do-berço-ao-túmulo” para a avaliação de sistemas industriais, que busca traçar o desenvolvimento de um produto englobando todos os processos independentes, desde a fase de extração dos recursos naturais até o descarte na fase pós-consumo. A técnica busca avaliar todos os estágios da vida de um produto, de modo a permitir uma estimativa dos impactos ambientais cumulativos resultantes de todas as fases, incluindo muitas vezes impactos não considerados em análises tradicionais. Desse modo, oferece uma visão sistêmica dos aspectos ambientais do produto ou processo e evidencia os *trade-offs* (ou escolhas) ambientais reais para a seleção entre produtos ou processos<sup>59</sup>. Boas análises de ciclo de vida são fundamentais para a tomada de decisão em vários campos do planejamento ambiental.

i Uma excelente descrição deste *case* inovador pode ser encontrada em JACOBSEN, N. B. Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. In: *Journal of Industrial Ecology*, v. 10, n. 1-2, pp. 239-255.



### Simbiose industrial

O conceito de simbiose industrial se refere ao engajamento coletivo de indústrias que, em busca de vantagens competitivas, se articulam em trocas de materiais, energia, água ou subprodutos<sup>60</sup>, comparavelmente ao conceito biológico de simbiose, que define relacionamentos entre espécies diferentes. Na prática, a simbiose industrial se traduz em termos de articulação e colaboração entre firmas, seja na etapa de planejamento de complexos industriais, que remete ao conceito de Parque Ecoindustrial<sup>i</sup>, ou na etapa de operação, com o aproveitamento de possibilidades de sinergia trazidas pela proximidade geográfica, permitindo possibilidades interessantes de planejamento de parques e distritos industriais, em estreita ligação com a questão das tecnologias industriais, por exemplo.

### O case de Kalundborg, Dinamarca: simbiose industrial e ganhos econômicos

O complexo industrial da municipalidade de Kalundborg, na Dinamarca, é tido como o principal exemplo mundial de simbiose industrial. Lá, a implementação dos princípios da simbiose industrial se deu por meio de um processo em que as trocas de materiais entre pares de empresas evoluiu gradualmente rumo a uma intrincada rede de interações sinérgicas entre unidades operacionais independentes:

- usina de força com potência instalada de 1.300 MW (DONG Energy Asnæs);
- refinaria de petróleo (Statoil A/S);
- empresa do ramo farmacêutico e de biotecnologia (Novozymes/Novo Nordisk);
- fabricante de placas de gesso (Gyproc A/S);
- gestora de resíduos (Kara/Noveren);
- consultoria e provedora de serviços ambientais (RGS/90);
- a municipalidade de Kalundborg.

As empresas trocam água, energia e resíduos sólidos entre si, conforme diagrama da página seguinte<sup>61</sup>.

Na simbiose industrial de Kalundborg, os principais fatores de sucesso foram o alinhamento entre os objetivos da iniciativa e os objetivos de negócios das empresas envolvidas, a aceitação ao fato de que os desenvolvimentos são complexos e nem sempre rápidos, o reconhecimento de que nem todos os benefícios são mensuráveis de maneira objetiva, a ênfase na dimensão humana, isto é, em uma visão que vê a simbiose industrial como processo social tanto quanto técnico, e a priorização dos processos de aprendizado individual e coletivo durante o desenrolar da iniciativa. Tudo isso torna o *case* um excelente exemplo dos potenciais da Economia Verde.

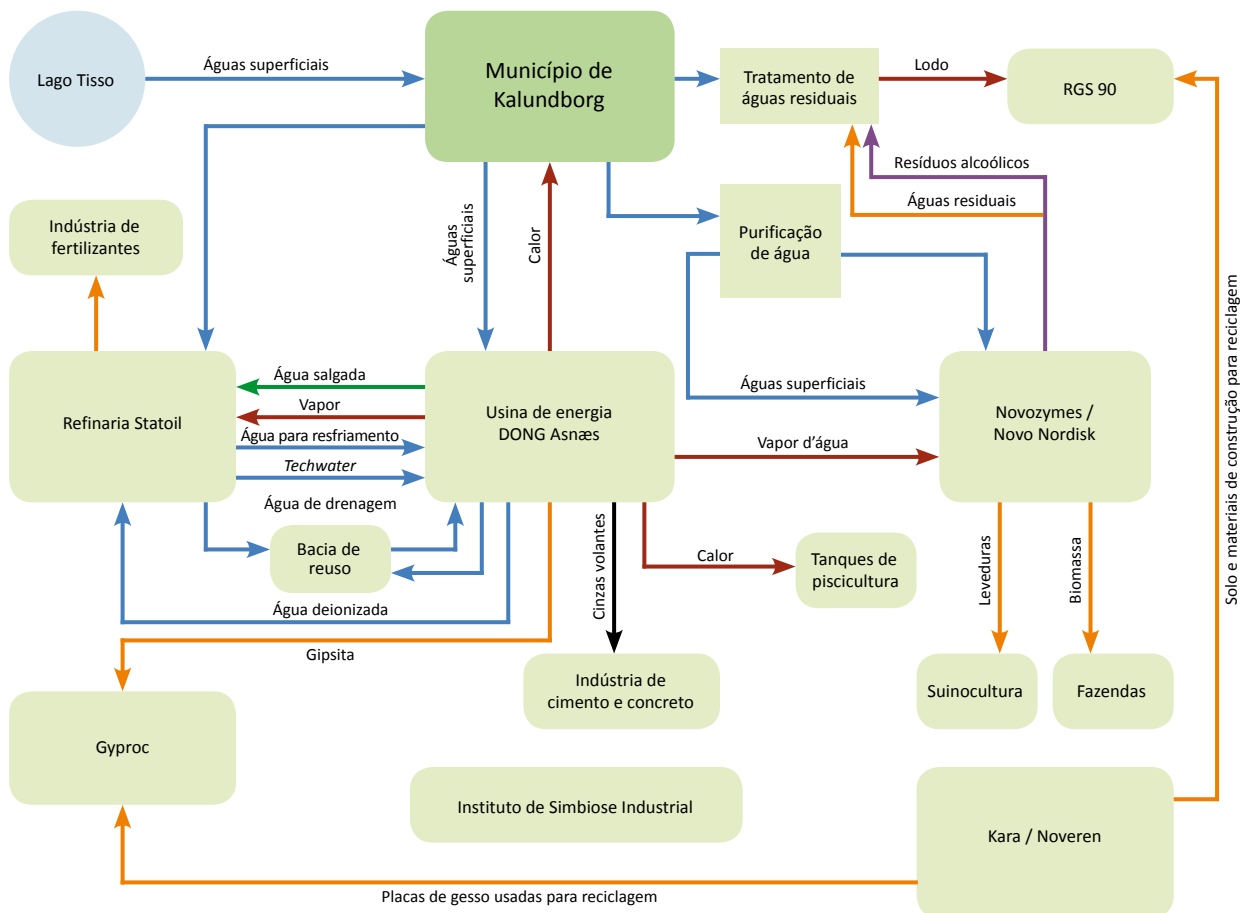
### Oportunidades

- Embora haja vários exemplos isolados no campo da simbiose industrial (cadeia do etanol, bolsas de resíduos), não há no Estado de São Paulo um *case* consolidado de distrito/parque industrial implementado com base nos princípios da simbiose industrial – há, portanto, uma oportunidade de pioneirismo. No Brasil, o projeto Rio Ecológico<sup>62</sup> criou interessantes potenciais, mas acabou não logrando os objetivos pretendidos. Ainda assim, o *case* do Parque Industrial Ecológico de Pacarambi<sup>ii</sup>, município da região metropolitana do Rio de Janeiro, continua sendo o principal exemplo de tentativa de implantar a simbiose industrial em um parque industrial no país;
- Num tempo em que cresce a importância de modelos e estratégias alternativos de políticas públicas ambientais, o desenvolvimento e implantação de políticas públicas inspiradas pelo paradigma da ecologia industrial representa um avanço em termos de governança ambiental no Estado;
- Mesmo para alternativas mais simples, há oportunidades no campo da articulação entre

i A Presidential Sustainable Development Commission dos Estados Unidos define o Parque Eco-Industrial como “uma comunidade de negócios que cooperam entre si e com as comunidades locais para partilhar recursos eficientemente (informação, materiais, água, energia, infraestrutura e habitat natural), levando a ganhos econômicos, ganhos em qualidade ambiental e melhoria equitativa de recursos humanos para os negócios e para as comunidades locais”. Tradução livre por parte dos autores. Disponível em PRESIDENTIAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT COMMISSION. *Eco-Industrial Park Workshop Proceedings*. October 17-18, 1996 Cape Charles, Virginia. Disponível em [http://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco\\_Workshop.html#iv](http://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html#iv). Acesso em nov/2009.

ii Para mais informações, v. VEIGA, Lilian B. E. *Diretrizes para a Implantação de um Parque Industrial Ecológico: Uma Proposta para o PIE de Pacarambi, RJ*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007. Disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/dveigalbe.pdf>. Acesso em nov/2009.





empresas, como no caso das bolsas e rodadas de negócio de resíduos;

- Indústria da reciclagem pode ser integrada em iniciativas de simbiose industrial;
- O momento oferece uma oportunidade para a sistematização do conhecimento e de pesquisas na área da ecologia industrial.

### Investimentos

- Os investimentos são privados e demandam análise caso a caso, dada a enorme variedade de possibilidades de articulação de soluções;
- O papel de articulação e regulação por parte do Estado demanda praticamente apenas recursos humanos;
- Investir na pesquisa é fundamental, tanto incentivando a pesquisa privada quanto oferecendo novas fontes de financiamento público para se obter novos conhecimentos em áreas úteis à gestão ambiental pública. Para tanto, é preciso organizar sistematicamente os esforços de pesquisa na área da ecologia industrial dentro do Estado, de forma semelhante ao que ocorre no caso das tecnologias verdes, e impulsionar as áreas identificadas como lacunas.

### Papel das políticas públicas

A relação entre ecologia industrial e políticas públicas é bastante fértil e pouco explorada no Brasil, e tem enorme proximidade com os temas da Economia Verde e das mudanças climáticas. Isso se deve especialmente ao fato de que o funcionamento das políticas públicas ambientais no Brasil ainda é bastante fragmentado, e de várias formas: fragmentação de competências entre esferas federativas, entre órgãos, entre setores econômicos e mesmo entre fontes de poluição dentro da mesma empresa. O próprio modelo de comando e controle com base em processos de licenciamento ambiental reflete essa postura de fragmentação, privilegiando o olhar sobre firmas individuais acima de uma perspectiva integrada do funcionamento dos sistemas econômicos – o que não significa que não seja de fundamental importância, mas dá uma ideia de algumas de suas limitações.

Nesse contexto, a visão integrada de processos e sistemas proposta pela ecologia industrial representa grandes avanços, tanto como forma de viabilizar a adoção de práticas preventivas, evitando danos ambientais indesejáveis, quanto de promover diversos tipos de agregação de

valor por parte do setor privado, em consonância com os vetores da sustentabilidade empresarial. Por isso, é preciso adicionar à política pública ambiental paulista novos meios e instrumentos para o desenvolvimento e implementação de soluções de sustentabilidade empresarial, o que, na prática, representa uma migração de um paradigma de controle para modelos mais cooperativos e baseados na capacidade de mútua influência.

- **Sistematização e fomento à pesquisa:** há muito conhecimento a ser produzido e organizado no campo da ecologia industrial e muitos desses conhecimentos são diretamente úteis para o planejamento e implantação de iniciativas nos campos da simbiose e da produção mais limpa, por exemplo, e para o próprio desenvolvimento de políticas eficazes. Cooperar com instituições de pesquisa e envolver o aparelhamento institucional estatal na produção desses conhecimentos, aproximando-os do mercado onde pertinente, pode contribuir enormemente para a implantação de iniciativas nas mais diversas áreas da Economia Verde. Isso inclui, também, a organização de

bancos de dados e a disponibilização de informações dos mais variados tipos por parte do poder público;

- **Articulação:** iniciativas de simbiose industrial requerem necessariamente um trabalho de articulação, dentro do qual a posição privilegiada do Estado permite grande contribuição na agregação de capital social. A articulação de empresas em rodadas de negócios para a comercialização de resíduos, por exemplo, é um tipo de iniciativa que pode contar com a participação do Estado. Outro tipo de ação com amplo potencial no contexto da Economia Verde é a realização de processos participativos voltados a identificar oportunidades para distritos industriais baseados em simbiose industrial;
- **Cooperação e regulação:** no contexto de mesas e rodadas de negócios para a comercialização de resíduos industriais, por exemplo, frequentemente são reveladas zonas cinzentas de regulamentação, as quais precisam chegar ao conhecimento dos órgãos públicos para conhecimento e eventual promulgação de soluções demandadas pelos atores.

## Recomendações

Como podemos observar a partir desse breve levantamento de temas referentes às tecnologias e às indústrias verdes, há grande complementaridade entre as diversas temáticas e potenciais bastante interessantes de desenvolvimento de soluções integradas entre as diferentes áreas – por exemplo, a possibilidade de incluir cadeias de reciclagem dentro de Parques Tecnológicos ou de fomentar o desenvolvimento de novas tecnologias a partir de demandas por tratamento de resíduos de uma iniciativa de simbiose industrial, sem falar nas diversas possibilidades de soluções no campo das energias renováveis. Além disso, muitas ações nesse campo já são efetivamente implementadas pelo sistema ambiental e pelo governo paulista, como é o caso da ampla atuação da CETESB na questão do controle ambiental industrial e de ações pró-ativas nas áreas da prevenção de poluição ou Produção Mais Limpa, sendo necessária a articulação para sua inclusão numa estratégia coerente pró-tecnologias verdes.

Sendo assim, no fluido e dinâmico campo das tecnologias, dentro de uma visão que considera como tecnologia verde qualquer tipo de solução que de algum modo contribua para uma maior eficiência e/ou qualidade ambiental, com geração de empregos e renda, a contribuição mais interessante da Economia Verde é a de aprimorar a capacidade de tomada de decisão, com base em uma visão mais sistêmica da economia. É isso que vêm fazendo economias mais avançadas e é isso que no futuro diferenciará sistemas econômicos limpos e eficientes de sistemas pouco competitivos. Para tanto, é preciso desenvolver agendas de fortalecimento da articulação entre empresas,

de incentivo ao desenvolvimento, aprimoramento e transferência de tecnologias verdes, de fortalecimento do planejamento ambiental e de aprimoramento do desempenho ambiental do parque industrial existente no Estado, conforme ilustrado no esquema abaixo:



## Referências

- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei Estadual nº 13.798*, de 9 de novembro de 2009. Disponível em <http://www.imprensaoficial.com.br>. Acesso em nov/2009.
- NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *Bridge to a Sustainable Future: National Environmental Technology Strategy*. Washington, D.C.: n/d, 1995.
- GREEN, M., EMERY, K., HISHIKAWA, Y. & WARTA, W. Solar Cell Efficiency Tables (Version 33). In: *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, v. 15, n. 5, pp. 425-430, 2007.
- GREENTECH MEDIA. *Polysilicon Prices Head for a Steep Fall*. Disponível em <http://www.greentechmedia.com/articles/read/polysilicon-prices-head-for-a-steep-fall-5174/>. Acesso em set/2009.
- NEW ENERGY FINANCE. *New Energy Finance Summit 2009 – The Book*. London, 2009.
- GREENTECH MEDIA. *Op. Cit.*
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. *Desafio no setor metalúrgico*. Disponível em [http://www.ipt.br/noticias\\_interna.php?id\\_noticia=30](http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=30). Acesso em set/2009.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. *Op. Cit.*
- Segundo o *Cadastro Mineiro*. Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/Default.aspx>. Acesso em ago/2009.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. *Insolação e grande reserva de quartzo podem levar o Brasil à elite do setor, afirma estudo prospectivo em andamento no CGEE*. Disponível em [http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in\\_news=726&boletim=](http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=726&boletim=). Acesso em set/2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Emission Factors Database*. Disponível em <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB>. Acesso em set/2009.
- ALSEMA, E. & de WILD-SCHOLTEN, M. *Environmental Impacts of Crystalline Silicon Photovoltaic Module Production*. Presented at 13<sup>th</sup> CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Leuven, 31 May – 2 June 2006. Disponível em [http://www.nrel.gov/pv/thin\\_film/docs/lce2006.pdf](http://www.nrel.gov/pv/thin_film/docs/lce2006.pdf). Acesso em nov/2009.
- ALSEMA, E. & de WILD-SCHOLTEN, M. *Op. Cit.*
- ENERGIA Z. Disponível em <http://www.energiaz.com.br/produtos.html>. Acesso em set/2009.
- FTHENAKIS, S. & ALSEMA, E. Photovoltaics Energy Payback Times, Greenhouse Gas Emissions and External Costs: 2004 – early 2005 Status. In: *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, v. 14, n. 3, pp. 275-280. 2006; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Fatores de Emissão de CO<sub>2</sub> pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil*. Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/72764.html>. Acesso em set/2009.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. September 2008. Disponível em [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf). Acesso em set/2009.
- FTHENAKIS, S. & ALSEMA, E. *Op. Cit.*
- FTHENAKIS, S. & ALSEMA, E. *Op. Cit.*
- SOLAR BUZZ. Disponível em <http://www.solarbuzz.com/>. Acesso em set/2009.

- 20 SOLAR BUZZ. *Op. Cit.*
- 21 UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Op. Cit.*
- 22 V. ANDERSSON, T., SERGER, S.S., SÖRVIK, J., & HANSSON, E.W. *The Cluster Policies Whitebook*. Malmö: International Organisation for Knowledge and Enterprise Development, 2004.
- 23 RAPLUS SOLUÇÕES TÉRMICAS S.A. Energia Solar Térmica. Potencialidade da tecnologia nos diversos setores. 2006.
- 24 KALGIROU, S.A. *Solar thermal collectors and applications*. Progress in Energy and Combustion Science. v. 30, ed. 3, 2004.
- 25 KALGIROU, S.A. *Op. Cit.*
- 26 SOLAR DEVELOPMENTS. Disponível em <http://www.solardev.com/SEIA-makingelec.php>. Acesso em out/2009.
- 27 EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION – ESTIF. *Solar Thermal Markets in Europe: trends and market statistics*. 2008. Acesso em mai/2009.
- 28 GREENPEACEINTERNATIONAL,SOLARPACES&ESTELA. *Concentrating Solar Power. Global Outlook 2009*. Disponível em [http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/conc entrating-solar-power-2009.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/conc%20entrating-solar-power-2009.pdf). Acesso em nov/2009.
- 29 GREENPEACEINTERNATIONAL,SOLARPACES&ESTELA. *Op. Cit.*
- 30 GREENPEACEINTERNATIONAL,SOLARPACES&ESTELA. *Op. Cit.*
- 31 GREENPEACEINTERNATIONAL,SOLARPACES&ESTELA. *Op. Cit.*
- 32 PLASTIVIDA. *Reciclagem: Reciclagem Energética*. Disponível em [http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem\\_Energetica.aspx](http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Energetica.aspx). Acesso em set/2009.
- 33 BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL/CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Coord.). *Sugarcane-based Bioethanol: energy for sustainable development*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.
- 34 EUROPEAN BIOPLASTICS. *Bioplastics. Frequently Asked Questions*. June 2008. Disponível em <http://www.european-bioplastics.org>. Acesso em set/2009.
- 35 INOVAÇÃO UNICAMP. *PHB Industrial. Crise adia meta de 2008; agora, empresa afirma que só em 2011 fabricará 36 mil toneladas/ano de plástico biodegradável*. Disponível em <http://www.inovacao.unicamp.br/pipe/report/081128-phb.php>. Acesso em set/2009.
- 36 AKIYAMA, M. et alli. *Environmental Life-Cycle Comparison of Polyhydroxyalknates produced fom renewable carbon resources by bacterial fermentation*. Polymer Degradation and Stability, v. 80, 2003, apud BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL/CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Coord.). *Sugarcane-based bioethanol: energy for sustainable development*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.
- 37 EUROPEAN COMMISSION. *Comission Council Directive 1999/31/EC (Landfill Directive)*. Mais informações disponíveis em [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm). Acesso em out/2009.
- 38 GREENPEACE INTERNATIONAL. Disponível em <http://www.greenpeace.org>. Acesso em set/2009.
- 39 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei Estadual nº 13.576, de 6 de julho de 2009*. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm>. Acesso em out/2009.
- 40 Segundo Sondagem Setorial DECON/ABINEE. Disponível em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon16.htm>. Acesso em out/2009.
- 41 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. *A Indústria Eletroeletrônica em 2020. Uma Estratégia de Desenvolvimento*. 2009. Disponível em <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/2020.pdf>. Acesso em dez/2009.
- 42 FEAM/EMPA. *Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: n/d, 2009.
- 43 CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 401, de 5 de novembro de 2008*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>. Acesso em nov/2009.
- 44 YANG, H.Y. & SCHOENUNG. *Electronic waste recycling: a review of the U.S. infrastructure and technology options*. In: *Resources, conservation and Recycling*. 45, 368-400. 2005.
- 45 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei Complementar nº 1049, de 19 de Junho de 2008*. Disponível em <http://www.legislacao.sp.gov.br>. Acesso em out/2009.
- 46 NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *Op. Cit.*
- 47 CLEANTECH GROUP, LLC. *Clean technology venture investment reaches record \$8.4 billion in 2008 despite credit crisis and broadening recession*. Disponível em <http://cleantech.com/about/pressreleases/010609.cfm>. Acesso em out/2009.
- 48 CLEANTECH GROUP, LLC. *Cleantech 2009: The Emergence of a Low Carbon Economy*. 2009. Disponível em <http://cleantech.com/whitepapers/upload/Cleantech-E2-US-Policy-Report-April-2009.pdf>. Acesso em out/2009.
- 49 CLEANTECH GROUP, LLC., *Op. Cit.*
- 50 CLEANTECH GROUP, LLC., *Op. Cit.*
- 51 CLEANTECH GROUP, LLC., *Op. Cit.*
- 52 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decreto nº 53.826, de 16 de dezembro de 2008*. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto%20n.54.906,%20de%2013.10.2009.htm>. Acesso em out/2009.
- 53 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decreto nº 53.826, Op. Cit.*
- 54 CHERTOW, M. 2000. *Industrial symbiosis: Literature and taxonomy*. In: *Annual Review of Energy and Environment*. 25: 313-337.
- 55 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Pollution Prevention (P2)*. Disponível em <http://www.epa.gov/p2/>. Acesso em out/2009.
- 56 COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Manual para Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição*. São Paulo: CETESB, 2002.
- 57 UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. *The CP Concept: What is Cleaner Production?* Disponível em <http://www.unido.org/index.php?id=o5151>. Acesso em out/2009.
- 58 UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. *Declaração Internacional Sobre Produção Mais Limpa*. Disponível em <http://www.unep.fr/scp/cp/network/pdf/portuguese.pdf>. Acesso em out/2009.
- 59 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Life cycle assessment: principles and practice*. Scientific Applications International Corporation. Cincinnati, OH: USEPA, 2006.
- 60 CHERTOW, M. *Industrial symbiosis*. In: *Encyclopedia of Energy*, C. J. Cleveland (edited). Oxford: Elsevier. n/d.
- 61 INDUSTRIAL SYMBIOSIS. Disponível em <http://en.symbiosis.dk/frontpage.aspx>. Acesso em out/2009.
- 62 GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Decreto nº 31.339, de 4 de junho de 2002*. Disponível em <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/148510/decreto-31339-02-rio-de-janeiro-rj>. Acesso em nov/2009.



# TRANSPORTE SUSTENTÁVEL

O Estado de São Paulo detém aproximadamente 33,86% do PIB brasileiro<sup>1</sup>, com diversas e importantes atividades econômicas, além do mais avançado parque tecnológico e agroindustrial do país. A fim de garantir a competitividade paulista e brasileira, seu sistema de transportes apresenta fundamental importância para atender com eficiência a enorme demanda doméstica e internacional gerada nesses setores.

As políticas de transporte devem buscar equacionar a relação espaço/tempo de modo a assegurar a mobilidade de cargas e passageiros pelo território paulista. Entretanto, as preocupações relacionadas aos fluxos não são o suficiente, é preciso que esse transporte seja sustentável. Nesse contexto, busca-se a adequação dos transportes aos requisitos da Economia Verde, na qual devem ser considerados os vínculos entre economia, sociedade e meio ambiente, associados às transformações nos processos e padrões de consumo e produção.

O setor de transportes apresenta grande capacidade para revitalizar e diversificar a economia, por meio da criação de empregos verdes, promoção do comércio sustentável e geração e distribuição de renda, atrelados à redução da poluição e do uso de recursos e energia. Assim, é preciso levar em consideração os fatores de renovabilidade dos combustíveis, a eficiência energética e a emissão de poluentes, encorajando uma mudança que defenda os enormes benefícios econômicos e sociais gerados pelo investimento em infraestrutura adequada, criação de empregos e combate à degradação ambiental.

Para que esses objetivos sejam alcançados, é necessário atentar para os fatores que englobam legislação e estabelecimento de padrões; reforma fiscal; políticas de investimentos; produção e consumo sustentáveis; inovação; transferência de tecnologias e capacitação; educação ambiental; parcerias público-privadas e políticas integradas. Dessa maneira, é preciso pensar em recomendações no sentido de melhorar a qualidade e capacidade do transporte de cargas e de passageiros no Estado, proporcionando ganhos econômicos, ambientais e de segurança.

Ponte rodoferroviária de Rubineia – SP.  
Com 2.600 metros de comprimento,  
10 de altura e 15 de largura, é a maior  
ponte do tipo no mundo.

PIERRE DUARTE/BANCO DE IMAGENS DE SP

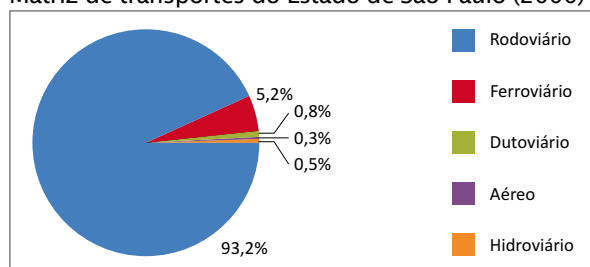


## Panorama dos transportes no Estado de São Paulo

### Transporte de cargas

Atualmente, 93,2% da produção são escoados por rodovias no Estado de São Paulo, sendo a estrada de rodagem um modo de transporte inerentemente mais poluente e menos seguro do que a ferrovia e a hidrovia. Assim, há a necessidade da eliminação dos gargalos de infraestrutura que acarretam na diminuição de velocidade dos fluxos, no maior consumo de combustíveis e na redução dos ganhos de produtividade que poderiam ser proporcionados pela utilização de modais mais eficientes.

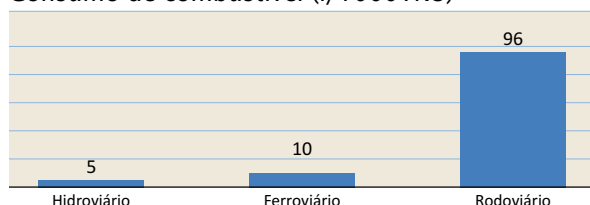
Matriz de transportes do Estado de São Paulo (2000)



Fonte: PDDT Vivo, 2000.

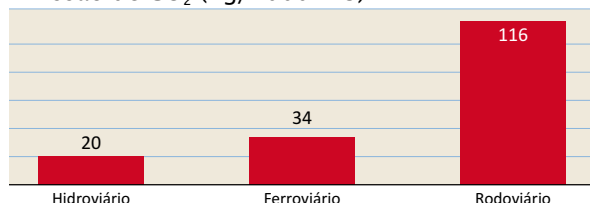
### Comparação entre os modais hidroviário, ferroviário e rodoviário

Consumo de combustível (l/1000TKU)



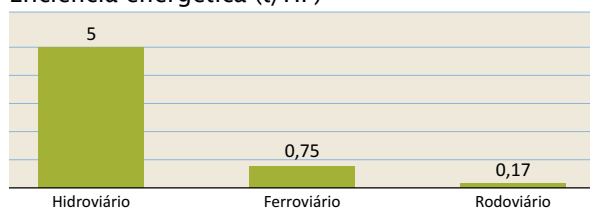
Fonte: Ministério dos Transportes.

Emissão de CO<sub>2</sub> (Kg/1000TKU)



Fonte: DOT/Maritime Administration e TCL.

Eficiência energética (t/HP)



Fonte: Ministério dos Transportes.

Observando os gráficos, percebe-se que apesar de apresentar maior consumo de combustível, maior emissão de CO<sub>2</sub> e menor eficiência energética, há no Estado de São Paulo grande predomínio do modal rodoviário sobre os demais.

A Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo<sup>2</sup> aponta como potenciais benefícios advindos do reequilíbrio dos modais no Estado: a retirada da rodovia de cerca de 70 bilhões de TKU; a economia de combustível, que chegaria a 850 milhões de litros por ano; a redução da energia dissipada sob forma de calor em até 8 bilhões de kWh, além da redução de acidentes com transporte de produtos perigosos. O potencial de geração de renda estaria na redução de 39% dos custos provocados por acidentes, na criação de 500.000 empregos diretos e indiretos e na redução da distorção na matriz de transporte no Brasil, que atualmente gasta 25% do PIB com logística. Tudo isto vem associado ao aumento na capacidade de atração de investimentos nacionais e internacionais.

Para um cenário mais alinhado com o transporte sustentável e a geração de empregos verdes, uma grande reviravolta será necessária. Isto implica num reequilíbrio dos modais, mudança nos subsídios e estabelecimento de outras formas de financiamento.

A seguir, será feita uma breve descrição dos modais de transporte paulistas.

### Rodoviário

Contando com uma frota de 19.720.984 veículos<sup>3</sup> e uma malha de 35 mil quilômetros, o Estado de São Paulo detém a melhor rede rodoviária do país<sup>4</sup>. Com enorme peso na matriz de transportes paulista, no setor rodoviário as viagens de caminhões apresentam uma distância média de 300 Km, sendo que ocorrem 30 mil viagens diárias de mais de 500 Km. Verifica-se, também, uma elevada parcela de caminhões circulando vazios (46% das viagens e 37% da quilometragem)<sup>5</sup>, o que significa um desperdício de combustíveis e sobrecarga desnecessária da estrutura.

Atualmente, a principal obra do Estado para o setor refere-se ao Rodoanel Mario Covas (SP-21), cuja função é retirar e distribuir o tráfego de passagem para o entorno da Região Metropolitana de São Paulo. Este anel viário interligará dez importantes rodovias que chegam a São Paulo – Régis Bittencourt, Raposo Tavares, Castello Branco, Fernão Dias, Dutra, Ayrton Senna, Imigrantes, Anchieta, Anhanguera e Bandeirantes.

Além do Rodoanel, ainda existem perspectivas de investimentos na região litorânea, que deverá concentrar ações devido ao fluxo de turistas na temporada de verão e à capilaridade do sistema como um todo. Entretanto, é preciso lembrar que os caminhões passaram por um acentuado processo de envelhecimento nos anos 80 e 90, as chamadas décadas perdidas. O baixo valor do frete, devido à forte competição, dificultou a renovação dessa frota nos anos seguintes, sendo que muitos caminhões antigos seguem trafegando em condições perigosas para o trânsito.

Para enfrentar as causas e efeitos de um complexo logístico extremamente concentrado no sistema rodoviário e de difícil comunicação com outros modais, é de interesse incentivar a implantação dos Centros Logísticos Integrados, a renovação da frota de caminhões e aumentar a participação, principalmente para as viagens mais longas, dos modais ferroviário, hidroviário e dutoviário, que, apesar de não apresentarem a flexibilidade do modal rodoviário para alcançar um determinado ponto do território, são mais seguros e menos poluentes.

### Ferrovário

A ferrovia é o modal com maior potencial para rebalancear a matriz de transportes no Estado de São Paulo. Além de mostrar-se eficiente para o tráfego doméstico de carga unitizada, reduzindo a pressão sobre os caminhões nas rodovias, o setor ferroviário atravessou uma modernização transformadora após a concessão desses serviços ao setor privado no período 1996-1998, o que aumentou consideravelmente sua capacidade de absorver a demanda por transportes de cargas.

Dentro do planejamento de transportes paulista, destaca-se o Ferroanel, que será de fundamental importância para a adoção de um sistema intermodal de transporte e atuará como via de contorno para os fluxos de transposição da Região Metropolitana de São Paulo, dando suporte à distribuição das cargas pelos Centros Logísticos Integrados, de onde os caminhões farão o serviço de coleta e distribuição, percorrendo pequenas distâncias pela malha urbana.

São entraves para um maior desenvolvimento do modal ferroviário a ausência do Estado na gestão das concessões e seu caráter semimonopolístico, o que acarreta em preços desfavoráveis e na pouca dinamização do setor. Outra questão refere-se ao conflito entre o governo estadual, que prioriza o tramo Sul do Ferroanel, e o governo federal, que incluiu o tramo Norte no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC.

### Dutoviário

Representando uma pequena participação na matriz de transportes paulista, o desenvolvimento do sistema dutoviário do Estado de São Paulo esteve basicamente atrelado à movimentação de petróleo e seus derivados. Com o crescimento da indústria alcooleira e o aumento da demanda por transporte de grãos líquidos, percebe-se uma mudança nesse quadro em direção à maior utilização do modal.

O desenvolvimento da indústria de biocombustíveis está diretamente relacionado às crises do petróleo de 1973 e 1979, onde a disparada do preço internacional levou o país a implementar o programa Proálcool, além de adotar estratégias de investimentos para o aumento da produção doméstica de petróleo.

O engajamento mundial para diminuir a poluição veicular e os seus efeitos adversos coloca o Brasil em posição de destaque global, onde o setor de biocombustíveis tem apresentado crescente demanda internacional. Dentro desse contexto, é importante que seja estimulado o desenvolvimento de uma infraestrutura de transportes que responda com eficiência às exigências do mercado. Isto implica em uma política de exportação que possibilite uma base logística confiável e eficiente.

Além do mercado externo, a implantação de sistemas dutoviários está diretamente ligada à concentração dos fluxos na Macrometrópole, composta pelas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Baixada Santista, municípios do Vale do Paraíba (São José dos Campos, Caçapava, Jacareí e Taubaté) e pela região de Itu/Sorocaba. Atualmente, está prevista a implantação do poliduto Paulínia/Uberlândia/Brasília, o que incrementará a participação deste modal, trazendo o álcool do interior do Brasil para a Macrometrópole.

O sistema dutoviário, associado aos Centros Logísticos Integrados, oferece enormes possibilidades de ganhos econômicos, ambientais e de segurança, sendo de interesse que o mesmo seja priorizado para o transporte de combustíveis por longas distâncias.

### Hidroviário

A região polarizada pelo Estado de São Paulo dispõe de um sistema hidroviário fluvial de 2.400 Km, sendo que o núcleo principal é formado por dois ramos de um "T" navegável, da ordem de 1.700 Km (trecho São Simão - Itaipu e a extensão tronco já utilizável do rio Tietê)<sup>6</sup>.

Em seu trecho paulista, a Hidrovia Tietê-Paraná possui 800 quilômetros de vias navegáveis, 10 eclusas, 10 barragens, 23 pontes, 19 estaleiros e 30 terminais intermodais de cargas<sup>7</sup>.

A movimentação de cargas corresponde a 4 milhões de toneladas anuais, envolvendo produtos como soja, cana-de-açúcar, álcool, calcário e milho<sup>8</sup>, sendo que, apesar do grande potencial hidroviário, o modal ainda representa uma parcela muito reduzida na matriz do Estado (0,5%). Isto se explica pelas limitações referentes ao obstáculo de Itaipu e pela distância da extremidade navegável de montante do Tietê à metrópole, bem como às limitações de infraestrutura, tais como: dimensão das eclusas, vãos pequenos das pontes, calados insuficientes em épocas de seca em determinados trechos e a falta de regularidade na concatenação dos fluxos nos terminais.

Através de investimentos para suprimir as deficiências de infraestrutura e de sua escolha como eixo de longo percurso no sistema *hubs and spokes*, onde cada *hub* é uma plataforma logística, o Departamento Hidroviário – DH pretende elevar a quota da hidrovia para 6% da divisão modal (em TKU) até 2020.

### Aeroviário

São Paulo conta com 31 aeroportos administrados pelo Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo – DAESP, além dos Aeroportos de Congonhas, Cumbica, Viracopos, Campo de Marte e São José dos Campos, que são de responsabilidade da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO. A importância dessa estrutura está em sua capacidade de facilitar o escoamento de produtos, principalmente os de maior valor agregado, além de agilizar viagens de turismo e negócios.

Visando proporcionar a integração do sistema de transportes e estimular pólos produtivos do interior do Estado, o DAESP tem investido na ampliação e modernização de suas instalações, com reformas nas pistas e em terminais de passageiros de seus aeroportos.

Convém lembrar que, durante as decolagens dos aviões, utiliza-se até 25% do total de combustíveis consumidos nos voos curtos e se produz a maior parte das emissões nocivas<sup>9</sup>. Dessa forma, recomenda-se reduzir o número desses voos curtos e encorajar os passageiros a mudar, quando possível, sua opção para outros modais de transporte.

## Transporte de passageiros

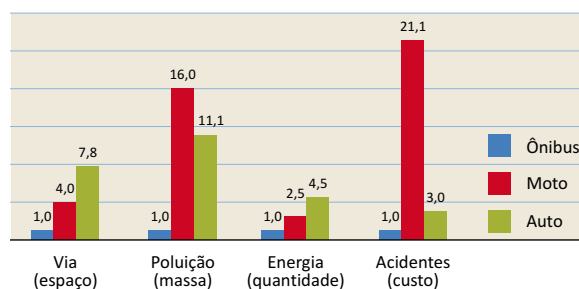
No que se refere ao transporte de passageiros, além da necessidade de se planejar e estruturar as cidades de menor porte, um dos maiores desafios do Estado corresponde à crescente frota de veículos automotivos em determinadas cidades, onde os fluxos intra e interurbanos de passageiros são complexos e influem nas políticas públicas ambientais.

Nas Regiões Metropolitanas, os desafios das políticas públicas estaduais no que diz respeito ao transporte referem-se à redução das “deseconomias” causadas pelas deficiências do transporte urbano, sendo fundamental a redução da dependência em relação aos veículos particulares, por meio do aumento da utilização e oferta dos meios de transporte públicos.

Para tanto, o governo do Estado de São Paulo conta com o Plano Integrado de Transportes Urbanos – PITU<sup>10</sup>, que é um processo permanente de planejamento cujas propostas devem ser revisadas periodicamente para ajustá-lo a mudanças de conjuntura, mantidos seus objetivos básicos, e com o Plano Expansão SP<sup>11</sup>, criado para melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços do transporte público nas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista. Com investimentos da ordem de R\$ 21 bilhões, este plano quadruplicará a rede sobre trilhos na Região Metropolitana de São Paulo para 240 Km, criará novos corredores de ônibus e o metrô leve. Mais bicicletários e estacionamentos interligados com o Metrô e a CPTM ajudarão os usuários a reduzir o tempo de deslocamento. Ao todo, 40 mil empregos diretos e milhares de indiretos estão sendo gerados.

O gráfico de consumos e impactos relativos com uso de ônibus, motos e autos em cidades brasileiras demonstra as externalidades negativas causadas pela adoção do transporte individual frente ao ônibus.

Consumo e impacto relativos ao uso de ônibus, motos e autos em cidades brasileiras (passageiro/Km)

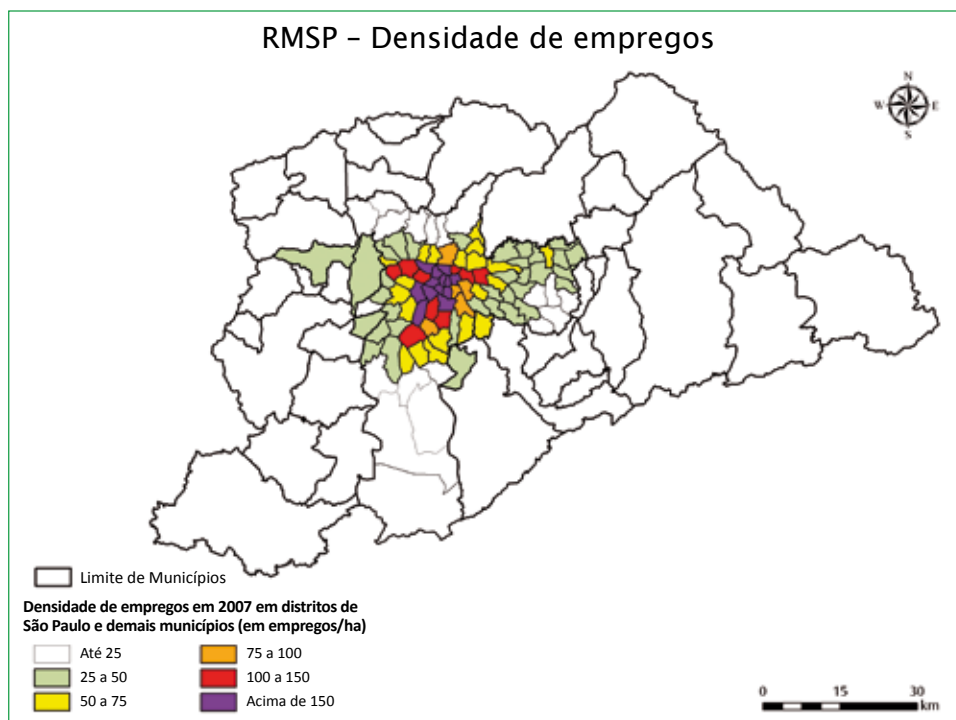


Fonte: ANTP, 2009.

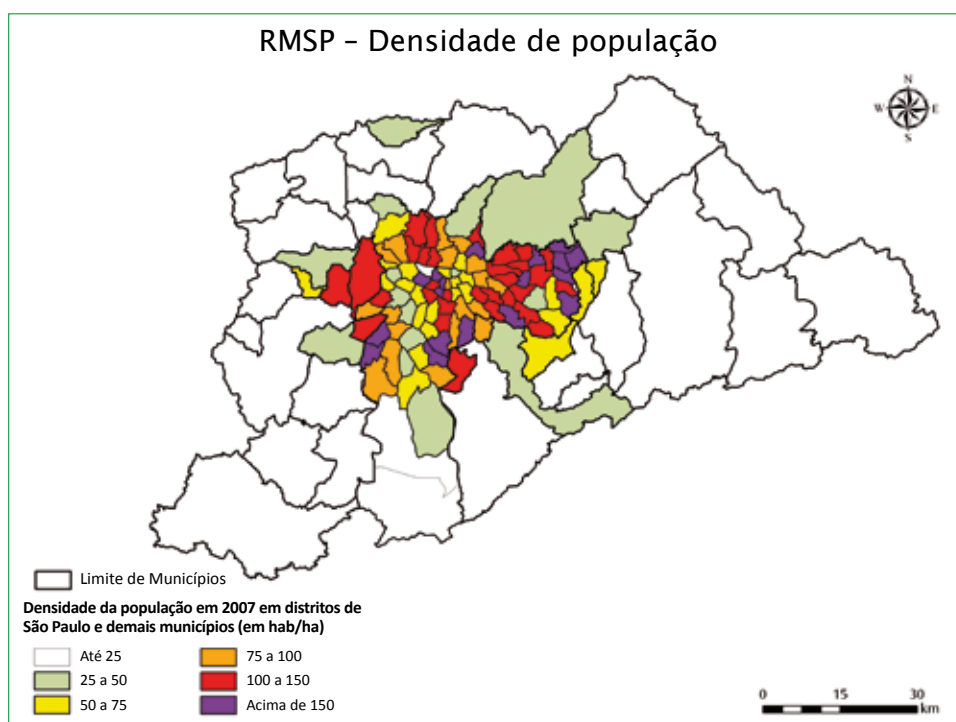


Cabe lembrar que as políticas em busca de um transporte sustentável implicam, além da melhoria e integração de diferentes modos de transporte, em profundas alterações no uso da terra e no ordenamento do território. Dessa forma, é preciso reduzir a quantidade dos movimentos pendulares e dotar

de infraestrutura as zonas urbanas periféricas, com a diversificação e expansão do setor de serviços nesses locais. Os mapas de Densidade de Empregos e Densidade de População mostram o desequilíbrio entre os locais de moradia e a oferta de trabalho na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP:



Fonte: Adaptado de Pesquisa Origem e Destino, 2007.



Fonte: Adaptado de Pesquisa Origem e Destino, 2007.

Com a redução das distâncias das viagens, obtida por meio da desconcentração da oferta de empregos, tem-se a consequente diminuição da necessidade de utilização de transportes motorizados, do tráfego nas regiões centrais e das emissões de gases poluentes.

Outra questão que precisa ser enfrentada refere-se aos picos de congestionamento, onde há uma enorme quantidade de pessoas se deslocando em horários coincidentes e gerando, consequentemente, uma elevada demanda pela estrutura de transportes.

Essas questões levantadas devem ser enfrentadas de maneira articulada entre as secretarias de estado e com os municípios envolvidos, objetivando a melhoria da qualidade de deslocamento da população e a redução dos impactos ambientais causados pela demanda.

A tabela seguinte mostra alguns exemplos de políticas para o transporte sustentável adotadas em outros países.

### Práticas internacionais em políticas orçamentárias para o Transporte Sustentável<sup>12</sup>

TAXA DE COMBUSTÍVEL	Imposto sobre a gasolina/diesel (Polônia); imposto sobre o carbono (Suécia)
TAXA SOBRE OS VEÍCULOS	Impostos e taxas anuais atribuídos aos veículos (União Europeia); reduções ou isenções fiscais para carros novos limpos, energeticamente eficientes (Dinamarca, Alemanha, Japão); taxas anuais de externalidades de CO <sub>2</sub> e fumaça (Dinamarca, Reino Unido).
INCENTIVOS AOS VEÍCULOS NOVOS	Descontos para carros limpos (Japão, EUA); impostos para carros pouco eficientes (EUA); <i>feebate</i> : taxas e descontos variáveis de acordo com o consumo de combustível (Áustria).
TAXAS RODOVIÁRIAS	<i>Road Pricing</i> / Pedágio nas vias de alta ocupação (Califórnia, EUA); preços de congestionamento (Londres, Reino Unido); Pedágio Eletrônico (Cingapura).
TAXAS DE UTILIZAÇÃO	Taxas de estacionamento (Califórnia, EUA); taxas no local para estacionar (Canadá, Alemanha, Islândia, África do Sul); gestão da demanda por estacionamento (EUA).
SEGURO DE AUTOMÓVEL	Multas por falta de seguro obrigatório (Reino Unido, EUA); imposto específico para seguro de automóvel (França); Seguro Pague o quanto dirige e Pague o quanto abastece (Reino Unido, EUA).
INCENTIVOS À FROTA DE VEÍCULOS	Frotas públicas limpas, energeticamente eficientes e financeiramente eficazes (Canadá); incentivos para carros de empresa limpos e energeticamente eficientes (Reino Unido).

Fonte: Adaptado de GORDON, D., 2005.



Eclusa no rio Tietê: ampliação de navegabilidade nos rios paulistas.

## Recomendações

### Indicadores de eficiência ambiental para diferentes modais

Visando à sustentabilidade nos transportes, é importante mensurar quais os tipos de impacto causados pela instalação e operação dos sistemas de infraestrutura dos diferentes modais e definir indicadores de eficiência ambiental para redirecionar o desenvolvimento dos transportes rumo aos objetivos da Economia Verde.

### Política tributária estimulando modais não-rodoviários

Para que seja possível a realização da transferência de uma matriz de transporte predominantemente rodoviária em direção a uma matriz menos onerosa ao meio ambiente, é preciso superar as limitações existentes nos outros modais. Assim, é de relevante importância trabalhar no sentido de favorecer a redução ou isenção fiscal incidente sobre bens de capitais e bens destinados à construção da infraestrutura necessária para os modais hidroviários, dutoviários e ferroviários.

### Planejamento do transporte de combustíveis

Outra questão importante refere-se aos impactos gerados por acidentes com transporte de produtos perigosos. De acordo com a Secretaria de Transportes, no ano de 2007, houve 349 casos no Estado de São Paulo<sup>13</sup>. Visando à redução desses incidentes, devem ser feitos estudos para estipular uma distância adequada para que o transporte de combustíveis possa ser realizado por caminhões no Estado de São Paulo.

### Expansão do programa de inspeção veicular para todo o Estado de São Paulo

Ação que objetiva estimular a manutenção adequada dos veículos registrados no Estado de São Paulo e das emissões de poluentes dentro dos padrões recomendados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente<sup>14/15</sup>.

O Programa de Inspeção Veicular Ambiental já vem sendo implantado no município de São Paulo gradativamente, sendo que, em 2008, começou com toda a frota a diesel registrada na cidade. Em 2009 passaram pela inspeção todos os veículos a diesel, todas as motos (exceto as de 2 tempos) e os carros movidos a álcool, gás ou gasolina registrados na cidade de São Paulo entre 2003 e 2008.

Além de implantar programas de inspeção veicular de emissões de poluentes e ruído, formar parceria com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo para treinamento das equipes municipais que realizam a inspeção veicular, bem como introduzir programas suplementares de fiscalização nas vias públicas, também será preciso coibir a evasão do licenciamento. Desta forma, pretende-se reduzir a poluição do ar e sonora, além dos acidentes e panes nas vias e, conseqüentemente, dos congestionamentos.

Outro ganho está relacionado à economia de combustíveis, já que os carros desregulados consomem mais. No Município de São Paulo, espera-se que com a Inspeção o consumo de combustível caia em 10%<sup>16</sup>.

Por fim, destacam-se os benefícios econômicos e sociais advindos da redução de internações hospitalares e da melhora da qualidade de vida da população.

## Programa de renovação da frota de caminhões

Tendo em vista que o modal rodoviário apresenta enorme peso em nossa matriz de transporte, é de interesse que a expansão da inspeção veicular seja pensada em conjunto com um programa de renovação da frota de caminhões, para que não haja o aumento da evasão do licenciamento nem a retirada abrupta de muitos caminhões em circulação, o que poderia diminuir a oferta de transporte e gerar o aumento exagerado do preço do frete.

Assim, faz-se necessário pensar em um plano de incentivos fiscais e financeiros para a renovação da frota de caminhões do Estado, que seja capaz de induzir a modernização do setor rodoviário e a utilização dos veículos adequados aos limites de emissões de poluentes regulados pelo Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores<sup>17</sup> – PROCONVE.

Além dos benefícios ambientais, já que os veículos muito antigos consomem mais combustíveis e emitem muito mais poluentes que um novo, a renovação da frota é uma boa oportunidade para a geração de empregos e fomento da indústria automobilística no Brasil. Entretanto, cabe lembrar que esse programa deve atrelar os benefícios às garantias de sucateamento dos caminhões antigos, para que não haja o risco de apenas aumentar o número de veículos em circulação.

## Política tributária ambiental para transportes

Criação de instrumento para implementação de políticas econômicas e ambientais, onde o Estado induz comportamentos por meio da tributação em sua função extrafiscal, ou seja, tendo como objetivo principal uma interferência no domínio econômico que busque um efeito diverso da simples arrecadação de recursos financeiros. Nesse caso, tal indução pode se dar na forma de estímulos e incentivos fiscais ou de desestímulos e penalidades, inclusive pecuniárias.

A tributação ambiental levaria os agentes a ações que visam à redução da poluição e à racional utilização dos recursos naturais. Além dos ganhos ambientais e da redução de gastos com atendimentos no setor de saúde, essas mudanças também poderiam incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias de motor e combustível.

Atualmente a alíquota do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, aplicada sobre a base de cálculo atribuída ao veículo, é de 1,5% para veículos de carga, tipo caminhão; 3% para veículos que utilizarem motor especificado para funcionar, exclusivamente, com os seguintes combustíveis: álcool, gás natural veicular ou eletricidade, ainda que combinados entre si, e 4% para os demais veículos automotores. Dessa forma, não há cobrança diferenciada sobre a propriedade de automóveis, que leve em consideração suas particularidades no que diz respeito à utilização de combustíveis renováveis, emissão de poluentes e eficiência energética, analisados em conjunto.



Para que essas ações sejam implementadas, o Estado deverá definir indicadores e propor alterações legais de cunho tributário. A Nota Verde e o indicador de CO<sub>2</sub><sup>18</sup> colocados recentemente à disposição do mercado, juntamente com o Programa Brasileiro de Eficiência e Etiqueta Veicular<sup>19</sup> (PBE Veicular), que apresenta informações sobre o desempenho do automóvel em relação ao consumo de combustível na cidade e na estrada, são importantes instrumentos para o desenvolvimento de práticas de consumo consciente e para tornar viável a adoção de medidas públicas no sentido de estimular financeiramente a escolha de veículos ambientalmente mais adequados.

## Agenda ambiental para transportes

- Promoção do transporte não motorizado
- Promoção do transporte público
- Redução do tempo e distância das viagens

Essa agenda visa estimular ações de planejamento e a estruturação das cidades, com vistas ao desenvolvimento de soluções locais para as diferentes realidades e necessidades referentes à sustentabilidade nos transportes. Cada cidade ou região deve analisar suas condições atuais e estabelecer objetivos a serem cumpridos no âmbito do objetivo geral.

Cabe ao Estado definir as metas paulistas, incentivar o desenvolvimento de políticas municipais de melhoria da qualidade ambiental nos transportes e articulá-las entre os municípios. Na região metropolitana de São Paulo, pode-se traçar para 2020, por exemplo, as metas de: aumento da participação das viagens não motorizadas de 33,9% (média em 2007) para 38,3%; aumento da participação dos modais coletivos de 55,3% (em 2007) para 65%; e a redução do tempo de viagem de 39min (média em 2007) para 33min (média em 1997)<sup>20</sup>.

O porto de Santos:  
o maior do Brasil.



## Escalonamento dos horários de trabalho

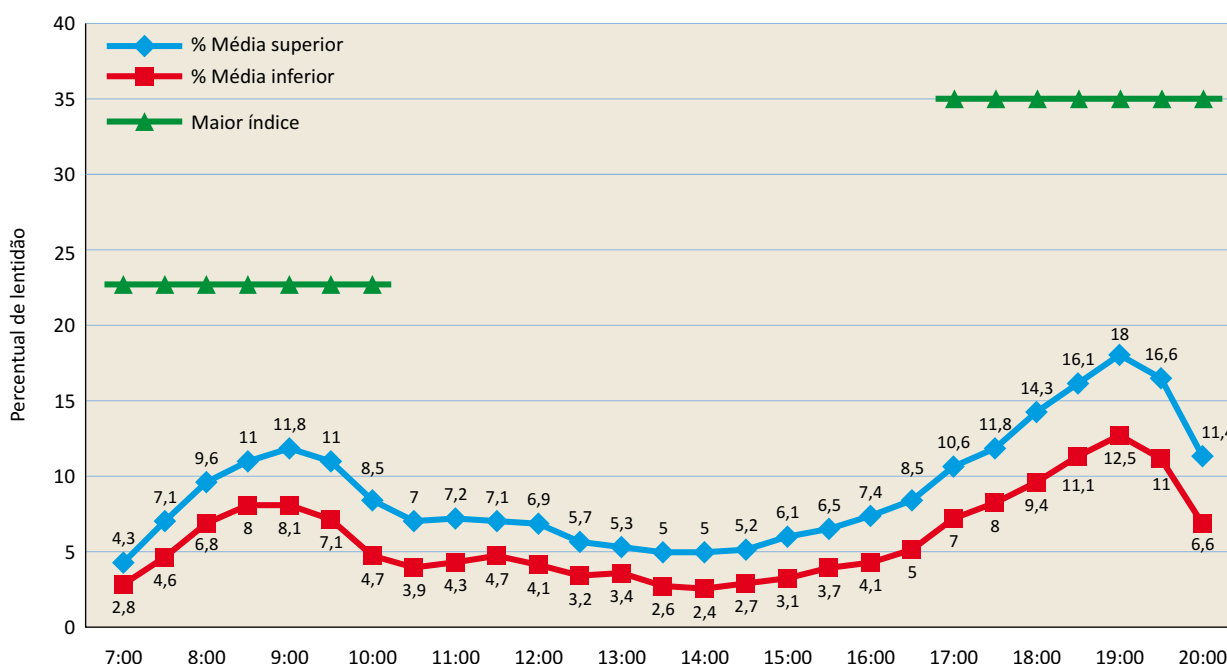
Ações no sentido de modificar conceitos e hábitos dos trabalhadores, empresas e governos no que se refere aos horários de trabalho, escalonando os inícios de expediente e evitando que os trabalhadores sejam obrigados a se deslocar de suas casas para o trabalho e do trabalho para casa em horários coincidentes.

O escalonamento dos horários de trabalho deve levar em consideração o tipo de atividade e as necessidades específicas da empresa, buscando desenvolver modelos mais eficientes de gerenciamento do deslocamento da população.

Como possíveis ganhos advindos dessas ações, destacam-se a redução nos congestionamentos, a redução da emissão de gases poluentes e das “deseconomias” causadas por estes. Utilizando menor tempo para o deslocamento até o local de trabalho, também é possível melhorar as condições para a prática de atividades físicas, repouso e lazer (gerando empregos nestes setores), bem como o equilíbrio na relação entre trabalho e família. Isto irá refletir na melhora da disposição física e mental do funcionário e, conseqüentemente, em um trabalho mais produtivo e de melhor qualidade.

Apesar dos enormes benefícios advindos de uma política de escalonamento dos horários de trabalho, é preciso entender as suas limitações, onde se pode ter uma redução dos períodos em que atividades diversas se comunicam. Levando-se em consideração os limites para a ampliação do escalonamento, devido à interdependência entre as empresas e os horários de funcionamento de serviços essenciais, bem como a possibilidade de dificultar a rotina de quem tem mais de uma atividade (p. ex., escola e trabalho), é preciso pensar em outras ações complementares, no sentido de melhorar o trânsito urbano. Uma alternativa possível seria a cobrança pelo tráfego de veículos em determinadas vias urbanas.

### Percentual de lentidão para quarta-feira – São Paulo – SP\*



\* Para o período de setembro de 2008 a setembro de 2009.

Fonte: Adaptado de CET – Companhia de Engenharia de Tráfego – São Paulo, SP, Brasil<sup>21</sup>.

## Implementação do pedágio urbano no centro expandido de São Paulo

Após forte ampliação da rede de transporte público, pode-se trabalhar com a ideia da utilização do mecanismo de pedágio no Centro Expandido de São Paulo, com o intuito de cobrar dos usuários do transporte individual as externalidades negativas geradas durante as horas de maior demanda pela circulação. Dessa forma, busca-se a redução dos congestionamentos, o incentivo ao uso do transporte público e a geração de receitas para investimento em infraestrutura de transportes.

Dentre os benefícios dessa política, estão as reduções nos congestionamentos, redução das emissões de gases poluentes, a indução a uma distribuição espacial e temporal do excesso de demanda nas vias de transportes, bem como o fato de que a verba arrecadada seria direcionada para a melhoria do transporte público no local atingido e seu entorno.

Para que tais medidas sejam respeitadas, é necessário que o Estado fiscalize e garanta a aplicação da verba arrecadada na melhoria da infraestrutura do transporte público da região.

A viabilidade política dessa estratégia, bem como a capacidade do sistema de transporte público para receber os passageiros desviados dos automóveis particulares, ainda são assuntos críticos. Os investimentos previstos no Plano Integrado de Transporte Urbano – PITU<sup>22</sup>, associados aos ganhos ambientais e às melhorias advindas do direcionamento da verba arrecadada, podem tornar a população mais receptível a esse projeto, principalmente a grande parcela que não dispõe de meios particulares para locomoção, mas que acaba por absorver as externalidades negativas geradas pelo atual modelo.

Plataforma de estação da CPTM, melhorias e integração no transporte urbano para facilitar a mobilidade do cidadão.



## Referências

- 1 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Contas Regionais do Brasil 2003-2006*. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003\\_2006/contasregionais2003\\_2006.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2006/contasregionais2003_2006.pdf). Acesso em nov/2009.
- 2 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes – PDDT Vivo 2000/2020*. Relatório Executivo.
- 3 DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE SÃO PAULO – DETRAN. Disponível em <http://www.detransp.gov.br/frota/frota.asp>. Acesso em out/2009.
- 4 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. *Pesquisa Rodoviária 2009*.
- 5 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Balanço Anual dos Transportes 2007*.
- 6 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Balanço Anual dos Transportes 2007*. Op. Cit.
- 7 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Hidrovia*. Disponível em <http://www.transportes.sp.gov.br/v20/hidrovia.asp>. Acesso em out/2009.
- 8 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Hidrovia*. Op. Cit.
- 9 UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. September 2008. Disponível em [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf). Acesso em set/2009.
- 10 SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Integrado de Transporte Urbano – PITU*. Disponível em [http://www.stm.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2078&Itemid=93](http://www.stm.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2078&Itemid=93). Acesso em nov/2009.
- 11 SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Expansão SP* – Disponível em <http://www.expansao.sp.gov.br/>. Acesso em nov/2009.
- 12 GORDON, D. *Fiscal Policies for Sustainable Transportation: International Best Practices*. 2005. Disponível em [http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-59935\\_gordon.pdf](http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-59935_gordon.pdf). Acesso em dez/2009.
- 13 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Balanço Anual dos Transportes 2007*. Op. Cit.
- 14 CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA nº 315*, de 29 outubro de 2002. Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões Veiculares – PROCONVE. Disponível em [http://www.ibama.gov.br/proconve/ArquivosUpload/6resolucao\\_315-02\\_-\\_novas\\_etapas.pdf](http://www.ibama.gov.br/proconve/ArquivosUpload/6resolucao_315-02_-_novas_etapas.pdf). Acesso em nov/2009.
- 15 CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA nº 342*, de 25 de setembro de 2003. Estabelece novos limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, em observância à Resolução no 297, de 26 de fevereiro de 2002, e dá outras providências. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/proconve/ArquivosUpload/5342.pdf>. Acesso em nov/2009.
- 16 PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. *Guia completo da inspeção veicular*. Disponível em [http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/a\\_cidade/noticias/index.php?p=28031](http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/noticias/index.php?p=28031). Acesso em out/2009.
- 17 CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA nº 315*. Op. Cit.
- 18 INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *MMA e Ibama classificam carros por emissão de CO<sub>2</sub> e poluentes*. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/2009/09/mma-e-ibama-classificam-carros-por-emissao-de-co2-e-poluentes/>. Acesso em out/2009.
- 19 MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Portaria nº 391, de 04 de novembro de 2008. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001380.pdf>. Acesso em nov/2009.
- 20 COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ. *Pesquisa Origem e Destino 2007*.
- 21 COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – Gráfico de Lentidão. Disponível em <http://cetesp1.cetesp.com.br/monitransmapa/agora/graficolimite.asp>. Acesso em set/2009.
- 22 SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Integrado de Transporte Urbano – PITU 2020*. Op. Cit.



# CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL

A cadeia produtiva da construção civil faz parte do *construbusiness* brasileiro, representando 9% do PIB nacional<sup>1</sup> e a abertura de mais de 700 mil novos empregos em 2008. A indústria da construção encontra-se em ritmo crescente de atividades devido à necessidade de diminuir o déficit habitacional e melhorar a infraestrutura urbana no Brasil. O resultado, como pôde ser verificado nos últimos anos, é uma expansão expressiva do crédito habitacional e a participação maciça do investidor externo nas captações brasileiras no mercado aberto<sup>2</sup>.

A construção civil, além de movimentar a economia brasileira, exerce impactos ambientais ao absorver grande quantidade de recursos naturais e gerar gases de efeito estufa (um terço das emissões), por meio do consumo de energia em edificações ou na produção de materiais construtivos, para citar alguns exemplos<sup>3</sup>.

O IPCC<sup>4</sup> estimou que aproximadamente 30% das emissões de CO<sub>2</sub> em edifícios podem ser evitadas mundialmente se forem introduzidas novas tecnologias, como sistemas de aquecimento solar e a aquisição de eletrodomésticos mais eficientes.

Tecnologias mais limpas são uma oportunidade para a criação dos chamados empregos verdes. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho<sup>5</sup>, o aumento da eficiência energética, bem como da reciclagem de materiais, pode proporcionar o desenvolvimento social, transformação de mercado e evitar os efeitos das mudanças climáticas.

Esta seção do relatório de Economia Verde explora o crescimento atual da indústria da construção civil, seus impactos ambientais e as novas oportunidades de geração de emprego e renda, por meio de

Casa do Artesão em Piracaia: construção com sustentabilidade.



ações focalizadas em eficiência energética e na reciclagem de materiais. Também se propõe, como recomendação, a criação do Programa Estadual de Construção Civil Sustentável, aprofundando ações que já tiveram início com o Protocolo da Construção Civil Sustentável, firmado em 2008 entre governo e atores da cadeia da construção civil, e objetivando estabelecer diretrizes para o desenvolvimento sustentável do setor.

## Panorama da construção civil no Estado de São Paulo

O crescimento do mercado da construção civil e a perspectiva futura estão fundamentados em três questões<sup>6</sup>:

- **Taxa de crescimento das famílias:** a projeção é que o Brasil passará de 60,3 milhões de famílias, em 2007, para 95,5 milhões em 2030.
- **Crescimento da renda das famílias:** o deslocamento de renda continuará ascendente, permitindo que um grande contingente de famílias adquira capacidade de compra do imóvel próprio.
- **Situação do crédito habitacional:** fundamentada na caderneta de poupança e no FGTS, que pouco sofreram com a crise econômica.

### Projeção da situação habitacional (2007-2030)

ANO	2007	2017	2030
PESSOAS POR MORADIA	3,4	2,9	2,5
MORADIAS (MILHÕES)	56,2	72,4	93,1
POPULAÇÃO (MILHÕES)	189,1	211,2	233,6

Fonte: PENNA, C.D., 2009.

Investimentos em obras públicas de habitação serão algumas das medidas responsáveis por impulsionar a economia do Brasil. No início de 2009, o governo federal lançou o Plano Nacional de Habitação (PlanHab), que prevê solucionar o problema do déficit habitacional em 15 anos. A meta é construir 27 milhões de moradias até 2023, para atender a população de baixa renda e zerar esse déficit<sup>7</sup>. O Estado de São Paulo também anunciou um investimento de R\$ 1,6 bilhão, com ênfase na urbanização de favelas, na construção de moradias e em programas integrados de governo, como a recuperação socioambiental da Serra do Mar em Cubatão.

Nesse cenário favorável, os empregos aumentaram quase 18% na cadeia da construção<sup>8</sup>, havendo no Estado de São Paulo aproximadamente 642 mil trabalhadores na construção civil<sup>9</sup>. Somente no primeiro semestre de 2009, a construção paulista abriu 3.472 vagas com carteira assinada (alta de 0,56% em relação a maio do mesmo ano), totalizando a abertura de 28.803 novos empregos no primeiro semestre. Com isso, superou as 17.950 demissões ocorridas em novembro e dezembro de 2008 por conta da crise econômica<sup>10</sup>.

Porém, os sindicalistas detectaram que o aumento do emprego no setor tem se dado, também, por meio de contratações informais, sem registro em carteira. Uma pesquisa informal feita pelo SINTRACON-SP<sup>11</sup> indicou que cerca de 70 mil trabalhadores estão empregados informalmente na construção civil no país.

## Impacto ambiental

A construção civil é responsável por consumir entre 30% e 40% de todos os recursos extraídos da natureza. No tocante à madeira, por exemplo, dos 64% produzidos na Amazônia, 15% são consumidos pelo setor no Estado de São Paulo, sendo que grande parcela da madeira utilizada é de origem ilegal ou predatória<sup>12</sup>, contribuindo, de acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável<sup>13</sup>, para a emissão de 10 tCO<sub>2</sub> na atmosfera.

Outro material muito utilizado na construção civil e grande contribuidor para o efeito estufa é o cimento *Portland*. Para a produção do cimento, há o processo de descarbonatação do calcário respondendo, então, pela emissão de 6% de CO<sub>2</sub><sup>14</sup> no mundo todo. Somente no Brasil, com uma produção anual de 38 milhões de toneladas de cimento *Portland* (comum), libera-se para a atmosfera aproximadamente 22,8 milhões de tCO<sub>2</sub>/ano<sup>15</sup>.

Além da produção e transporte dos materiais causarem grandes impactos ambientais, as edificações consomem mais energia do que qualquer outro setor<sup>16</sup>. Representam 35% de toda energia consumida pela sociedade, sendo que aproximadamente 80% do consumo é devido ao uso e operação dos edifícios, além da geração de 30% dos resíduos sólidos e 20% do consumo de água<sup>17</sup>.

A eletricidade é responsável por grande parte das emissões de gases de efeito estufa devido ao fato de sua geração ser ainda baseada em combustíveis fósseis. O gráfico a seguir mostra a emissão de CO<sub>2</sub> causada pela geração de eletricidade e

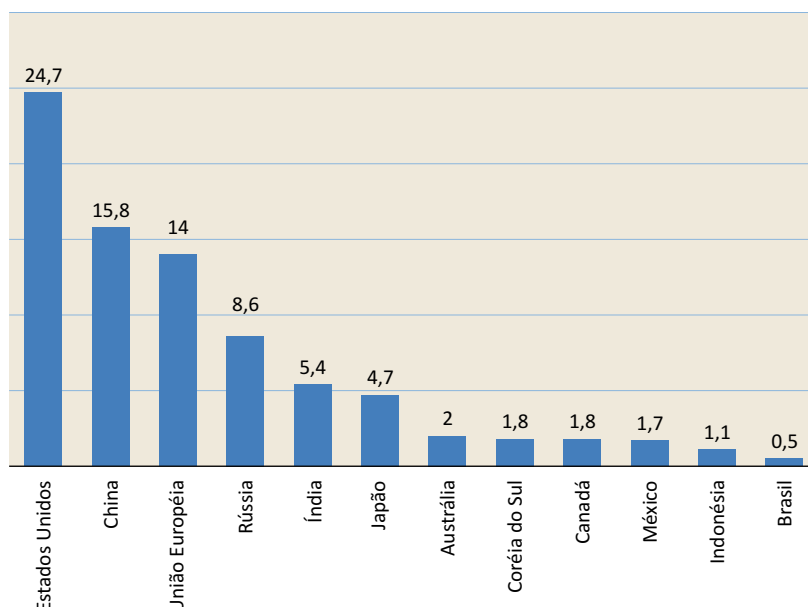
aquecimento em alguns países. Juntos, representam 88% das emissões globais do setor. Estados Unidos, China e União Europeia são responsáveis por 24,7%, 15,8% e 14%, respectivamente. O Brasil apresenta baixas emissões (0,5% em 2002), já que para a geração de eletricidade o potencial hidrelétrico ainda é o mais explorado<sup>18</sup>.

Porém, de acordo com o Plano Nacional de Energia - PNE<sup>19</sup>, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, as emissões brasileiras de CO<sub>2</sub> a partir da geração de energia elétrica vão praticamente triplicar nos próximos dez anos. Para atender ao crescimento da demanda e afastar o risco de déficit de abastecimento, 81 termelétricas

serão implantadas, representando um crescimento dos atuais 8% para 18% e o consequente despejo na atmosfera de 39,3 milhões de tCO<sub>2</sub> em 2017.

O PNUMA<sup>20</sup> declara que existem três formas principais para diminuir os efeitos dos gases de efeito estufa na geração de energia: redução do seu consumo, substituição de combustíveis fósseis por energia renovável e aumento da eficiência energética. Ações como o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) vêm sendo implantadas no Brasil. A projeção é de que cerca de 10% da demanda de eletricidade em 2030 será atendida por ações na área de eficiência energética<sup>21</sup>.

### Países emissores de CO<sub>2</sub> (%) produzido pela geração de eletricidade e aquecimento



Fonte: WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2005.

## Eficiência energética e geração de emprego e renda

Segundo Lamberts *et al*<sup>22</sup>, a eficiência energética pode ser entendida como “a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia”.

O IPCC<sup>23</sup> declara que a eficiência energética tem efeitos positivos na geração de empregos, criando novas oportunidades de negócios, e na transformação do mercado. Os chamados empregos verdes a serem criados têm de ser produtivos, economicamente viáveis e sustentáveis ao longo do tempo, além de contribuírem para a redução das emissões de carbono<sup>24</sup>.

As atividades ambientalmente sustentáveis são aquelas que minimizam a emissão de carbono e comprometem-se com o uso sustentável de recursos naturais. A OIT considera trabalho decente como um trabalho produtivo, adequadamente remunerado, exercido em condições de liberdade, igualdade e segurança, que seja capaz de garantir uma existência digna para os trabalhadores e suas famílias<sup>25</sup>.

Fonte: OIT.

Porém, uma das barreiras para a melhoria da eficiência energética é a econômico-financeira. Comprar equipamentos mais eficientes envolve, em geral, custos iniciais mais altos, pelos quais muitos consumidores não querem se responsabilizar e com os quais os consumidores de baixa renda não possuem condições de arcar por conta de seu capital limitado<sup>26</sup>. Mas muitos não sabem que o retorno do investimento pode ser recuperado em poucos anos ou até mesmo em meses, por meio da redução na conta de luz. O que não se pode deixar de fazer é um cálculo do custo-benefício do que será investido.

No cenário brasileiro, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de incentivo ao uso de tecnologias complementares à atual geração hidrelétrica. O uso de energia solar tem se mostrado como solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro. Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA)<sup>27</sup>, o mercado de implantação de aquecedores solares está em constante crescimento. Uma pesquisa realizada pela mesma apontou que a capacidade produtiva anual de coletores solares é de aproximadamente 2 milhões de m<sup>2</sup> e prevê investimentos na ordem de R\$ 60 milhões, visando duplicar a capacidade produtiva do Brasil até 2011.

Ampliando a área instalada de aquecedores solares no Brasil para 300 mil m<sup>2</sup> e com a economia na demanda de energia elétrica de 122 MW (a economia de investimentos no setor elétrico saltaria para R\$ 365 milhões), o setor geraria, então, 11.200 novos postos de trabalho e a redução da emissão anual alcançaria 12.500 tCO<sub>2</sub> (a mesma capacidade de absorção de uma área verde de 16,8 Km<sup>2</sup>), além de uma economia anual de energia de 112.000 MWh<sup>28</sup>.

Com esses dados, fica clara a necessidade de encorajar e aumentar a sustentabilidade em cada segmento de atividade humana, inclusive na construção civil. Se, por um lado, a construção civil é um dos setores da sociedade que mais impactam o meio ambiente, por outro lado, também é um dos setores que mais empregam nos países em desenvolvimento.

Um estudo realizado em 2002 pela *British Association* determinou, especificamente para o setor residencial, que para cada € 1 milhão gastos em programas de eficiência energética, 11,3 a 13,5 empregos foram criados, principalmente na instalação de materiais e equipamentos eficientes.

Fonte: PNUMA, 2009.



Painéis solares verticalmente instalados em edifício: um exemplo de autogeração.



## Reciclagem de materiais

A reciclagem assume significativa importância para a minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos sólidos. De acordo com o IPCC<sup>29</sup>, os resíduos sólidos e líquidos são responsáveis por 2,8% das emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases que colaboram para o aquecimento global.

A incorporação de resíduos na produção de novos materiais de construção permite a redução do consumo de energia e de matérias-primas e, muitas vezes, permite a produção de materiais com melhores características técnicas, como é o caso da utilização da escória de alto forno (resíduo proveniente da produção do aço), que melhora o desempenho do concreto<sup>30</sup>.

**Porcentagem de redução do impacto ambiental por meio da incorporação de resíduos na produção de materiais da construção civil<sup>31</sup>**

IMPACTO AMBIENTAL	AÇO	VIDRO	CIMENTO (50% DE ESCÓRIA)
Consumo de energia	74%	6%	40%
Consumo de matéria-prima	90%	54%	50%
Consumo de água	40%	50%	-
Poluentes atmosféricos	86%	22	<50
Poluição aquática	76%	-	-
Resíduos minerais	97%	79%	-

Fonte: UDAETA, M. E. M.; KANAYAMA, P.H., 1997.

No caso do aço, a utilização de sucata é parte integrante do processo produtivo, chegando, em alguns casos, a representar 80% da matéria-prima básica para a produção de novas chapas de aço. Esse fator facilita em muito a reciclagem do material, pois existe um grande mercado em torno da sucata de aço no Brasil, representado por inúmeros sucateiros de pequeno, médio e grande porte que compõem uma rede descentralizada e abrangente de pontos de recepção e encaminhamento de sucata de aço<sup>32</sup>.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), popularmente conhecidos como entulho, são considerados materiais nobres do ponto de vista da engenharia<sup>33</sup>, com excelentes oportunidades de aproveitamento, pois agregados reciclados podem ser empregados na construção de pavimentação e normalmente são vendidos por preços inferiores aos dos granulares tradicionais. O Brasil gera em torno de 85 milhões de toneladas de resíduos da construção civil, quantidade suficiente para a pavimentação de 3,5 mil Km de estradas<sup>34</sup>.

Além disso, os agregados reciclados podem ser utilizados na fabricação de novos materiais de construção, podendo, então, baratear o custo de produção de moradias destinadas a famílias de menor renda<sup>35</sup>, contribuindo, assim, para reduzir o problema do déficit habitacional nas cidades brasileiras.

A maior parte do resíduo é gerada pelo setor informal da construção (pequenas reformas, autoconstrução, ampliações). Estima-se que apenas 1/3 do entulho seja gerado pelo setor formal como a indústria da construção civil (construtoras, por exemplo)<sup>36</sup>.

Fonte: LIMA, G. L.; TAMAI, M. T., 1998.

Segundo Motta<sup>37</sup>, aproximadamente 80% de todo o resíduo de construção gerado é passível de reciclagem. De acordo com a OIT, a reciclagem é a área mais promissora no Brasil com relação a novas oportunidades de geração de emprego e renda. Cerca de 500 mil trabalhadores já estão empregados no país reciclando ou reaproveitando vários tipos de materiais, como aço, papel, plástico e vidro.

## Tecnologias disponíveis

### Sistemas de aquecimento solar

Muito utilizado em residências para a geração de água quente, os sistemas de aquecimento solar promovem a economia de até 35% na conta de luz mensal das famílias e, portanto, a redução no consumo de energia elétrica.

O sistema de aquecimento consiste na instalação de coletores (chapas metálicas) que absorvem a energia solar, aquecem e transferem o calor para a água que circula no interior de suas tubulações. A água fica armazenada em um reservatório térmico que a mantém aquecida, mesmo durante os períodos nublados e chuvosos.

### Placas fotovoltaicas

Células fotovoltaicas convertem a luz do sol em energia elétrica. O elemento básico de um sistema solar fotovoltaico corresponde ao material condutor, que geralmente é o silício.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em locais distantes das áreas urbanas, atuando como centrais geradoras de energia elétrica, ou em edificações, bem como podem ser interligados à rede de distribuição. Este último tipo constitui uma forma de geração descentralizada de energia e pode trazer inúmeros benefícios à concessionária de energia elétrica. Além de diminuir os impactos ambientais das instalações de geração e de transmissão, a energia excedente pode ser enviada à rede pública, aumentando a eficiência energética da concessionária<sup>38</sup>. Porém, no Brasil ainda não é permitido que a energia gerada por consumidores seja disponibilizada na rede elétrica das concessionárias.

### Comparação de uma casa comum e uma casa sustentável no Reino Unido<sup>39</sup>

A instalação de 48 módulos fotovoltaicos em uma área de 6,8 m x 5 m no telhado de uma casa no Reino Unido, deixou de emitir mais de 6 tCO<sub>2</sub> por ano e chega a poupar US\$ 2.000 em gastos com energia

TIPO DE CASA	kWh POR m <sup>2</sup> COMPRADOS DA REDE POR ANO	CUSTO DA ELETRICIDADE POR ANO (US\$)	CUSTO DO GÁS POR ANO (US\$)	CUSTO TOTAL POR ANO (US\$)	EMISSIONES DE CO <sub>2</sub> (g POR ANO)	CUSTO DE CONSTRUÇÃO (US\$/m <sup>2</sup> )
Ecohouse	27	320	470	780	721	1.440
Casa comum	90	800	1.688	2.488	6.776	1.440
Economias	63	480	1.218	1.698	6.055	0 extra

Fonte: ROAF, S; FUENTES, M.; & THOMAS, S, 2009.

## Agregados reciclados

O processo de reciclagem é relativamente simples e consiste na britagem dos resíduos de construção civil (RCC). A britagem pode ser feita por diferentes tipos de equipamentos e o seu tipo é capaz de influenciar algumas características dos agregados reciclados como graduação, forma e resistência dos grãos<sup>40</sup>.

Existem três tipos de britadores: o de impacto (colisão do material em placas fixas de impacto), o de mandíbula (compressão) e moinho de martelo (impacto e atrito).

Nos Estados Unidos, o agregado reciclado apresenta custo inferior em torno de 30%, comparado com a brita graduada simples. Esta economia significativa tem incentivado muitos órgãos e construtoras a substituir o material natural pelo reciclado

Fonte: LEITE, 2007<sup>41</sup>.

## Recomendações

### Programa Estadual de Construção Civil Sustentável

O Governo do Estado de São Paulo propõe, como primeira ação, no âmbito da própria Administração Pública, a criação do Programa Estadual de Construção Civil Sustentável. Ao inserir a responsabilidade socioambiental no ramo da construção civil, o setor público pode não apenas poupar custos, como também demonstrar ao setor privado o potencial e a viabilidade das melhorias da eficiência energética, do uso racional da água e da importância da formalidade na cadeia produtiva, impulsionando, assim, boas práticas no setor e transformando o mercado.

Algumas das principais propostas para o Programa consistem em: (1) Avaliação da eficiência energética de todos os prédios públicos do Governo do Estado de São Paulo; (2) Implantação de tecnologias que assegurem a redução do consumo de energia e água; (3) *Retrofitting* para os prédios com baixa eficiência energética; (4) Especificação de equipamentos com alta eficiência energética; (5) Utilização de equipamentos hidráulicos e componentes economizadores de água; (6) Especificação de materiais e componentes da construção civil que possuam critérios de sustentabilidade incorporados ao ciclo de vida do produto; (7) Priorização de madeiras de reflorestamento ou nativas de origem comprovadamente legal; (8) Elaboração de concurso para o melhor projeto de arquitetura, engenharia e design para bairros do Estado de São Paulo, que considere critérios de sustentabilidade.



ARQUIVO SMA/CETESB

Fiscalização da origem da madeira com o objetivo de reduzir a comercialização de madeira ilegal no Estado.

## Referências

- 1 DIAS, E.; GARCIA, F. Investimento em construção cresce 27% em três anos. *Conjuntura da Construção*, ano VII, n. 3, pp. 8-10, 2009.
- 2 ERNST & YOUNG. *Brasil Sustentável – Potencialidades do mercado habitacional*. Disponível em <http://www.ey.com/BR/pt/HOME>. Acesso em set/2009.
- 3 PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. *Avaliação de políticas públicas para a redução da emissão de gases do efeito estufa em edificações*. Budapeste: Universidade da Europa Central, 2007.
- 4 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]*. Geneva: IPCC, 2007. Disponível em [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). Acesso em dez/2009.
- 5 ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. *Programa Empregos Verdes*. Disponível em <http://www.oit-brasil.org.br>. Acesso em set/2009.
- 6 PENNA, C. D. Habitação, tema central do governo. *Construção & Negócios*, ano 3, pp. 50, 2009.
- 7 ROLLI, C., ESSENFELDER, R. Déficit habitacional recua 9,5% em 2007. *Folha de São Paulo*. Disponível em <http://www.folhasp.com.br>. Acesso em out/2009.
- 8 AGÊNCIA ESTADO. *Construção civil recupera vagas fechadas na crise em São Paulo*. *Jornal O Estado de São Paulo*. Disponível em <http://www.estadao.com.br>. Acesso em out/2009.
- 9 SINDUSCON-SP; FGV PROJETOS; MTE. Emprego da construção por Estados. *Conjuntura da Construção*, ano VII, n. 3, pp. 29, 2009.
- 10 AGÊNCIA ESTADO. *Op. Cit.*
- 11 AGÊNCIA ESTADO. *Construção civil sofre com a falta de profissionais qualificados*. Disponível em <http://www.aecweb.com.br>. Acesso em out/2009.
- 12 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. *Madeira – Uso sustentável na construção civil*. 2ª edição. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.
- 13 CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. *Eficiência Energética*. In: *II Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável*, 2009, São Paulo, Posicionamento CBCS. São Paulo: WTC Convention Center, 2009.
- 14 JOHN, W., OLIVEIRA, D. & LIMA, J. A. R. *Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais*. São Paulo: FINEP, 2007. Disponível em <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>. Acesso em set/2009.
- 15 STACHERA, T. Avaliação de emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil: um estudo de caso da habitação de interesse social no Paraná. In: *XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável*. Rio de Janeiro, 13 a 16 de outubro de 2008.
- 16 WORLD RESOURCE INSTITUTE – WRI. *Navigating the numbers – Greenhouse gas data and international climate policy*. 2005.
- 17 CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. *Op. Cit.*
- 18 WORLD RESOURCE INSTITUTE – WRI. 2005.
- 19 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – ENE. *Plano Nacional de Energia – 2030*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2007.
- 20 PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. *Op. Cit.*
- 21 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – ENE, 2007. *Op. Cit.*
- 22 LAMBERTS, R. et al. *Eficiência Energética na arquitetura*. Editora PW. São Paulo, 2007.
- 23 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Op. Cit.*
- 24 ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. *Op. Cit.*
- 25 ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. *Op. Cit.*
- 26 PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. *Op. Cit.*
- 27 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO, em comunicação privada enviada à equipe deste trabalho.
- 28 CUNHA, A. Sol para todos. *Construção & Negócios*, ano 3, pp. 03-09, 2009.
- 29 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Op. Cit.*
- 30 CASSA, J. C. et al. *Diagnóstico dos setores produtores de resíduos na Região Metropolitana de Salvador/Bahia – Projeto Entulho Bom*. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.
- 31 UDAETA, M. E. M.; KANAYAMA, 1997. A conservação de energia elétrica a partir da reciclagem de lixo. In: *Seminário de Reciclagem de Resíduos*. Vitória: ABM, 1997. pp. 215-232.
- 32 COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. *Embalagem – Reciclagem*. Disponível em [http://www.csn.com.br/portal/page?\\_pageid=456,184296&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.csn.com.br/portal/page?_pageid=456,184296&_dad=portal&_schema=PORTAL). Acesso em nov/2009.
- 33 LEITE, F. *Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, 2007. Dissertação de Mestrado.
- 34 JOHN, V. M. *Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção*. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.
- 35 MOTTA, R. *Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Transportes, 2005. Dissertação de Mestrado.
- 36 LIMA, G. L.; TAMAI, M. T. Programa de gestão diferenciada de resíduos sólidos inertes em Santo André: Estação Entulho. In: *Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental – Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental*. Porto Alegre. 1998. pp. 413-418.
- 37 MOTTA, R. *Op. Cit.*
- 38 JARDIM, C. et al. *O potencial dos sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica em áreas urbanas: dois estudos de caso*. LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. Acesso em out/2009.
- 39 ROAF, S; FUENTES, M.; THOMAS, S. *Ecohouse – A casa ambientalmente sustentável*. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- 40 MOTTA, R. *Op. Cit.*
- 41 LEITE, F. *Op. Cit.*



O conceito de saneamento básico, segundo a Lei Federal nº. 11.445/2007<sup>1</sup>, engloba o sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, e o manejo de águas pluviais urbanas, os quais devem se integrar de forma sistêmica ao ordenamento e ao uso do solo, a fim de promover crescentes níveis de salubridade ambiental e a melhoria das condições de vida<sup>2</sup>.

A crescente quantidade de resíduos e dejetos gerados em decorrência, principalmente, do crescimento populacional acelerado e dos padrões insustentáveis de produção e consumo representa um grande problema, já que está associada a impactos ambientais, sociais, à saúde pública e às economias locais. Envolvendo, entre outros fatores, a pressão por recursos naturais, crescente demanda de energia e a emergente crise da água, a problemática do saneamento é uma questão importante a ser considerada no contexto da Economia Verde.

No Brasil, 97,9% dos municípios possuem abastecimento de água, mas somente 52,2% são atendidos por esgotamento sanitário, sendo que destes, apenas 20,2% possuem tratamento<sup>3</sup>. A situação do manejo de resíduos sólidos também é preocupante, principalmente no que diz respeito à disposição final, já que apenas 54,9% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil são destinados adequadamente, ou seja, encaminhados para aterro sanitário, enquanto o restante é disposto em aterros controlados e lixões<sup>4</sup>.

Enquanto a União Europeia recicla cerca de 22% de seus resíduos sólidos domiciliares, a taxa de reciclagem no Brasil atinge apenas 8%. Ainda assim, a reciclagem e a gestão de resíduos empregam cerca de 500 mil pessoas no Brasil, sendo este o emprego verde que abriga a maior parte dos postos de trabalho no país. O mercado global de produtos e serviços

Estação de tratamento de esgoto no Estado de São Paulo: expansão do acesso ao saneamento para proteger as fontes de água.



ambientais deve dobrar até 2020, passando dos atuais US\$ 1,37 bilhão para US\$ 2,74 bilhões anuais<sup>5</sup>.

Na América Latina, cada dólar aplicado em saneamento traz um ganho pelo menos quatro vezes maior à região, principalmente na área de saúde pública. Se fossem investidos até 2015, anualmente, os US\$ 133 milhões necessários para cumprir as metas estipuladas pela ONU, o subcontinente economizaria US\$ 1,817 bilhão no período — para um dólar gasto, haveria um ganho de US\$ 13,63<sup>6</sup>.

O PNUMA recomenda que investimentos no setor de água e manejo de resíduos sejam prioridade nos países em desenvolvimento e também

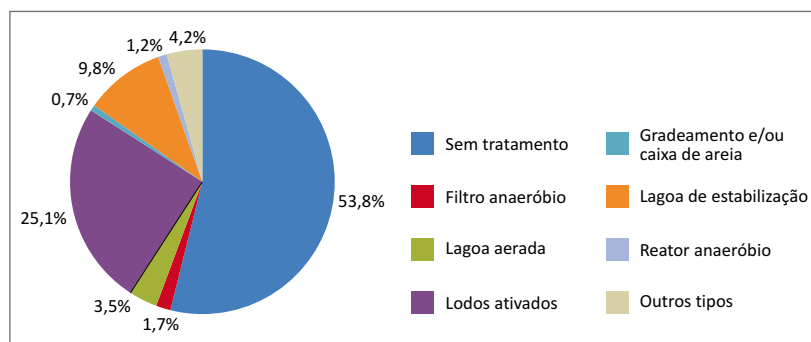
que os governos desenhem uma legislação que consiga internalizar os custos das externalidades no setor de gestão de resíduos e reciclagem, contribuindo para torná-lo um setor altamente rentável, gerador de empregos, que proporcione serviços confiáveis e eficientes, bem como condições adequadas aos trabalhadores. Reforça, ainda, a importância da promoção dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) e a ideia de que um eficiente manejo de resíduos e a reciclagem podem tornar o problema uma oportunidade econômica<sup>7</sup>. Com isso, o trabalho pretende abordar recomendações voltadas à área de saneamento, compreendendo o manejo de resíduos sólidos e efluentes.

## Panorama do saneamento no Estado de São Paulo

Um dos maiores desafios para o Estado de São Paulo consiste no saneamento. Em geral, a falta desta infraestrutura causa um alto impacto no meio ambiente, principalmente na contaminação de corpos d'água, sendo que a mitigação pode ser feita com a implementação de políticas públicas que incentivem a reutilização de produtos, a reciclagem, o melhor aproveitamento dos resíduos, além da destinação final correta ou tratamento dos resíduos e efluentes.

No Estado de São Paulo, 53% do esgoto produzido não é direcionado a nenhum tipo de tratamento<sup>8</sup>. A maior parte é despejada diretamente nos solos e rios, o que provoca a contaminação dos recursos hídricos superficiais e dos lençóis freáticos, acarretando a proliferação de diversas doenças. Neste âmbito, surge o Projeto Ambiental Estratégico Esgoto Tratado, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, cujo objetivo é proteger os recursos hídricos da carga de esgotos domésticos, assegurando melhor qualidade para o uso da água.

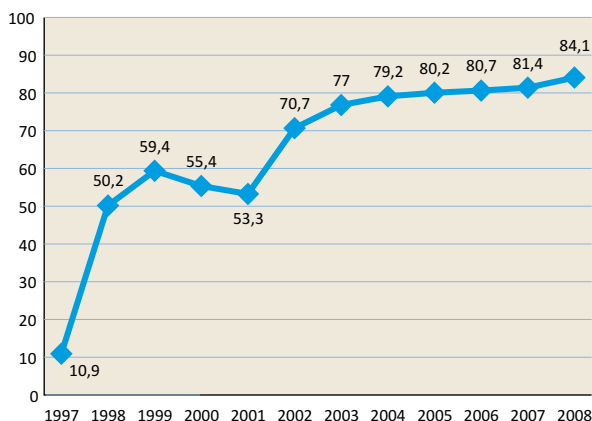
### Tratamento dispensado ao esgoto sanitário no Estado de São Paulo



Fonte: Fundação SEADE, 2003.

Com uma geração de 27.629 t/dia, o Estado de São Paulo vem apresentando uma melhora ao longo dos últimos anos na disposição de resíduos sólidos. O número de municípios do Estado cujas instalações de disposição e tratamento de resíduos domiciliares foram enquadradas na condição adequada, em 2008, é cerca de 12 vezes maior do que o observado em 1997<sup>9</sup>.

### Evolução referente à quantidade de resíduos sólidos dispostos adequadamente (%)



Fonte: CETESB, 2008.

Dois Projetos Ambientais Estratégicos que contribuíram com essa melhora no cenário de gestão de resíduos sólidos no Estado merecem destaque: o Projeto Lixo Mínimo e o Projeto Município Verde Azul.

O Projeto Ambiental Estratégico Lixo Mínimo tem como prioridade promover a minimização dos resíduos sólidos urbanos, por meio do apoio técnico e financeiro aos municípios para estimular a adoção de práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação de energia e, por fim, a destinação adequada dos rejeitos inaproveitáveis. Já o Projeto Município Verde Azul estimula a participação dos municípios na política ambiental, certificando aqueles considerados ambientalmente corretos e dando prioridade no acesso aos recursos públicos.

Há um grande potencial a ser explorado no setor de reciclagem, trazendo benefícios ambientais com a redução do consumo de recursos naturais,

sociais e econômicos e com a geração de empregos verdes. É importante dar a devida atenção às condições de trabalho dos empregados do setor, sendo necessário promover políticas que garantam condições seguras e salubres, além de remuneração adequada. Neste contexto, há um anteprojeto de lei que trata da responsabilidade pós-consumo, na qual os fabricantes, distribuidores e importadores, que comercializem no Estado de São Paulo ou nele estabelecidas, deverão cumprir meta de reciclagem e comprová-la por meio da aquisição de créditos de reciclagem emitidos por indústria beneficiadora.

A postura do Estado de São Paulo deve continuar sendo a de fomentar o setor de reciclagem, dando prosseguimento às iniciativas existentes e incentivando novas oportunidades no setor.

A busca para solucionar os problemas de gerenciamento de resíduos não deve ser direcionada a um único tipo de sistema, mas a uma rede integrada de medidas a serem implementadas conjuntamente. A Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006, possui um amplo conjunto de princípios, diretrizes e instrumentos de gestão de resíduos sólidos, que subsidiam melhorias na gestão dos mesmos no Estado de São Paulo.

Na área de tratamento de esgotos, vê-se a necessidade de investimentos em novas estações de tratamento de esgoto (ETEs) e melhorias na eficiência das já existentes (eficiência energética, aproveitamento do biogás gerado em tratamento anaeróbio, redução da quantidade de lodo gerado e alternativas para reaproveitamento da água de reuso).

Sendo assim, o Estado busca incentivar a adoção de novas tecnologias e mecanismos que proporcionem melhorias na área de saneamento.



ARQUIVO SMA/CETESB

Aterro sanitário em Santos - SP. Aumento de 12 vezes na correta disposição do lixo no Estado nos últimos anos.



## Tecnologias disponíveis

### Aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários

A tecnologia de aproveitamento do gás de lixo (GDL) consiste na recuperação do biogás gerado pela decomposição anaeróbica da fração orgânica dos resíduos do aterro sanitário e seu uso energético. O biogás gerado em aterro sanitário é composto em sua maior parte por metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). O GDL pode ser convertido em eletricidade, vapor, combustível para caldeiras ou fogões, combustível veicular ou, ainda, ser utilizado para abastecer gasodutos com gás de qualidade.

É necessário, por parte do Estado, avaliar melhor a situação e criar mecanismos de incentivo ou obrigações para dinamizar o aproveitamento de biogás de aterros sanitários, principalmente focado na geração de energia elétrica<sup>10</sup>.

A geração de energia elétrica por meio de GDL no Município de São Paulo.

Nos aterros Bandeirantes e São João estão em operação duas termelétricas, com 20 e 24,8 MW de potência instalada, respectivamente. Tomando como referência um fator de capacidade de 80% e tendo em conta o atual consumo médio do consumidor residencial brasileiro, em torno de 150 kWh/mês, a geração de energia nesses dois aterros é suficiente para atender ao consumo de cerca de 170 mil residências, ou o equivalente a uma população entre 500 e 600 mil habitantes.

Fonte: EPE, 2009.

### Aproveitamento de biogás de aterro sanitário<sup>11</sup>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos gases de efeito estufa</li> <li>• Utilização para geração de energia ou como combustível</li> <li>• Redução da possibilidade (remota) de ocorrência de autoignição e/ou explosão pelas altas concentrações de metano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não traz redução significativa do volume de lixo acumulado</li> <li>• Decaimento da disponibilidade de combustível ao longo da vida útil do projeto</li> <li>• Recuperação parcial do gás em aterros, já que a recuperação máxima muitas vezes se limita a 50%</li> <li>• Alto custo da planta de aproveitamento do gás, decorrente do tratamento necessário</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receita adicional para aterros existentes (energia + créditos de carbono)</li> <li>• Possibilidade de cogeração de eletricidade e energia térmica a partir do GDL como alternativa mais eficiente em termos energéticos</li> <li>• Pode ser tratado e utilizado como combustível em veículos (GNV)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo custo para o descarte de lixo, dando continuidade aos aterros</li> </ul>



ARQUIVO SMA/CETESB

O PAE Lixo Mínimo trabalha para a extinção dos lixões no Estado de São Paulo.



## Digestão anaeróbica de resíduos sólidos e líquidos

A digestão anaeróbica vem sendo utilizada há séculos no tratamento de resíduos sólidos e líquidos e consiste na conversão de material orgânico em dióxido de carbono, metano e lodo, por meio de bactérias, em um ambiente pobre em oxigênio.

As tecnologias de manejo de resíduos sólidos, de tratamento de esgotos domésticos e comerciais e de tratamento de efluentes industriais têm no processo anaeróbio uma alternativa que permite maximizar a relação custo-benefício dos investimentos em saneamento<sup>12</sup>.

Na Europa, em decorrência da restrição imposta pela Diretiva Europeia para disposição de orgânicos em aterros<sup>i</sup> e a demanda por energia renovável e por soluções para o gerenciamento de resíduos, a digestão anaeróbica é uma tecnologia em constante evolução como alternativa para

tratamento de resíduos sólidos urbanos. De 2000 a 2004, a capacidade implantada na Europa passou de 1.037.000 t/ano para 2.553.000 t/ano, um acréscimo de 150% em apenas 4 anos<sup>13</sup>.

No caso do biogás gerado pela digestão anaeróbica do esgoto, o único projeto existente no Estado de São Paulo é o da ETE Barueri, que inclui a geração de energia elétrica a partir de biogás de tratamento de efluentes numa microturbina de 30 kW<sup>14</sup>.

Há um grande potencial de demanda que poderia ser suprido por essa tecnologia, trazendo benefícios na área de saneamento e produzindo energia que pode ser reaplicada no processo de tratamento, reduzindo custos, ou, ainda, no caso de indústrias, aplicada no processo para substituição de combustíveis fósseis.

### Digestão anaeróbica de resíduos e efluentes com aproveitamento energético do biogás

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos gases de efeito estufa</li> <li>• Redução da quantidade de resíduos depositados em aterro sanitário</li> <li>• Baixa demanda de área, reduzindo os custos de implantação</li> <li>• Vantagens para a parte úmida dos resíduos</li> <li>• Permite a coleta de todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação é de 30% a 40%)</li> <li>• Produção de lodo é muito menor se comparada com processos aeróbios (redução dos custos de transporte, de tratamento e de disposição final do lodo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Somente para fração orgânica de RSU</li> <li>• Mistura ineficiente de RSU e lodo de esgoto pode afetar a eficiência do processo</li> <li>• Resulta em menor eficiência se comparado a um processo aeróbio de tratamento de efluentes</li> <li>• Caso não sejam bem controlados, exalam odores desagradáveis.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de produtos valorizáveis: biogás (energia e calor) e composto</li> <li>• Possibilidade de comercialização de créditos de carbono</li> <li>• Instalação de filtro de purificação de metano transformando o biogás em um gás natural equivalente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidade da composição dos resíduos</li> <li>• Desempenho dos digestores anaeróbios depende do equilíbrio entre as fases acidogênica e metanogênica</li> </ul>

Fonte: Adaptado de REICHERT, 2005<sup>15</sup> e ALVES, 2000<sup>16</sup>.

i *European Commission Council Directive 1999/31/EC (Landfill Directive)*. Mais informações disponíveis em [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm). Acesso em out/2009.

Uma comparação entre o potencial de geração de energia elétrica por biogás das tecnologias abordadas pode ser visualizada na tabela a seguir.

### Potencial de geração elétrica por biogás no Estado

ALTERNATIVAS	POTENCIAL (MW <sub>MÉDIO</sub> )
Aterro sanitário	250
Biogás	250
Esgoto	100

Fonte: GOLDEMBERG, 2008.

### Incineração de resíduos com aproveitamento energético

Em virtude da escassez de áreas para instalação de novos aterros sanitários nas regiões metropolitanas do Estado, há necessidade de priorizar o reaproveitamento em detrimento do aterramento de resíduos, a redução de emissões de gases de efeito estufa e a diversificação da matriz energética do Estado, de forma que a incineração com o aproveitamento energético surge como uma alternativa a ser implementada para tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

As Usinas WtE, da sigla em inglês de *Waste-to-Energy* (do lixo à energia), são aquelas que utilizam a incineração de resíduos para produzir o vapor que irá gerar energia elétrica ou será usado diretamente em processos industriais. Atualmente, o gerenciamento de resíduos, de forma geral, tem se desenvolvido buscando a combinação dos processos de reciclagem de materiais com o tratamento térmico.

O Relatório Davos<sup>17</sup> aponta a tecnologia *Waste-to-Energy* como uma das oito tecnologias de energia limpa emergentes, juntamente com a solar, eólica e geotérmica.

Com relação à questão da incineração como tecnologia que competirá e inviabilizará a reciclagem, pode-se verificar que aqueles países que possuem índices mais elevados de reciclagem são, também, os que possuem alto percentual de incineração de resíduos sólidos urbanos. Isso é verificado devido à efetividade das políticas e estratégias de gestão de resíduos que são aplicadas por esses países, estabelecendo metas de reciclagem, inviabilizando a disposição em aterros como a alternativa mais barata através, por exemplo, de taxas, ou até mesmo banindo-os completamente.

### Destino de resíduos sólidos urbanos

PAÍS	RECICLAGEM	COMPOSTAGEM	RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA <sup>i</sup>	ATERRO SANITÁRIO
Holanda	39%	7%	42%	12%
Suíça	31%	11%	45%	13%
Dinamarca	29%	2%	58%	11%
Estados Unidos	24%	8%	13%	55%
Austrália	20%	<<1%	<1%	80%
Alemanha	15%	5%	30%	50%
Japão	15%	-	78%	7%
Israel	13%	-	-	87%
França	12% <sup>ii</sup>	n.i.	40%	48%
Brasil	8%	2%	-	90% <sup>iii</sup>
Reino Unido	8%	1%	8%	83%
Grécia	5%	-	-	95% <sup>iii</sup>
Itália	3%	10%	7%	80%
Suécia	3%	5%	52%	40%

Fonte: EPE, 2009.

i Basicamente incineração.

ii As estatísticas incluem a compostagem.

iii Incluem aterros controlados e lixões.

No mundo, cerca de 130 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano são incinerados em plantas WtE que produzem eletricidade, vapor e recuperam os metais para reciclagem. Ainda não existem usinas de incineração de RSU com recuperação de energia em operação com escala comercial no Brasil<sup>18</sup>.

De acordo com a Diretiva de Aterros da União Europeia (1999/31/EC), a quantidade de resíduos sólidos orgânicos destinados a aterros deve ser

reduzida em 35% do total produzido (ano base 1995) até 2016. Isso fará com que haja uma redução significativa das emissões de gases de efeito estufa e proporcionará melhorias do ponto de vista sanitário e ambiental. Neste contexto, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos, por meio da incineração de resíduos com geração de energia, contribuirá para o cumprimento dessa diretiva como uma alternativa ao aterro.

### Incineração com aproveitamento energético<sup>19</sup>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução entre 85 e 90% do volume de resíduos depositados em aterro sanitário</li> <li>• Cinzas podem ser utilizadas na construção civil</li> <li>• Redução de emissões de gases de efeito estufa em comparação à disposição de resíduos no solo</li> <li>• Não necessita de grandes áreas e pode estar próximo a centros urbanos</li> <li>• Reduz a necessidade de implantação de novos aterros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto investimento inicial, em comparação ao aterro</li> <li>• Viabilidade atrelada à comercialização de vapor, sendo que este não pode ser transportado por longas distâncias</li> <li>• Há necessidade de aterro de inerte para cinzas e escórias geradas</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternativa para destinação de RSU na região metropolitana</li> <li>• Alternativa para geração de energia no Estado de São Paulo, podendo gerar entre 450 e 700 kWh/t de RSU</li> <li>• Geração de créditos de carbono</li> <li>• Possibilidade de queima dos lodos de ETE</li> <li>• Transformação de lixo e lodo de esgoto em produtos de alto valor agregado, como energia elétrica, vapor para processos industriais etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve estar aliada a políticas e estratégias de gestão de resíduos que sejam efetivas</li> <li>• Resistência da população</li> <li>• Oscilação do preço de venda de energia</li> <li>• Necessita de articulação entre as esferas governamentais e entre estas e os agentes privados capacitados para investir em empreendimentos dessa natureza</li> <li>• Necessidade de comprometimento dos municípios com a coleta seletiva</li> <li>• Deve haver revisão das metas de pré-seleção de resíduos na coleta, como condição prévia à queima, para o caso de unidades de queima total (<i>mass burning</i>)</li> </ul>

Entre as tecnologias abordadas para recuperação energética do lixo, a tecnologia com a maior eficiência por tonelada de resíduo é a incineração com aproveitamento energético, como pode ser observado na tabela abaixo<sup>20</sup>.

### Comparação entre tecnologias de aproveitamento energético do lixo

TECNOLOGIAS	MWh/t DE RESÍDUO
Aproveitamento de biogás de aterro	0,1 a 0,2
Digestão anaeróbica acelerada	0,1 a 0,3
Incineração com aproveitamento energético	0,4 a 0,6

Fonte: Secretaria de Saneamento e Energia, 2008.

### Reuso e reciclagem de efluentes

O reuso planejado faz parte da Estratégia Global para Administração da Qualidade das Águas, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização das Nações Unidas (ONU) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), com o objetivo de proteção à saúde pública, manutenção da integridade dos ecossistemas e uso sustentado da água<sup>21</sup>.

As políticas tarifárias praticadas pela maioria das companhias municipais e estaduais de saneamento, assim como o advento e a implementação das estruturas de outorga e cobrança, tanto na tomada de água como na diluição dos despejos produzidos, têm levado as indústrias a dedicarem especial atenção às novas tendências e tecnologias disponíveis para reuso e reciclagem de efluentes<sup>22</sup>.

A água de reuso é um subproduto do processo de tratamento de efluentes. Esse líquido, após passar por novo tratamento, pode ser utilizado para diversos fins. Surgiu como uma alternativa à água potável para fins industriais e comerciais e hoje vem demonstrando ser uma solução economicamente viável e atrativa.

Hoje no Estado de São Paulo são reaproveitados 780 milhões de litros de água mensalmente, volume suficiente para abastecer toda a população de um município como Taubaté. O reuso planejado de água é um bom negócio e ainda encontra produção suficiente para sua expansão no mercado, podendo atender uma demanda ainda maior<sup>23</sup>.

### Uso urbano

No setor urbano, há um potencial amplo para reuso de efluentes, podendo ser utilizados para fins potáveis e não potáveis. O reuso potável é uma alternativa associada a riscos elevados, podendo ser inviabilizado pelo custo do tratamento para atingir a qualidade necessária.

Os usos urbanos não potáveis envolvem riscos menores, mas devem ser tomados alguns cuidados quando há contato direto com o público. Diversos países da Europa e países industrializados da Ásia, localizados em regiões de escassez de água, exercem a prática de reuso urbano não potável. Alguns exemplos de usos urbanos de efluentes tratados: irrigação de parques e jardins, gramados, reserva de proteção contra incêndios, descarga sanitária em banheiros públicos e em edifícios comerciais e industriais, lavagem de ruas, construção civil, processos industriais, torres de resfriamento, caldeiras etc.

Reuso e conservação devem, também, ser estimulados nas próprias indústrias, por meio de utilização de processos industriais e de sistemas de lavagem com baixo consumo de água, assim como em estações de tratamento de água para abastecimento público, por meio da recuperação e reuso das águas de lavagem de filtros e de decantadores.

### Uso agrícola

Experiências de utilização de efluentes de lagoas de estabilização, por exemplo, em processos da agricultura vêm sendo bem sucedidas em diversos países, como Egito, Israel, Austrália, Arábia Saudita, Tunísia, Chile e EUA, e apresentam excelentes resultados.

Já é sabido que 70% da água consumida no país é utilizada para irrigação, portanto, o uso agrícola de efluentes é uma importante alternativa a ser considerada de modo a atender a demanda de irrigação, promovendo uma menor utilização de água própria para outros tipos de consumo de primeira necessidade pelo homem.

A irrigação de áreas agrícolas com esgoto tratado é interessante e atrativa quando realizada de forma controlada, já que minimiza a pressão sobre os mananciais, tanto em relação à quantidade de água retirada quanto à questão de lançamento de efluentes diretamente no corpo d'água. A presença de nutrientes permite que o uso de esgoto tratado na irrigação também possa promover uma diminuição da quantidade de fertilizantes minerais adicionados aos agrossistemas<sup>24</sup>. A saúde pública dos grupos de risco é protegida por meio da aplicação de quatro medidas básicas: tratamento dos esgotos, seleção e restrição de culturas, técnicas de aplicação dos esgotos e controle da exposição humana.

### Fukuoka – Japão

Na cidade com aproximadamente 1,2 milhão de habitantes, diversos setores operam com rede dupla de distribuição de água, uma das quais com esgotos domésticos tratados em nível terciário (lodos ativados, desinfecção com cloro em primeiro estágio, filtração, ozonização, desinfecção com cloro em segundo estágio), para uso em descarga de toaletes em edifícios residenciais.

Fonte: HESPANHOL, 2003.

### Vale do Mesquital – México

Uma experiência bem sucedida na utilização de esgoto doméstico na agricultura, no Vale do Mesquital é utilizado o esgoto que provém da Cidade do México e o tratamento é realizado apenas por reservatórios naturais de acumulação, localizados ao longo dos rios e canais que transportam e distribuem o esgoto nas áreas irrigadas. Como medida protetora complementar, foi implementada uma política rígida de seleção e restrição de culturas, estabelecendo aquelas que podem ser irrigadas com esgotos e impondo sanções aos agricultores que irrigam culturas proibidas. A renda agrícola aumentou de quase zero no início do século, quando os esgotos da Cidade do México foram postos à disposição da região, até aproximadamente US\$ 4 milhões por hectare, em 1990.

Fonte: HESPANHOL, 2003.



## Vantagens e desvantagens do reuso urbano e agrícola<sup>25</sup>

USO URBANO	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de consumo de água</li> <li>• Ganhos pela economia de investimentos e pela comercialização de efluentes hoje descartados</li> <li>• Redução de descarga de esgoto tratado em corpos d'água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos elevados de sistemas duplos de distribuição, dificuldades operacionais e riscos potenciais de ocorrência de conexões cruzadas</li> <li>• Cuidados devem ser tomados com relação ao contato humano</li> <li>• Dificuldades no transporte do esgoto tratado para o consumidor de água de reuso</li> </ul>
USO AGRÍCOLA	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supre a demanda hídrica das culturas sem consumo de água natural ou tratada</li> <li>• Redução do uso de fertilizantes químicos, já que contribui com nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo</li> <li>• Redução de descarga de esgoto tratado em corpos d'água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição por nitratos de aquíferos subterrâneos, utilizados para abastecimento de água</li> <li>• A prática da irrigação por longos períodos, pode levar à acumulação de compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos, e ao aumento significativo de salinidade em camadas insaturadas</li> <li>• Necessidade de um sistema adequado de drenagem para evitar salinização do solo</li> <li>• Adequação do sistema de distribuição</li> </ul>

## Recomendações

### Incentivos à redução, reaproveitamento e reciclagem

Na proposição da nova Economia Verde, é bastante clara a importância do princípio dos 3Rs no setor de resíduos.

Há necessidade de se propor regulamentações adequadas às diferentes necessidades e características locais, visando viabilizar, de fato, uma gestão multimodal de resíduos sólidos, fundamentadas, principalmente, no princípio dos 3Rs, utilizando-se de instrumentos da Política Estadual de Resíduos Sólidos<sup>26</sup>, como por exemplo:

- Incentivos fiscais, tributários e creditícios que estimulem as práticas de prevenção da poluição e de minimização dos resíduos;
- Metas visando à redução na fonte e à reciclagem de resíduos que causem riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- Incentivo mediante programas específicos para a implantação de unidades de coleta, triagem, beneficiamento e reciclagem de resíduos;
- Incentivo ao uso de resíduos e materiais reciclados como matéria-prima;
- Certificação ambiental de produtos e autodeclaração ambiental na rotulagem dos produtos;
- Pesquisa e implementação de processos que utilizem tecnologias limpas.

### Compostagem

Incentivos à compostagem com a viabilização da implantação de usinas de compostagem no Estado de São Paulo e a criação de normas técnicas de qualidade para o composto orgânico.

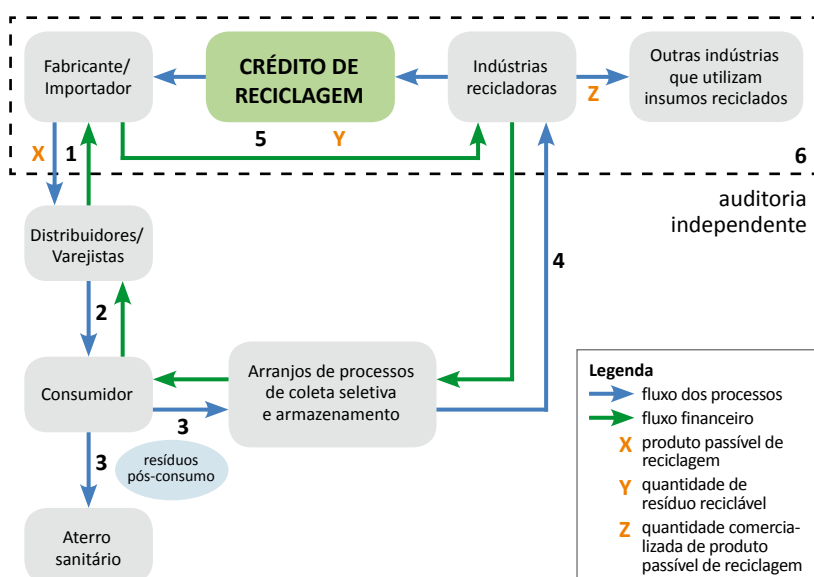
### Créditos de reciclagem

O crédito de reciclagem é um certificado de retorno de quantidades determinadas de resíduos reciclados ao ciclo produtivo cujo principal

objetivo é regulamentar o mercado de reciclagem, proporcionando uma diminuição de sua vulnerabilidade frente às flutuações da economia. Isso trará inúmeros benefícios, como a geração de empregos formais e inovações no setor.

O fluxo dos créditos de reciclagem poderá funcionar conforme o esquema ilustrado abaixo, segundo o qual os fabricantes e os importadores que comercializem no Estado de São Paulo ou nele estabelecidas, deverão cumprir meta de reciclagem e comprová-la por meio de aquisição de créditos de reciclagem emitidos por indústria beneficiadora, impulsionando, assim, toda a cadeia produtiva da reciclagem.

### Fluxograma dos créditos de reciclagem<sup>i</sup>



Fonte: Elaboração própria.

## Implementação da Análise de Ciclo de Vida (ACV)

A Análise do Ciclo de Vida consiste em uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto ou serviço, compreendendo desde a sua concepção, manufatura, distribuição e uso até seu descarte e disposição final. Compreende as seguintes etapas: definição do seu objetivo e escopo, realização de um levantamento quantificado de dados (inventário) de todas as entradas (materiais, energia e recursos) e saídas (produtos, subprodutos, emissões etc.) durante todo o ciclo de vida, identificação dos impactos ambientais potenciais ao longo desse ciclo de vida e interpretação dos resultados do estudo<sup>27</sup>.

Conjuntamente com a efetivação de metas de redução e reciclagem para os diversos setores e a criação de mecanismos que facilitem o uso

## Fluxograma

1. Fabricantes e Importadores colocam no mercado produto passível de reciclagem com quantidade **X** de resíduo reciclável;
2. Ocorre a distribuição deste produto no mercado até o consumidor por meio do setor varejista.
3. O consumidor gera o resíduo pós-consumo e destina à cadeia de tratamento que pode possuir diversos arranjos (PEVs – Pontos de Entrega Voluntária); Agentes Coletores; Coleta Seletiva Municipal; Cooperativa de Catadores; Centro de Triagem; entre outras) ou ao Aterro Sanitário (sendo que a razão deste Anteprojeto de Lei é inibir este último tipo de destinação em consonância com a Política Estadual de Resíduos Sólidos);
4. Após a triagem destinam-se os materiais para a Indústria Recicladora devidamente licenciada e regularizada;
5. Por fim a Indústria Recicladora emite o “Crédito de Reciclagem” atestado que naquele exercício esta tratou uma quantidade **Y** de resíduos recicláveis compatível com a quantidade **Z** comercializada para a indústria que usa o material reciclado em outros processos produtivos; este crédito pode ser comercializado e/ou doado aos importadores ou fabricantes;
6. Por meio de Auditoria Independente são verificados as quantidades **X**, **Y**, **Z** com as capacidades nominais de cada um dos atores desta cadeia com consequente aferição às metas estabelecidas;

i A cadeia de reciclagem, que pode apresentar diversos arranjos quanto à forma de coleta seletiva, é organizada de acordo com legislação municipal, iniciativa do setor privado e/ou de outros setores como cooperativas organizadas de catadores.

Os recursos financeiros obtidos pelos créditos podem colaborar no financiamento da cadeia da reciclagem por incentivo econômico ao consumidor; programas de educação ambiental, instalação e manutenção de PEVs, remuneração de cooperativas de catadores, entre outras. Qualquer outro arranjo de logística reversa que garanta a comprovação por parte do fabricante/importador da destinação ao tratamento de reciclagem será aceito desde que por meio do Crédito de Reciclagem.

As metas em percentuais (Y/X) serão definidas por tipo de resíduo conforme sua complexidade.

e a comercialização dos recicláveis e reciclados em todas as regiões do Estado, é importante o desenvolvimento da matriz de ACV juntamente aos segmentos da indústria e comércio, proporcionando sua difusão e implementação nos diversos setores, fomentando o surgimento de técnicas para a redução, reutilização e reciclagem. A implementação da Análise de Ciclo de Vida pode representar, portanto, um suporte muito importante para a elaboração de políticas públicas.

## Programa Estadual de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos

O aproveitamento energético de resíduos e efluentes é uma alternativa promissora e já apresenta alternativas tecnológicas bem desenvolvidas. Além dos evidentes benefícios ambientais, sanitários e sociais, também proporciona geração de energia elétrica, sendo uma importante estratégia regional ou local nesse aspecto.

A potencialidade de geração de créditos de carbono, e consequente geração de receita com sua comercialização, podem funcionar como instrumentos facilitadores do processo de destinação adequada de resíduos sólidos, bem como da viabilidade econômico-financeira de seu aproveitamento energético.

A geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos tem a vantagem de prover energia elétrica e de minimizar o problema das emissões de metano decorrentes da decomposição natural do lixo, tendo o metano um potencial de aquecimento global vinte e uma vezes superior ao dióxido de carbono, gás a ser emitido como resultado da queima do lixo.

Há no Estado de São Paulo uma iniciativa da Secretaria de Saneamento e Energia, juntamente com a Secretaria de Meio Ambiente, para estabelecimento do Programa Estadual de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos. É um programa importante para a gestão de resíduos no Estado e deverá ser implementado aliado a incentivos para eliminação de resíduos junto à fonte, por meio de instrumentos legais e educação ambiental.

## Política de reuso de efluentes

O reuso de efluentes vem demonstrando ser uma solução economicamente viável, atrativa e cada vez mais essencial, tendo em vista a situação atual dos recursos hídricos. Entretanto, ainda possui alguns obstáculos a serem superados, como a falta de uma regulamentação abrangente normalizando o reuso nas atividades urbanas, agrícolas e florestais, industriais, ambientais, contemplando todos os aspectos necessários a seguir, estimulando o uso dessa prática. Portanto, cabe ao Estado institucionalizar, regulamentar e promover o reuso de água, de acordo com princípios técnicos adequados (qualidade da água adequada aos usos pretendidos, economicamente viável, socialmente aceita e segura), por meio de:

- Estabelecimento de uma Política de Reuso, com objetivos e metas;
- Definição de diretrizes legais, critérios de tratamento de efluentes para reuso e padrões para os diversos usos;
- Incentivos ao reuso, como, por exemplo, por meio da adoção de políticas tarifárias adequadas;
- Programas e projetos de reuso e reciclagem;
- Incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias.

A SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, por meio de seu Programa Água de Reuso, comercializa a água de reuso gerada em suas estações de tratamento de esgoto para alguns fins como: lavagem de ruas, rega de jardins públicos e em alguns processos industriais.

Fonte: SABESP, 2010<sup>28</sup>.

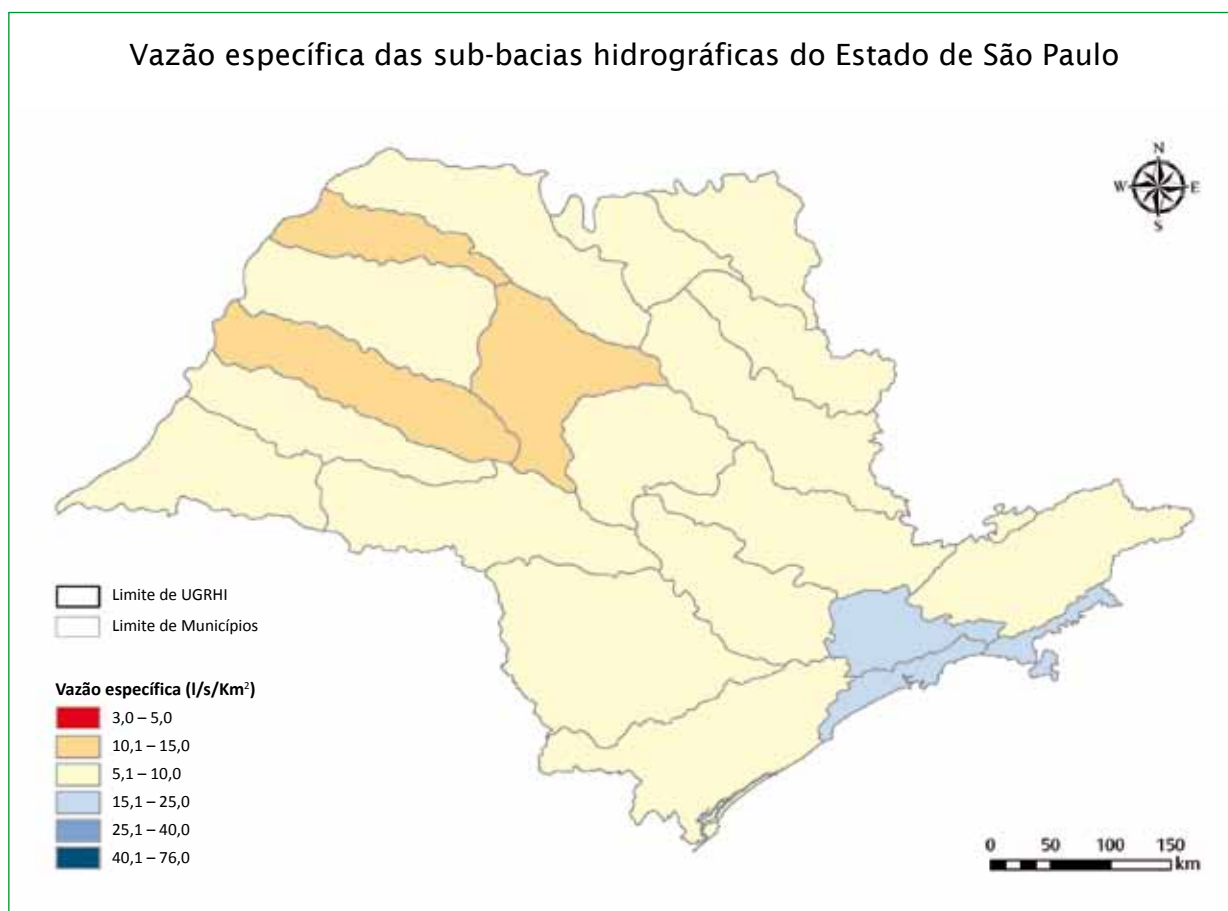
## Referências

- GOVERNO DO BRASIL. *Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em dez/2009.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Lei Nacional de Saneamento Básico Perspectivas para as políticas e gestão dos recursos públicos. Livro 2 – Conceitos, características e interfaces do serviço público de saneamento básico*. pp. 273. Disponível em [http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/Coletanea\\_Lei11445\\_Livro2\\_Final.pdf](http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/Coletanea_Lei11445_Livro2_Final.pdf). Acesso em nov/2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000*. Disponível em [http://www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos\\_de.../doc0561.pdf](http://www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos_de.../doc0561.pdf). Acesso em set/2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2008*.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. September 2008. Disponível em [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf). Acesso em set/2009.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. *Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level*. Disponível em [http://www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/wsh0404.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/wsh0404.pdf). Acesso em set/2009.
- BARBIER, Edward. *Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal*. UNEP, 2009.
- FUNDAÇÃO SEADE. *Anuário Estatístico do Estado de São Paulo 2003*. Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/anuario/index>. Acesso em set/2009.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2008*. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/publicacoes.asp>. Acesso em set/2009.
- GOLDEMBERG, J. *Bioenergia no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas*. Disponível em [http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/noticias/files/livro\\_bioenergia.pdf](http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/noticias/files/livro_bioenergia.pdf). Acesso em out/2009.
- HENRIQUES, R. M. P. *Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica*. Dissertação de Mestrado em planejamento energético. Rio De Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2004. 190f. Disponível em <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/publicacoes.asp>. Acesso em out/2009.
- ALVES, J. W. S. *Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos*. Dissertação de Mestrado em Energia. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2000. 165f. Disponível em <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/publicacoes.asp>. Acesso em out/2009.
- REICHERT, G. A., SILVEIRA, D. A. Aplicação da digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos: uma revisão. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental, 2005, Campo Grande, Brasil. Artigos Técnicos, ABES. 2005.
- CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. *Projeto Enerbiog: Instalação e Testes de uma Unidade de Demonstração de Geração de Energia Elétrica a partir de Biogás de Tratamento de Esgoto*. Disponível em <http://cenbio.iee.usp.br/publicacoes.htm>. Acesso em out/2009.
- REICHERT, G. A., SILVEIRA, D. A. *Op. Cit.*
- ALVES, J. W. S. *Op. Cit.*
- WORLD ECONOMIC FORUM. *Green investing: Toward a clean energy infrastructure*. 2009. Disponível em <http://www.weforum.org/pdf/climate/Green.pdf>. Acesso em set/2009.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. *Nota Técnica DEN 06/08 Avaliação Preliminar do Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS*. Disponível em [http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081208\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081208_1.pdf). Acesso em out/2009.
- HENRIQUES, R. M. P. *Op. Cit.*
- SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Programa estadual de aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos e outros rejeitos – estudos iniciais – Relatório síntese 2008*.
- PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO-PROSAB. *Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim*. Disponível em <http://www.finep.gov.br/prosab/index.html>. Acesso em set/2009.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Lei Nacional de Saneamento Básico Perspectivas para as políticas e gestão dos recursos públicos. Livro 2 – Conceitos, características e interfaces do serviço público de saneamento básico*. pp. 273. Disponível em [http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/Coletanea\\_Lei11445\\_Livro2\\_Final.pdf](http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/Coletanea_Lei11445_Livro2_Final.pdf). Acesso em nov/2009.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Disponível em <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=61BDC5AC4F810910832571B1006C2D35>. Acesso em set/2009.
- HESPAÑHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. In: *Bahia análise & dados*. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, pp. 411-437, 2003. Disponível em <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublicados/Potencialde-reusodeguanoBrasilagriculturaindstriamunicipiosrecargade-aqferos.pdf>. Acesso em set/2009.
- HESPAÑHOL, I. *Op. Cit.*
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006*. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/PERS.pdf>. Acesso em set/2009.
- SEO, E. S. M., KULAY, L. A. *Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão*. Disponível em [http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=1&cod\\_artigo=8](http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=1&cod_artigo=8). Acesso em out/2009.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Disponível em [http://www2.sabesp.com.br/solucoesambientais/produtos/agua\\_reuso/agua\\_reuso.asp](http://www2.sabesp.com.br/solucoesambientais/produtos/agua_reuso/agua_reuso.asp). Acesso em mar/2010.



# USO RACIONAL DA ÁGUA

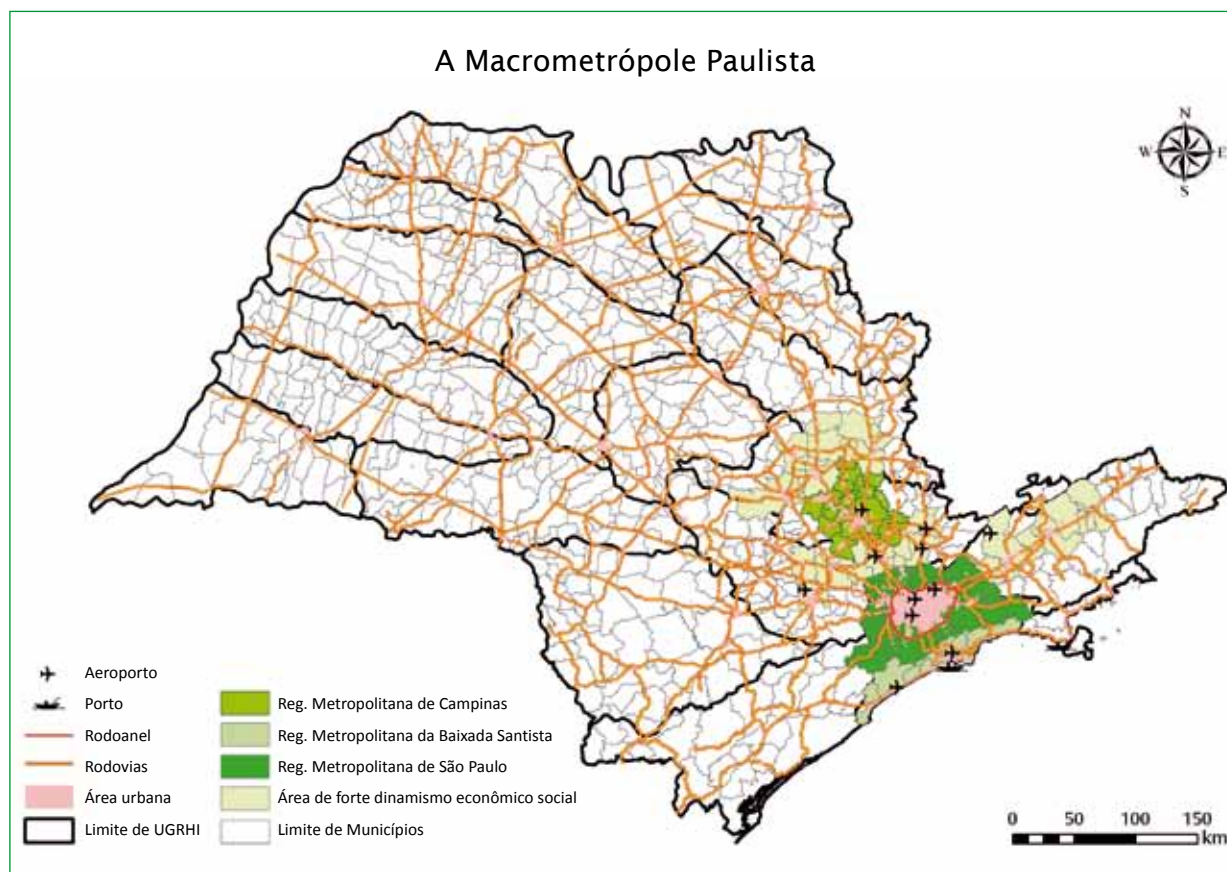
O Brasil se situa numa posição privilegiada no que se refere à disponibilidade de recursos hídricos. Do pequeno percentual de água doce disponível para consumo humano no planeta, aproximadamente 11% estão no país. Apesar disso, há uma grande desigualdade regional na disponibilidade hídrica: 74% do volume total estão na esparsamente povoada região amazônica, enquanto regiões de grande população como o Nordeste e o Sudeste chegam a apresentar escassez<sup>1</sup>.



Fonte: Agência Nacional de Águas.

## Uso de água no Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo ocorre a mesma discrepância. Apesar de o Estado apresentar uma boa disponibilidade média, existem desigualdades que podem, em parte, ser explicadas pela distribuição desigual da população. Dos 40 milhões de paulistas, cerca de 50% vivem na região conhecida como Macrometrópole, que engloba as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Santos, mais as regiões de Sorocaba, Jundiaí e São José dos Campos.



Fonte: Adaptado de EMPLASA, 2009.

## Desafios relativos ao uso da água no Estado

### *Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo*

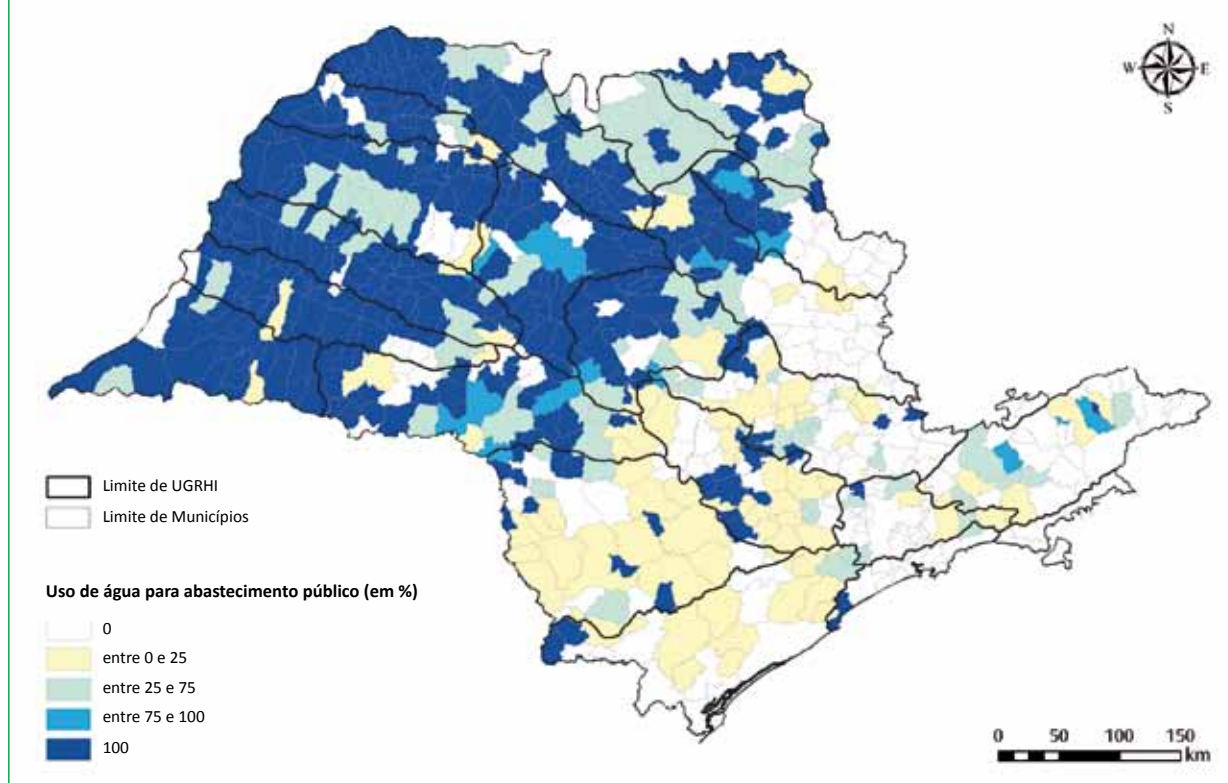
Na última década, os sistemas de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo foram integrados. Cerca de 46% da água consumida vem do Sistema Cantareira, que capta água em bacias de outras regiões – rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (ISA, 2006). Essa água é trazida por uma rede de canais ligados a reservatórios, que no final transpõem um desnível de 300 metros na Serra da Cantareira para finalmente chegar na região. O restante da água é disponibilizada pelos sistemas Billings-Guarapiranga (zona sul), Alto Cotia (zona oeste), Alto Tietê e Rio Claro (zona leste).

Atualmente, devido ao imenso consumo dessa porção do território paulista, estão sendo estudadas novas integrações entre bacias, o que pode acarretar dois tipos de conflitos: conflito entre regiões drenadas por diferentes bacias hidrográficas, por conta das necessidades das transposições, e conflitos entre setores usuários, como, por exemplo, entre uso doméstico e uso agrícola, ou uso doméstico e setor energético.

### *Abastecimento do Oeste Paulista*

Já na porção oeste do território, onde predominam atividades agrícolas, há um grande uso de água subterrânea por conta da presença dos aquíferos Bauru e Guarani, devido ao baixo custo e à quase não necessidade de tratamento. Isto resulta em problemas de abastecimento na maioria das vezes pontuais, já que as soluções para uso são localizadas e não integradas.

### Uso de água subterrânea para abastecimento público no Estado de São Paulo (1997)



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) 2004-2007.

### Desafios relativos à qualidade da água

Além dos problemas relativos à disponibilidade hídrica, existem, também, aqueles ligados à qualidade da água. A média brasileira de cobertura por saneamento ainda é relativamente baixa em comparação com outros países com nível semelhante de desenvolvimento. Há muitos problemas que podem afetar a qualidade da água disponível, como a disposição inadequada de esgoto sem tratamento nos rios, além da contaminação dos corpos d'água por agrotóxicos, resíduos industriais ou resíduos sólidos dispostos inadequadamente.

### Municípios com ocorrência de poluição em corpos d'água por principal causa apontada (2002)

	DESPEJO DE ESGOTO	USO DE AGROTÓXICOS/ FERTILIZANTES	CRIAÇÃO DE ANIMAIS	DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
BRASIL	75	43	39	39
NORTE	63	19	25	49
NORDESTE	80	38	35	44
CENTRO-OESTE	62	46	40	35
SUDESTE	82	35	32	38
SUL	62	46	40	35

Fonte: IBGE, 2005.

Entre os principais problemas que envolvem a gestão do uso da água subterrânea estão a contaminação dos aquíferos livres, como é o caso do Bauru, e a lenta reposição da água subterrânea, no caso de aquíferos confinados como o Guarani. No caso deste, há que se considerar que a reentrada de água pela área de recarga pode demorar milhares de anos, processo que não pode ser acelerado ou substituído por processos não naturais<sup>i</sup>.

Já na Macrometrópole, há bastante tempo existem problemas de falta de água. O crescimento populacional gera uma demanda crescente que já não é suprida suficientemente. Além disso, em alguns casos, as redes existentes não atendem a demanda ou sentem os efeitos da grande perda de água, da ordem de 25%, ou 35 litros por ligação por dia<sup>2</sup>, que ocorrem em razão de problemas nas redes, além de desperdícios por parte dos consumidores e das chamadas perdas aparentes, representadas por fraudes ou defeitos nos sistemas de medição.

## Inovação tecnológica e usos urbanos e industriais da água

O setor produtivo tem incorporado várias tecnologias no que se refere ao aproveitamento de água de chuva e ao reuso de água oriunda do tratamento de esgotos. A difusão de técnicas de construção civil sustentável tem encontrado grande apelo relacionado à busca de produtos que não agredam o meio ambiente.

Associações de empresas fabricantes de máquinas e equipamentos têm promovido a busca por inovação, como modo de atender essa demanda de mercado. O setor da construção civil, por meio de lançamentos imobiliários que incorporam tais inovações, oferece espaço para o desenvolvimento de uma Economia Verde ligada ao uso racional da água.

Entre os produtos dessa inovação cujo uso deve ser incentivado cabe destacar:

- **Estações compactas ou modulares de tratamento de esgoto:** tratam o esgoto no local onde é gerado e o transformam em água tratada e desinfetada, que pode ser devolvida sem risco ao ambiente ou reaproveitada, economizando água potável para fins mais nobres. Entre as vantagens desse sistema, pode-se destacar a sua fácil

instalação e manutenção. Além disso, dispensa a implantação de grandes redes, muitas vezes caras, por necessitar de bombeamento do esgoto;

- **Wetlands:** sistema que promove o tratamento por meio de infiltração e filtragem da água. Essas áreas podem ser usadas para produzir insumos agrícolas, por meio do plantio de produtos para consumo indireto humano (milho para ração, por exemplo). Pode também ser usada para geração de energia (plantio de espécies fornecedoras de biomassa);
- **Sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva:** geralmente utilizam captação de um telhado ou área impermeabilizada, ligada a uma cisterna ou reservatório. Várias empresas especializadas já oferecem consultoria e projetos para prover esse sistema voltado aos mais diversos clientes: shoppings, templos religiosos, arenas esportivas, hotéis, conjuntos residenciais, indústrias, supermercados, aeroportos. Pequenos projetos podem ser incorporados, também, em residências unifamiliares, com utilização de equipamentos simples de reservação e filtragem.

<sup>i</sup> A recarga de um aquífero ocorre basicamente a partir da infiltração de água das chuvas e, em menor escala, de corpos d'água superficiais. O maior ou menor grau de reabastecimento depende de fatores como clima, vegetação, relevo, drenagem etc. A existência de solos porosos e permeáveis favorece a infiltração, mas essa condição pode ser ampliada se o solo for coberto por vegetação e estiver em relevo plano. Já em áreas de relevo íngreme e solos pouco permeáveis, a maior parte da água precipitada transforma-se em cursos superficiais, dificultando a infiltração. Em regiões de clima úmido e solos permeáveis, a recarga pode atingir até 25% da precipitação pluviométrica anual.



## Casos relativos ao uso racional da água

### O caso do Município de São Paulo e o reuso de água

Desde 2003, a Prefeitura do Município de São Paulo calcula já ter economizado R\$ 9 milhões com a implantação do projeto de reuso de água. Com ele, os espaços públicos passaram a ser lavados ou irrigados com água proveniente das estações de tratamento de esgotos da Sabesp, ao custo de R\$ 0,81 por metro cúbico. Se usasse para essa finalidade água potável, o gasto por parte da Prefeitura teria sido de R\$ 10 milhões, segundo a SABESP.

A implantação do projeto se deu a partir de um projeto de lei, que se baseou no alarmante dado de que cada paulistano consome, em média, 170 litros de água por dia. Pelos cálculos da Prefeitura, já foram economizados nos últimos seis anos quase um bilhão de litros de água.

### Reuso de água na indústria

Juntamente com as inovações em setores como energia e reaproveitamento de resíduos, novas unidades industriais no Brasil estão investindo também em reuso de água. A mais nova fábrica de um grande grupo produtor de alimentos em Pernambuco foi concebida para ser referência em sustentabilidade no setor de alimentação. O projeto visa a autossuficiência em água, por ser localizada em região carente em recursos hídricos.

Outro grande ator do setor alimentício também tem projetos de fábricas ambientalmente mais responsáveis, uma delas com captação de água de chuva e telhados com cobertura vegetal.

Os projetos em questão estão ligados a setores produtivos que demandam uso intensivo de água, o que por si só representa um grande incentivo econômico para sua execução. Ações como a cobrança pelo uso da água, nesse caso, podem servir como instrumento econômico de incentivo à implantação de medidas de racionalização do uso da água.

### Uso agrícola

Além da desigual distribuição entre regiões citada anteriormente, há que se ressaltar, também, as desigualdades de consumo médio por setor. O setor agrícola é considerado aquele que mais utiliza água, muito embora haja diferenças com relação ao consumo para diferentes culturas e por diferentes regiões.

Estima-se que 60% das derivações de cursos d'água no Brasil são para uso em irrigação. Há

um grande desperdício desse recurso, por conta da utilização de técnicas inapropriadas, além das eventuais inadequações de culturas a determinados ambientes. Segundo pesquisa da Companhia Energética de Minas Gerais, a introdução de métodos e sistemas de racionalização de uso de água na irrigação poderia representar economia de 20% de água e 30% de energia<sup>3</sup>.

No Estado de São Paulo, os dados referentes às outorgas concedidas apontam para um número de 37,3% para uso em irrigação<sup>4</sup>. Embora este número seja bem menor do que o apresentado em nível nacional, ainda representa o maior percentual de consumo, comparativamente aos setores doméstico (32,4%) e industrial (30,4%).

Existem atualmente diversas pesquisas que pretendem disseminar novas tecnologias de racionalização do uso da água na agricultura. Como exemplo, a Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ) de Piracicaba desenvolve pesquisa de irrigação utilizando microtubos de polipropileno, tipo de plástico de larga utilização na indústria<sup>5</sup>.

Para garantir vazão constante nos tubos – um problema para o desenvolvimento da técnica – foi desenvolvido um sistema que compensa essa variação pela diferenciação no comprimento dos tubos. Há com isso um controle, mesmo que ocorram variações na topografia dos terrenos, o que possibilita o que os pesquisadores chamam de irrigação de precisão.

#### Uso da água na suinocultura e avicultura

A Embrapa Suínos e Aves, localizada em Concórdia/SC, apresentou durante a Expo Concórdia 2009 ideias para inovação tecnológica que incorporam a questão do uso racional da água.

Por meio da parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) e o projeto de Tecnologias Sociais para Gestão da Água (TSGA), uma cisterna foi montada no estande para mostrar como fazer a captação da água da chuva. A EMBRAPA explicou a tecnologia e o manejo adequado e a EPAGRI levou informação sobre como conseguir e planejar um financiamento para a construção da cisterna.

A Embrapa também apresentou na Expo Concórdia recomendações de uso da água na suinocultura e avicultura, além de mostrar algumas análises de água realizadas na região de Concórdia. O público conheceu, ainda, projetos sobre a compostagem de carcaças, a reutilização da cama de aviário e o incinerador de animais, esse último produzido em parceria com a Perozin Agroindústria.

Fonte: EMBRAPA, 2009<sup>6</sup>.

## Recomendações

### Financiamento para projetos de conservação e pagamento por serviços ambientais

Cada dólar investido em saneamento e recursos hídricos proporciona um retorno de US\$ 11. Nos países em desenvolvimento, recomenda-se investir no mínimo 1% do PIB no setor<sup>7</sup>. Entre as medidas recomendadas pelas Nações Unidas estão o financiamento para projetos de conservação de solos e programas de pagamento por serviços ambientais. Cita como exemplo a União Europeia, que contribui anualmente com o valor de € 3 bilhões em projetos de promoção de produtos e processos ecológicos em pequenas e médias empresas.

No Estado de São Paulo, existem políticas públicas importantes com relação ao uso racional da água e conservação dos recursos hídricos. Atualmente, encontra-se em elaboração o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, que visa prover aos produtores rurais um incentivo para que tomem medidas de conservação, como a recuperação de nascentes e matas ciliares. Há, ainda, a cobrança pelo uso da água, já institucionalizada em alguns Comitês de Bacia Hidrográfica.

### Estímulo ao desenvolvimento e adoção de novas tecnologias

Como no caso de outras políticas de Estado, medidas de cunho fiscal podem ser tomadas para incentivar a fabricação e utilização de equipamentos que propiciem racionalização no uso da água. O desenvolvimento de novas tecnologias pode ser estimulado, por meio de programas de compras públicas desses produtos. Os projetos de construção civil por parte do Governo do Estado – tais como escolas, hospitais, presídios, conjuntos habitacionais – podem incorporar, ainda, novos conceitos, como reuso de água e aproveitamento da água da chuva.

### Educação, conscientização e estímulos ao consumidor

Medidas de estímulo podem ser usadas como forma de criar uma cultura de racionalização da água entre a população. Uma ideia já adotada eficazmente com relação ao consumo de energia elétrica, durante o período do “apagão energético”, em 2001, foi a criação de um bônus sobre as contas para os consumidores residenciais. Criou-se, com isso, um mercado para lâmpadas e equipamentos de menor consumo de energia. Se aplicado ao uso de água, estimularia as pessoas no sentido de comprarem produtos que consumissem menos água, com o ganho adicional de redução nas contas para os consumidores.

### Incentivo à pesquisa

Além dos incentivos fiscais, o Estado pode estimular programas de pesquisa que privilegiem o desenvolvimento e o uso dessas tecnologias, por meio de seus institutos de pesquisa e seus programas de financiamento em pesquisa (como o Fundo de Amparo à Pesquisa

do Estado – FAPESP). Pode criar, ainda, incubadoras de tecnologia, utilizando-se do *know-how* acumulado de suas universidades e institutos (Universidade de São Paulo, Centro Paula Souza, Instituto de Pesquisas Tecnológicas), criando parcerias com empresas para desenvolvimento tecnológico e incorporação de tecnologias ambientalmente limpas ao processo produtivo.

Outro incentivo poderia vir sobre iniciativas de tratamento natural de água, que pode ser implantado com a finalidade de tratar esgoto, além de preservar ou recuperar cursos d'água.



ARQUIVO SMA/CETESB

Reuso de água na agricultura: potencial de economizar 20% de água e 30% de energia nos sistemas de irrigação.

## Referências

- 1 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Relatório de Qualidade de Recursos Hídricos 2005*. Brasília: ANA, 2005.
- 2 COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Disponível em <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em nov/2009.
- 3 REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B., TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: IEA-USP, 1999.
- 4 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Estadual de Recursos Hídricos – 2004-2007*. Disponível em <http://daee.sp.gov.br/acervoepesquisa/perh/perh90/Perh9000Sumario.htm>. Acesso em nov/2009.
- 5 ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ, 2009. Disponível em <http://www.esalq.usp.br/des-taques.php?id=346&ano=2009>. Acesso em nov/2009.
- 6 EMBRAPA. *Uso da água na suinocultura e avicultura*. Disponível em <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/junho>. Acesso em set/2009.
- 7 UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. September 2008. Disponível em [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms\\_098503.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/-dcomm/documents/publication/wcms_098503.pdf). Acesso em set/2009.



# AGRICULTURA E FLORESTAS

A agricultura é uma atividade essencial à sobrevivência humana e sempre teve papel decisivo no desenvolvimento da sociedade, além de causar importantes transformações no meio ambiente. No decorrer da história, a evolução da agricultura ocorreu de maneira proporcional ao incremento das necessidades humanas, desde a invenção das primeiras técnicas que permitiram o estabelecimento de populações sedentárias, até o emprego de modernos recursos da engenharia genética para aumento da produtividade.

No atual momento, quando começam a ficar evidentes as agruras causadas pelo modelo tradicional de produção e consumo – crise financeira, desigualdade social e degradação ambiental – se revela uma nova necessidade: incorporar a conservação ambiental como objetivo dos sistemas produtivos.

Nesse contexto, a agricultura, atividade de alto potencial de impacto sobre os ecossistemas e uma das maiores consumidoras de água, é um setor que necessita de investimentos no aperfeiçoamento das técnicas de produção – acima de tudo em sua aplicabilidade no campo – tendo em vista um melhor aproveitamento dos recursos naturais e a minimização de seus impactos ambientais, incluindo a contribuição no combate às mudanças do clima.

Paralelamente, os dados pouco animadores da FAO sobre a fome e a pobreza extrema no mundo intensificam a discussão sobre segurança alimentar e a busca de estratégias para alcançar o Objetivo de Desenvolvimento do Milênio de erradicar a fome no mundo até o ano de 2015. A crescente escassez de áreas agricultáveis no mundo e a competição pelo uso do solo entre diversas atividades agravam essa discussão, resultando na certeza de que é imprescindível que se invista continuamente no aumento da produtividade na agricultura para que se alcancem essas metas.

As demandas em relação à qualidade dos produtos agrícolas também ficam mais complexas: o mercado exige produtos diferenciados, com a garantia de que são produzidos com baixo impacto ao meio ambiente e de que não acarretam riscos à saúde humana por contaminação química (p. ex., resíduos de agrotóxicos) e biológica (p. ex., presença de microorganismos patogênicos).



Sistema agroflorestal: experiência com café em Ribeirão Preto – SP.

Ao mesmo tempo, o desafio das mudanças do clima torna fundamental o aperfeiçoamento dos processos produtivos e a reordenação das matrizes energéticas, com vistas à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Assim, o crescimento da demanda por fontes renováveis de energia promove a abertura de uma janela de oportunidade para o mercado de biocombustíveis, trazendo mudanças para as dinâmicas do meio rural.

Todas essas questões destacam a posição estratégica do setor de agricultura e florestas em uma nova proposta de desenvolvimento sustentável, que proponha mecanismos que garantam: a produção suficiente de alimentos e outros gêneros agrícolas necessários e a garantia da qualidade desses produtos; a saúde ocupacional e dignidade do trabalhador rural, promovendo sua fixação no campo, evitando o êxodo rural e uma maior degradação do meio urbano; um melhor aproveitamento dos recursos naturais e o combate às externalidades negativas da atividade; o cumprimento das exigências legais nas unidades de produção agrícola; e o crescimento econômico desse setor à luz das novas possibilidades que se descortinam no atual cenário acima abordado.

## Panorama da agricultura no Estado de São Paulo

O agronegócio ocupa um posto privilegiado na economia do Brasil, tanto por sua participação na geração de renda e de empregos como por seu papel na inserção do país no comércio mundial.

A agropecuária – incluindo nessa classificação a agricultura, silvicultura, exploração florestal, pecuária e pesca – teve a participação de 5,5% no PIB do Brasil em 2006 e foi responsável por 19,7% das ocupações formais, o que corresponde a mais de 18 milhões de empregos<sup>1</sup>.

De acordo com as estatísticas da FAO, no ano de 2007 o Brasil foi o maior produtor mundial de laranja, café e feijão e ficou em segundo lugar no *ranking* da carne bovina e soja, atrás dos Estados Unidos<sup>2</sup>. Além disso, o país é o líder mundial no cultivo de cana-de-açúcar e na tecnologia de produção de etanol a partir desse produto, tendo produzido em 2008 mais de 648 milhões de toneladas de cana<sup>3</sup> e mais de 22,5 bilhões de litros de etanol<sup>4</sup>.

O Estado de São Paulo contribui de forma significativa para esse cenário. Apesar de a agropecuária ter correspondido apenas a 2,11% do PIB do Estado em 2006 (dados mais recentes<sup>5</sup>), São Paulo é atualmente o Estado com maior participação na produção agrícola brasileira. Em 2008, a produção paulista foi responsável por 15,6% dos R\$ 148,4 bilhões alcançados pelo Brasil na produção de 64 culturas investigadas pelo IBGE, o que corresponde a um valor de mais de R\$ 23 bilhões. São Paulo se destaca como o maior produtor de laranja e cana-de-açúcar, que representam, respectivamente, 78,4% e 59,8% da produção brasileira. Além destes, o Estado é o maior produtor de amendoim (76,2%), caqui (50,9%), limão (77,8%) e tangerina (39,0%)<sup>6</sup>.

A tabela abaixo apresenta os produtos mais cultivados no Estado de São Paulo no ano de 2008, sua área colhida em hectares, a produção em toneladas, a contribuição da produção do Estado de São Paulo para o Brasil e o Valor da Produção Agropecuária (VPA) paulista em mil reais correntes.

Em 2008, a agropecuária foi responsável por 3,2% dos vínculos empregatícios do Estado, somando mais de 375 mil empregos, com um rendimento médio mensal de R\$ 876,36<sup>7</sup>.

De acordo com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, as atividades agrícolas se distribuem espacialmente no Estado de São Paulo da seguinte maneira: as culturas perenes e temporárias

### Produção agrícola do Estado de São Paulo

PRODUTO	ÁREA COLHIDA (HA)	PRODUÇÃO (T)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO DO BRASIL (%)	POSIÇÃO NO RANKING DOS ESTADOS	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$ 1000)
CANA-DE-AÇÚCAR	4.530.784	386.061.274	59,8	1º	11.258.701
LARANJA	592.566	14.537.610	78,4	1º	3.996.018
MILHO (EM GRÃO)	965.907	4.681.177	7,9	6º	1.621.556
SOJA (EM GRÃO)	525.940	1.446.108	2,4	8º	995.494
CAFÉ (EM GRÃO)	186.544	256.011	9,1	3º	881.023
FEIJÃO (EM GRÃO)	179.670	283.954	8,2	4º	635.426

Fonte: Elaborada a partir de dados do IBGE<sup>8</sup>.

ocupam cerca de 38,8% da área do Estado, o que equivale a um total de 7,95 milhões de hectares; as pastagens ocupam 39,37%, somando 8,07 milhões de hectares; e as áreas de florestas plantadas correspondem a 4,99% da área do Estado de São Paulo, um total de 1,1 milhão de hectares<sup>9</sup>.

São 324.601 as Unidades de Produção Agrícola (UPAs) paulistas. Desse total, 53,75% são propriedades com até 20 hectares, cuja área somada corresponde a apenas 7,88% da área cultivada no Estado<sup>10</sup>. Isso mostra a representatividade dos pequenos produtores rurais e a necessidade de fornecer apoio para que se aumente a produtividade nas pequenas propriedades, garantindo a viabilidade de suas atividades de produção.

As atividades agrícolas mais representativas na economia paulista no ano de 2008 foram o cultivo de cana-de-açúcar e de laranja, a bovinocultura de corte e a produção florestal. Estas serão detalhadas a seguir.

## Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é o produto agrícola dominante na agricultura paulista: está presente em 69,1% da área cultivada em todo o Estado (somando quase

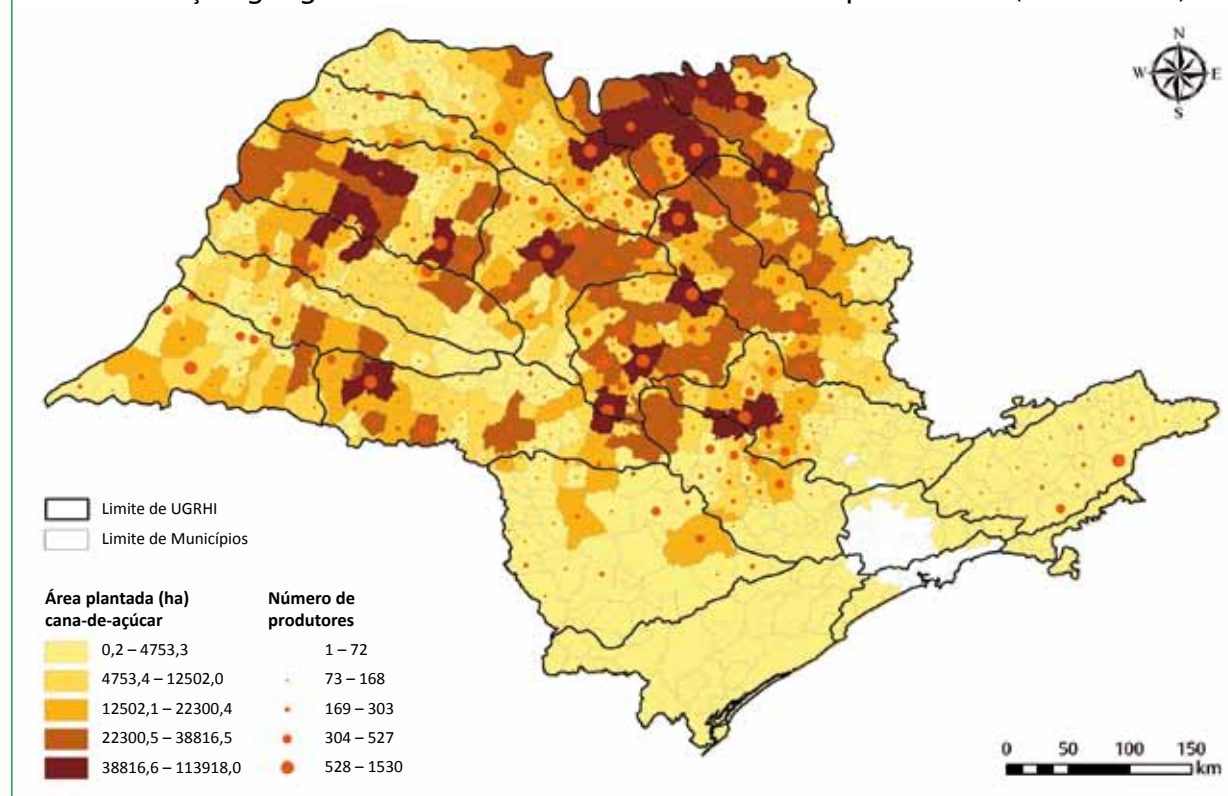
5,5 milhões de hectares), é a principal cultura de quase 100 mil Unidades de Produção Agrícola (UPAs), o que corresponde a 30,7% das UPAs do Estado<sup>11</sup>, além de ser o primeiro produto agrícola na economia paulista, com VPA de R\$ 11,2 bilhões em 2008<sup>12</sup>.

A área de cultivo de cana-de-açúcar se estende por toda região centro-norte do Estado, com destaque para o município de Morro Agudo, localizado na Regional Agrícola de Orlândia, cuja área plantada corresponde a 2,07% das lavouras do Estado.

Ao mesmo tempo, a cana-de-açúcar ocupa papel importante na indústria alimentícia e é a principal fonte de bioenergia do Brasil, o que potencializa seu papel estratégico para o país e para o Estado de São Paulo. Isso faz com que o processo de expansão da cultura seja impulsionado, aumentando a preocupação em disciplinar o avanço da cana sobre outras culturas, pastagens ou florestas.

O cultivo de cana-de-açúcar é atualmente a atividade agropecuária paulista que mais emprega mão-de-obra na colheita. Estima-se um total de aproximadamente 163 mil trabalhadores empregados na safra 2006/07, com mais de 90% formalizados<sup>13</sup>.

Distribuição geográfica de área cultivada e número de produtores (2007-2008)



Fonte: CATI<sup>14</sup>.



A Lei Estadual nº 11.241/2002<sup>15</sup>, que estabelece prazos para erradicar a queima da palha da cana-de-açúcar, e o Protocolo Agroambiental, firmado pelo Governo do Estado de São Paulo como resposta a essa demanda<sup>i</sup>, resultarão em um novo cenário social no setor sucroalcooleiro, com o aumento gradativo do índice de mecanização da colheita da cana e consequente perda de postos de trabalho. Assim, cresce a sensibilização de atores envolvidos no sentido de mitigar os impactos do desemprego e criar estratégias para realocar esta mão-de-obra, seja no próprio setor ou em outras atividades agropecuárias.

## Laranja

O Estado de São Paulo é o maior produtor de laranja do Brasil, com participação, em 2008, equivalente a 78,4% da produção nacional, totalizando 360,14 milhões de caixas de 40,8 Kg e gerando um VPA de quase R\$ 4 bilhões. Desta produção, aproximadamente 85% foram destinados para a indústria de suco (em sua maioria para exportação) e 15% foram destinados para mesa<sup>16</sup>.

A área plantada de laranja em 2007/2008 foi de 741 mil hectares, o que corresponde a 9,3% da área cultivada no Estado de São Paulo, e se concentra principalmente nas Regionais Agrícolas de Mogi-Mirim, Limeira, São João da Boa Vista, Araraquara, Jaboticabal e Barretos. Itápolis, na Regional Agrícola de Jaboticabal, é o município com maior área cultivada de laranja (4,27% das plantações de laranja paulistas).

Duas dificuldades principais preocupam os citricultores. Primeiramente o sério conflito com a indústria de suco em relação a uma suposta discrepância entre o preço pago pela laranja e o verdadeiro custo de produção, o que leva ao segundo problema: de acordo com os citricultores, a má remuneração impede que se invista no manejo adequado da plantação, deixando-a vulnerável principalmente a problemas fitossanitários, com destaque para o *greening*, doença bacteriana que tem atingido os pomares paulistas.

Deve-se promover uma negociação entre os atores do setor, visando aperfeiçoar o funcionamento da cadeia de produção do suco de laranja, garantindo a posição de destaque do Estado de São Paulo, e consequentemente do Brasil, no mercado internacional, aliando a isso uma produção de mais baixo impacto decorrente da valorização da *commodity*.

## Bovinocultura de corte

A importância da bovinocultura de corte para o Brasil e para o Estado de São Paulo é amplamente reconhecida. A carne bovina foi, em 2008, o segundo produto agrícola na economia paulista, representando 13,3% do VPA, o que corresponde a um valor estimado de R\$ 5 bilhões.

A estimativa do rebanho paulista em 2007/2008 foi de 11,79 milhões de cabeças, com destinação distribuída em 54% de gado de corte, 11,4% de gado leiteiro e 34,6% de rebanho misto.

Conforme avaliação da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, a distribuição territorial do gado no Estado de São Paulo é de 1,46 cabeça por hectare de pastagem<sup>17</sup>. Ocorre uma visível concentração do rebanho nas áreas da região oeste do Estado, onde um terço do rebanho paulista se distribui entre apenas cinco regionais, sendo as de Presidente Prudente e Presidente Venceslau as mais representativas, com 7,5% e 7,3% do total de cabeças, respectivamente. As duas regiões juntas são responsáveis por 17,7% da produção de carne bovina no Estado<sup>18</sup>.

A atenção sobre esse setor é prioritária para o Estado, devido a sua importância econômica, mas também pelo seu potencial de causar impactos ambientais, como a degradação dos ecossistemas e do solo, emissão de gases de efeito estufa (GEE) e poluição dos recursos hídricos, problemas que são agravados quanto mais deficientes forem as práticas adotadas na atividade<sup>19</sup>.

Esse fato, entretanto, pode ser visto como uma oportunidade, uma vez que investir em ações para melhorar a produtividade do setor irá resultar, além de em menor consumo de recursos naturais e atenuação dos impactos ambientais, em aumento da rentabilidade da atividade. Dentre essas ações pode-se citar o investimento em formação e manutenção das pastagens, implantação do sistema rotativo e adoção de sistemas alternativos, como a integração lavoura-pecuária e sistemas silvipastoris<sup>20</sup>.

Estudos mostram que em relação à emissão de GEE, por exemplo, o primeiro passo para diminuir a contribuição da pecuária seria o fornecimento de alimentos de melhor qualidade, melhorando o trato digestivo dos animais, o que poderia diminuir até 10% da emissão de metano por quilo de carne produzida. Além disso, a pecuária mostra ter um grande potencial de sequestro de carbono, por meio de pastagens bem manejadas. A emissão nacional é um pouco maior que 1 tCO<sub>2</sub>eq/ha, enquanto o sequestro pode atingir 0,78 tCO<sub>2</sub>eq/ha<sup>21</sup>.

i Ver <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/>



A implantação de técnicas voltadas ao manejo do gado, especialmente na alimentação e no melhoramento das pastagens, resultou em um aumento de 50% na produtividade e na rentabilidade do gado de corte produzido em uma fazenda no Rio Grande do Sul nos anos de 2007 e 2008. Essas ações, promovidas pelo projeto Redes de Referência, impulsionado pelo Sebrae/RS, foram disseminadas em 2009 para 42 produtores.

Fonte: Agência SEBRAE de Notícias, 2008<sup>22</sup>.

## Produção florestal

A área florestal de São Paulo ocupou 18,3% do território estadual em 2008, com 4,55 milhões de hectares. Desse total, 24,2% (aproximadamente 1,1 milhão de hectares ou 4,4% do território estadual) são de florestas plantadas, que se distribuem entre 78% de eucaliptos, 14% de pinus e 8% de seringueiras<sup>23</sup>.

A produção florestal apresenta grande importância econômica e social para o Estado, estando presente em mais de 49 mil UPAs. Em 2008, a produção paulista foi de 41,6 milhões de m<sup>3</sup> de madeira, 45,9 mil toneladas de resinas de pinus, além de látex, óleos e sementes. O valor da produção para o setor, relativo aos produtos comercializados (madeira e resina), foi de mais de R\$ 4 bilhões, se constituindo no terceiro Valor da Produção Agropecuária (VPA) do Estado<sup>24</sup>.

A utilização de madeira para obtenção de energia para processos industriais é muito significativa: da produção de eucalipto, 95% são destinados a energia e processos (produção industrial de pas-

tas celulósicas ou chapas/painéis)<sup>25</sup>. Uma possibilidade para esse setor é o mercado de carbono, já que as florestas energéticas são elegíveis dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, pela substituição da matriz energética de combustíveis fósseis para florestas plantadas, que sequestram carbono durante seu crescimento. Dentro da categoria “florestamento/reflorestamento”, as florestas energéticas têm tido maior facilidade de aprovação de projetos MDL do que a recuperação de florestas nativas, pois as regras para a primeira atividade já estão mais bem definidas.

As florestas nativas ocupam 75,8% da área florestal do Estado de São Paulo (aproximadamente 3,45 milhões de hectares ou 13,8% da área estadual). Aproximadamente 70% dessas florestas estão localizadas em propriedades privadas, sendo elas mais de 155 mil, ou quase a metade das UPAs do Estado<sup>26</sup>. Isso demonstra a importância de se aplicarem mecanismos de recompensa pelo valor dos serviços ambientais e ecossistêmicos providos pelas florestas conservadas, para que os proprietários e, principalmente, os agricultores conservem a vegetação já existente em suas propriedades.

O desafio para o agronegócio florestal é conciliar o objetivo de atender a demanda de fibras, energia, resinas, óleos, sementes, remédios, alimentos, material para infraestrutura rural e construção civil com a necessidade de se valorizar os produtos ambientais, bens e serviços providos pelas florestas, de difícil quantificação: estocagem de carbono, produção de água, guarda da biodiversidade, proteção de habitat, estabilização climática e harmonização da paisagem<sup>27</sup>.



Colheita de morangos em uma Unidade de Produção Integrada em Atibaia.

## Recomendações

### Uso de instrumentos econômicos para conservação e recuperação de florestas

- Incentivos à proteção da mata nativa presente nas propriedades agrícolas, por meio de mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais;
- Criação de um programa de inserção dos produtores rurais no mercado voluntário de carbono, por meio da recuperação florestal de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente.
- Articulação com Regionais Agrícolas, de modo a organizar os produtores por região e dar suporte técnico e administrativo na negociação dos créditos.
- Elaboração de cadastro das empresas interessadas em compensação de emissões e empresas de consultoria especializadas em mercado de carbono e promoção de contato entre o interessado e o grupo de produtores na região que melhor atenda a suas necessidades.

### Fomento à inserção de atividades agrícolas no mercado de carbono formal

- Elaboração de um estudo sobre os setores com maior viabilidade de aprovação de projetos via Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, seguida da promoção de reuniões setoriais para divulgar esse mercado e esclarecer sobre seu funcionamento, com o objetivo de estimular a organização dos produtores para submeterem projetos MDL. A princípio, duas atividades de grande potencial são a suinocultura e o plantio de florestas energéticas.

### Incentivos ao aumento de produtividade

- Estabelecimento, em conjunto com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, de canal oficial de comunicação com as instituições de pesquisa (como Embrapa e Universidades) para promover a aplicabilidade de novas tecnologias nas Unidades de Produção. Negociação com bancos relativa à criação de programa que facilite o crédito para produtores interessados em aplicar as novas tecnologias sugeridas pelas instituições de pesquisa, incluindo o cultivo de novas variedades.
- Facilitação, também, de acesso a crédito para produtores interessados em expandir sua cadeia produtiva, incentivando a criação de unidades de processamento industrial dentro das próprias Unidades de Produção Agrícola (UPAs), verticalizando a produção.

### Promoção do diálogo e do associativismo nos setores agrícolas

- Criação de fóruns de discussão com participação de representantes de toda a cadeia produtiva de cada setor (agricultores, indústria, redes de varejo, empresas exportadoras), promovendo acordos para solucionar conflitos internos e a elaboração de estratégias para melhor desempenho do setor no mercado internacional.

- Articulação com outros países para melhor definição das regras do comércio internacional, utilizando como método de convencimento a certificação estabelecida para algumas *commodities* e produtos da agroindústria paulista.

## Criação de oportunidades de trabalho

- Aproveitamento da bem sucedida articulação entre governo e setor sucroalcooleiro consolidada por meio do Protocolo Agroambiental, para promoção de um programa de capacitação dos cortadores de cana, de modo que estes possam ser recolocados no próprio setor ou em outras atividades agrícolas, tais como produção de mudas e recomposição de matas ciliares, à medida que a colheita manual de cana-de-açúcar for se extinguindo.

## Incentivo à certificação de produtos agrícolas

- Realização de parceria com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado para a divulgação e implantação de Sistemas de Produção Integrada para as principais culturas do Estado de São Paulo.
- Negociação com bancos referente a mecanismo para facilitar o acesso a crédito rural para produtores dispostos a aderir ao Sistema de Produção Integrada.
- Promoção de parcerias com redes de varejo, tendo em vista a divulgação dos produtos certificados para que tenham maior aceitação também no mercado interno.

## Maior apoio institucional à agricultura familiar

- Realização de parceria com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento para criar um programa de capacitação do pequeno produtor rural, que englobe componentes técnicos, visando ao aumento da produtividade (p. ex., sistemas mais eficientes de irrigação, manejo integrado de pragas e doenças), e também promova uma melhor compreensão sobre a questão ambiental na agricultura, divulgando as alternativas para melhor desempenho econômico por meio do aprimoramento do desempenho ambiental nas atividades (p. ex., sistemas agroflorestais, manejo florestal sustentável em reserva legal<sup>i</sup>).
- Criação de programa de incentivo ao turismo rural, como complementação de renda e divulgação das atividades e produtos agrícolas.

Produção Integrada é um programa de adesão voluntária, desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), que prioriza a sustentabilidade do processo de produção e torna o produto passível de certificação cancelada pelo Inmetro. Os produtos oriundos desse sistema possuem garantia de alta qualidade e rastreabilidade de todo o processo de produção, potencializando sua competitividade no mercado externo.

O cultivo de morango sob o Sistema de Produção Integrada em São Paulo proporcionou um incremento de 15% na produtividade, redução de 22% no custo dos insumos por Kg de morango e resultou em uma economia de água da ordem de 34%.

Fonte: CALEGARIO, F.F., 2009<sup>28</sup>.

Estimativas da FAO (1996) mostram que os sistemas de produção mais intensivos e diversificados da agricultura familiar permitem a manutenção de quase sete vezes mais postos de trabalho por unidade de área que no agronegócio. A agricultura familiar requereria apenas 09 hectares para gerar um emprego, contra 50 hectares requeridos pelo agronegócio.

Fonte: MEDEIROS, C.B. *et al* 2007<sup>29</sup>.

i De acordo com a Lei nº 4.771/65 (Código Florestal) essa é uma possibilidade apenas para pequenas propriedades ou posse rural familiar, que são aquelas exploradas mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, e cuja área não supere 30 hectares no caso do Estado de São Paulo.

## Referências

- 1 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Sistema de Contas Nacionais Brasil 2002 – 2006*. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/referencia2000/2002\\_2006/tabsinotica21.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/referencia2000/2002_2006/tabsinotica21.pdf). Acesso em out/2009.
- 2 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. *Food and Agricultural Commodities Production*. Disponível em [faostat.fao.org](http://faostat.fao.org). Acesso em out/2009.
- 3 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Setembro 2009*. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200909\\_5.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200909_5.shtm). Acesso em out/2009.
- 4 UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. *Produção de etanol no Brasil*. Disponível em <http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/PRODUÇÃO%20DE%20ETANOL.xls>. Acesso em out/2009.
- 5 FUNDAÇÃO SEADE. *Informações dos Municípios Paulistas – IMP*. Disponível em <http://www.seade.sp.gov.br/produutos/imp/>. Acesso em out/2009.
- 6 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Produção Agrícola Municipal*. v. 35, 2008. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/pam2008.pdf>. Acesso em out/2009.
- 7 FUNDAÇÃO SEADE. *Op. Cit.*
- 8 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2008. *Op. Cit.*
- 9 COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI & INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. *Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo – LUPA 2007/2008*. Disponível em <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosestado/DadosEstaduais.pdf>. Acesso em out/2009.
- 10 COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI & INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 2008. *Op. Cit.*
- 11 COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI & INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 2008. *Op. Cit.*
- 12 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2008. *Op. Cit.*
- 13 FREDO, C. E. *et al.* Cana-de-açúcar: índice de mecanização em SP. *Análises e Indicadores do Agronegócio*. São Paulo, v. 3, n. 3, mar/2008. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9240>. Acesso em out/2009.
- 14 SÃO PAULO. *Op. Cit.* 2008. Disponível em <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/mapaculturas/Cana.php>. Acesso em nov/2009.
- 15 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002*. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei%20n.11.241,%20de%2019.09.2002.htm>. Acesso em dez/2009.
- 16 CASER, D. E. *et al.* Previsão da Safra Agrícola 2007/2008 para a Cultura de Laranja. *Análises e Indicadores do Agronegócio*. São Paulo, v. 4, n. 1, jan. 2009. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9792>. Acesso em out/2009.
- 17 COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI & INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 2008. *Op. Cit.*
- 18 SILVA, A. P. P. A bovinocultura paulista em números: uma breve consideração. *Análises e Indicadores do Agronegócio*. São Paulo, v. 3, n. 12, dez. 2008. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9662>. Acesso em out/2009.
- 19 ZEN, S. D. *et al.* *Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissão de gases efeito estufa (GEE)*. Piracicaba, Maio, 2008. Disponível em [http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea\\_Carbono\\_pecuaria\\_SumExec.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Carbono_pecuaria_SumExec.pdf). Acesso em out/2009.
- 20 ZEN, S.D., 2008. *Op. Cit.*
- 21 ZEN, S.D., 2008. *Op. Cit.*
- 22 AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS. *Novas técnicas na pecuária gaúcha*. Rio Grande do Sul. 23/12/2008. Disponível em <http://sebraers.interjornal.com.br/noticia.kmf?noticia=8006794&canal=221>. Acesso em nov/2009.
- 23 CASTANHO FILHO, E. P. *et al.* Valor da Produção Florestal do Estado de São Paulo em 2008. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 39, n. 6, junho/2009. Disponível em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec9-0609.pdf](http://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec9-0609.pdf). Acesso em out/2009.
- 24 CASTANHO FILHO, 2009. *Op. Cit.*
- 25 CASTANHO FILHO, 2009. *Op. Cit.*
- 26 CASTANHO FILHO, 2009. *Op. Cit.*
- 27 CASTANHO FILHO, 2009. *Op. Cit.*
- 28 CALEGARIO F. F. *Situação da PIMO no Brasil*. Curso: Formação de Responsáveis Técnicos e Auditores da Produção Integrada e Morango. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 05/10/2009. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/index.php3?id=401&it=ev&func=unid>. Acesso em nov/2009.
- 29 MEDEIROS, C. B. *et al.* *Avaliação de Serviços Ambientais Gerados por Unidades de Produção Familiar Participantes do Programa Proambiente no Estado do Pará*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007 (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 68). Disponível em [http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf21.php3?tipo=do&id=124](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php3?tipo=do&id=124). Acesso em set/2009.



O turismo se destaca como uma das atividades econômicas que mais crescem no planeta. Atualmente, as divisas geradas pelo turismo internacional ocupam o quarto lugar no *ranking* de exportações mundiais, perdendo somente para combustíveis, produtos químicos e produtos automotivos<sup>1</sup>. Em muitos países em desenvolvimento, o turismo chega a ser a principal fonte de renda.

Os desembarques internacionais cresceram de 25 milhões, em 1950, para 922 milhões em 2008, ano em que houve uma geração de divisas da ordem de US\$ 1 trilhão<sup>i</sup> (o que significa quase US\$ 3 bilhões por dia). Espera-se que em 2010 os desembarques internacionais cheguem a 1 bilhão e em 2020, a 1,6 bilhão<sup>2</sup>.

O turismo emprega, em média, 10% da força de trabalho do mundo. Já em locais com grande vocação turística, como a França e o Caribe, os empregos no turismo chegam a ultrapassar 20% da força de trabalho<sup>3</sup>. No Brasil, de acordo com o IBGE, este número gira em torno de 7%.

São Paulo é o Estado que mais recebe turistas no Brasil. Além de atrair 29% do fluxo turístico doméstico, é portão de entrada para 47% dos turistas estrangeiros que visitam o país. Em dezembro de 2006, o Estado concentrava 19,4% dos postos de trabalho do setor turístico brasileiro<sup>4</sup>.

Rafting em Brotas – SP.  
Cidade precursora do turismo  
de aventura no Brasil.



RUBENS CHIR/BANCO DE IMAGENS DE SP

i US\$ 856 bilhões, se forem excluídas as despesas com deslocamento aéreo. Isso corresponde a um aumento de 5,6% em termos reais, com relação a 2006.

## Turismo no contexto da crise econômica e das mudanças climáticas

No contexto da mais recente crise econômica global, que apresentou números alarmantes como a perda de 655 mil postos de trabalho no Brasil, só em dezembro de 2008, São Paulo foi um dos principais estados atingidos pelo desemprego.

No entanto, diferente do que se esperava, os impactos da crise foram muito mais amenos nas atividades essencialmente turísticas do que no conjunto da economia, o que sugere uma capacidade de resistência à crise, pelo menos no curto prazo, por parte do setor de turismo. Acredita-se que isso ocorra devido ao fato de a crise ter atingido primeiramente a parcela da sociedade que recebe os menores rendimentos e que não costuma viajar ou, quando viaja, demanda com menos intensidade os serviços prestados pelas empresas de atividades características do turismo (alojamento, agências de viagem e aluguel de transportes)<sup>5</sup>.

Em uma política de Economia Verde, a atividade turística possui vantagem competitiva sobre os outros setores econômicos, sobretudo em ambientes naturais<sup>6</sup>. Afinal, o turismo é uma das atividades que mais geram empregos por unidade de capital investido<sup>7</sup>: estima-se que a cada dólar investido no setor, 6 dólares retornam<sup>8</sup>. Trata-se de uma atividade que tem grande potencial para aquecer a economia dos destinos turísticos, pois, por meio do efeito multiplicador, cerca de 52 elos da cadeia produtiva são atingidos direta ou indiretamente<sup>9</sup>.

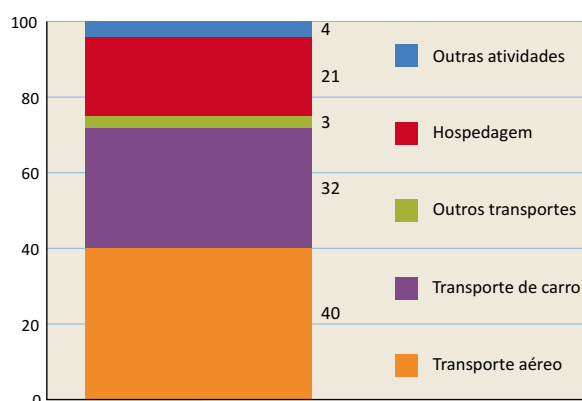
Vale lembrar que os ambientes naturais estão entre os principais atrativos turísticos e quanto mais preservado for o atrativo, melhor. Assim, o turismo, quando desenvolvido de maneira sustentável e com planejamento, gera emprego e renda sem

pressionar demasiadamente os recursos naturais. Contrariamente, até ajuda a preservar o patrimônio natural, histórico e cultural das localidades, ao agregar valor (inclusive econômico) aos atrativos.

A relação do turismo com as mudanças climáticas possui dois lados: de um lado ele é considerado vetor, do outro, vítima dessas mudanças, tratando-se de um dos setores da economia mais sensíveis ao clima, assim como a agricultura, o setor de transportes, de energia e as seguradoras.

A Organização Mundial do Turismo (OMT) acredita que a atividade turística seja responsável por 5% do total de emissões de CO<sub>2</sub> no planeta. Destes, 75% são atribuídos aos deslocamentos decorrentes da atividade, ou seja, ao setor de transportes. As demais atividades e suas respectivas emissões estão detalhadas na figura seguinte:

Emissões de CO<sub>2</sub> atribuídas ao setor de turismo (em %)



Fonte: OMT, 2007.



Atividades como o arborismo atraem mais adeptos a cada dia.

Destinos turísticos são certamente sensíveis às variações climáticas. O clima define as estações e a sazonalidade (alta e baixa estação), sendo um importante fator para o processo de tomada de decisão do turista. Em muitas localidades, o atrativo turístico é estreitamente relacionado com o ambiente natural, quando não é ele o atrativo principal, como é o caso dos parques estaduais. O clima afeta uma larga gama de recursos que são essenciais para a atração de turistas, como as condições da neve, praias ensolaradas, biodiversidade, níveis e qualidade da água, doenças infecciosas, insetos, avanço do mar nas regiões costeiras, entre outros impactos<sup>10</sup>.

Os efeitos das mudanças climáticas nas localidades turísticas podem trazer impactos secundários de natureza socioeconômica, tais como a diminuição da demanda turística, mudança de comportamento por parte dos investidores, que passarão a procurar novos destinos turísticos, e desaquecimento da economia nos demais setores da cadeia produtiva relacionados com o turismo. Em casos mais extremos, pode-se falar da possibilidade de desaparecimento por completo de destinos e atrativos turísticos, como no caso de pequenas ilhas e localidades vulneráveis como Veneza.

Reconhecendo a estreita relação entre turismo e mudanças climáticas, a OMT busca o comprometimento com a redução progressiva das emissões de gases de efeito estufa, firmando este compromisso por meio de acordos internacionais. A Organização sugere, ainda, três importantes ações frente ao desafio das mudanças climáticas, conforme quadro ao lado:

1. Adaptar os destinos e negócios turísticos para o desafio das mudanças climáticas, utilizando as tecnologias existentes e desenvolvendo novas, visando à eficiência energética.
2. Mitigar os impactos das mudanças climáticas e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da atividade turística.
3. Promover o desenvolvimento sustentável, assegurando recursos financeiros para auxiliar as regiões mais pobres neste processo.

Fonte: OMT.

## Turismo e desenvolvimento sustentável

O turismo é com frequência apontado como um dos setores econômicos com maior potencial para promover o desenvolvimento sustentável, sendo uma atividade estratégica para políticas de diminuição da pobreza e para que sejam atingidos os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio<sup>i</sup>. Através do turismo, são gerados empregos e renda para as comunidades receptoras, agregando valor econômico aos ambientes naturais protegidos e estimulando o intercâmbio de conhecimentos e culturas entre os povos.

No entanto, o turismo também tem o potencial de gerar impactos negativos de ordem ambiental, econômica, social e cultural. O crescimento do turismo pode pressionar ecossistemas frágeis pela atração de visitantes e investidores, especulação imobiliária, uso indiscriminado e não planejado dos recursos, entre outros impactos, o que contribui para a degradação desses ambientes. Porém, deve-se manter em mente que a atividade turística também tem o grande potencial de associar valor econômico tangível aos recursos naturais.

O maior desafio dos governos e tomadores de decisão é encontrar um ponto de equilíbrio por meio do planejamento, de forma a atingir metas econômicas e garantir sustentabilidade ambiental em longo prazo, minimizando os impactos negativos e maximizando os positivos. As localidades que conseguirem visualizar na sustentabilidade ambiental uma oportunidade para ganhar competitividade, ao invés de um impedimento para seus lucros, estarão em vantagem diante de outras destinações.

Políticas voltadas para o turismo sustentável têm muito a contribuir com a construção da Economia Verde nos níveis local, nacional e global, por meio da geração de empregos e renda e da manutenção da qualidade ambiental proporcionados pelo desenvolvimento da atividade turística. Trata-se de temáticas que estão intrinsecamente relacionadas, o que torna impossível pensar em Economia Verde sem levar em consideração a busca pelo desenvolvimento sustentável.

i Os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio são: (1) Erradicar a extrema pobreza e a fome; (2) Atingir o ensino básico universal; (3) Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; (4) Reduzir a mortalidade na infância; (5) Melhorar a saúde materna; (6) Combater o HIV/Aids, a malária e outras doenças; (7) Garantir a sustentabilidade ambiental; (8) Estabelecer uma Parceria Mundial para o Desenvolvimento. Fonte: ONU. Disponível em <http://www.pnud.org.br/odm>. Acesso em nov/2009.

O Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável (CBTS) estabeleceu princípios que são referência nacional para a sustentabilidade do setor. São eles<sup>11</sup>:

**1. Respeitar a legislação vigente**

O turismo deve respeitar a legislação vigente, em todos os níveis, no país e as convenções internacionais de que o país é signatário.

**2. Garantir os direitos das populações locais**

O turismo deve buscar e promover mecanismos e ações de responsabilidade social, ambiental e de equidade econômica, inclusive a defesa dos direitos humanos e de uso da terra, mantendo ou ampliando, a médio e longo prazos, a dignidade dos trabalhadores e comunidades envolvidas.

**3. Conservar o ambiente natural e sua biodiversidade**

Em todas as fases de implantação e operação, o turismo deve adotar práticas de mínimo impacto sobre o ambiente natural, monitorando e mitigando efetivamente os impactos, de forma a contribuir para a manutenção das dinâmicas e processos naturais em seus aspectos paisagísticos, físicos e biológicos, considerando o contexto social e econômico existente.

**4. Considerar o patrimônio cultural e valores locais**

O turismo deve reconhecer e respeitar o patrimônio histórico-cultural das localidades receptoras e ser planejado, implementado e gerenciado em harmonia às

tradições e valores culturais, colaborando para seu desenvolvimento.

**5. Estimular o desenvolvimento social e econômico dos destinos turísticos**

O turismo deve contribuir para o fortalecimento das economias locais, a qualificação das pessoas, a geração crescente de trabalho, emprego e renda e o fomento da capacidade local de desenvolver empreendimentos turísticos.

**6. Garantir a qualidade dos produtos, processos e atitudes**

O turismo deve avaliar a satisfação do turista e verificar a adoção de padrões de higiene, segurança, informação, educação ambiental e atendimento estabelecidos, documentados, divulgados e reconhecidos.

**7. Estabelecer o planejamento e a gestão responsáveis**

O turismo deve estabelecer procedimentos éticos de negócio visando engajar a responsabilidade social, econômica e ambiental de todos os integrantes da atividade, incrementando o comprometimento do seu pessoal, fornecedores e turistas, em assuntos de sustentabilidade desde a elaboração de sua missão, objetivos, estratégias, metas, planos e processos de gestão.

## Recomendações

### Plano Estadual de Turismo

Elaboração, de forma participativa, do Plano Estadual de Turismo, para servir como ferramenta de planejamento e gestão sustentável da atividade turística no Estado de São Paulo. Entre as recomendações, podem ser incluídas:

#### *Incentivo ao aumento do tempo de permanência dos turistas*

A partir do momento em que o turista decide permanecer por mais tempo na localidade turística, os benefícios são maximizados, pois suas despesas multiplicam-se, gerando mais renda e emprego para a localidade receptora. Essa ação segue uma lógica segundo a qual, uma vez emitidos os GEE para o deslocamento do turista do seu local de origem para a destinação turística, deve-se buscar o máximo de benefícios que este visitante pode deixar no local. Ficando mais, ele gastará mais, sem necessariamente emitir mais GEE, uma vez que a maior parte das emissões destes gases advindos do setor turístico está relacionado com as emissões dos transportes utilizados para deslocamento dos viajantes. Desta forma, indicadores como  $\text{KgCO}_2\text{eq/R\$ PIB}$  para o setor tenderá a diminuir.



### *Incentivo ao segmento do ecoturismo*

Este é um segmento que vem crescendo quatro vezes mais rápido que o turismo convencional. Com o incentivo ao ecoturismo, agrega-se valor econômico aos ambientes naturais preservados, uma vez que haverá geração de emprego e renda a partir do uso indireto dos recursos naturais e cênicos. Os impactos gerados pelo ecoturismo bem planejado são infinitamente mais brandos do que qualquer outra atividade do setor produtivo. Além disso, o ecoturismo deve necessariamente conter um componente de educação ambiental, o que favorece a disseminação do pensamento sustentável.

### *Diversificação dos atrativos*

Com atrativos diversificados, as localidades turísticas ficam menos dependentes das condições climáticas e sofrem menos com a sazonalidade. Atividades culturais alternativas, por exemplo, podem ser boas opções para dias chuvosos em destinos de sol e mar.

### *Incentivo à prática do turismo nos limites do Estado de São Paulo*

O Estado de São Paulo é o maior emissor e receptor de turistas do Brasil. Com o incentivo à prática de turismo nos limites do próprio Estado, haverá um fluxo turístico consideravelmente maior, consequentemente gerando mais emprego e renda. Com a diminuição do fluxo de turistas paulistas para outros destinos, as emissões referentes ao transporte por turista serão menores, pois os percursos mais curtos demandam menos combustível e, na maioria dos casos, dispensam o uso do avião, maior emissor de GEE no setor turístico, diminuindo assim, a intensidade de emissões do setor.

### *Política de transporte sustentável*

Entre as medidas apontadas como mais promissoras dentro do setor de viagens e turismo, estão aquelas relacionadas com a adoção de formas de deslocamento que sejam mais sustentáveis, uma vez que é o setor de transportes o responsável pela maior parte das emissões atribuídas à atividade turística. Entre as medidas, o Fórum Econômico Mundial<sup>12</sup> destacou:

- Encorajar a mudança do modal de carros particulares para sistemas de transporte de massa (ônibus e trens);
- Promover tecnologias de gestão de tráfego e aliviar gargalos na infraestrutura;
- Acelerar a descarbonização do transporte terrestre, por meio do uso de combustíveis mais limpos, veículos mais eficientes e mudanças no comportamento do consumidor;
- Acelerar a renovação da frota aérea e naval com aviões e navios de cruzeiro mais eficientes energeticamente;
- Remover as ineficiências estruturais na gestão do tráfego e do espaço aéreo;

Vale salientar que a *Green Economy Initiative*<sup>13</sup>, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, destaca com muito vigor o transporte ferroviário, afirmando ser este modal responsável por apenas 3% do uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub> no setor de transportes.

## Construção sustentável dos equipamentos turísticos

*Retrofit* dos equipamentos turísticos existentes e construção de novos equipamentos, levando em consideração questões de sustentabilidade, tais como a busca pelo uso eficiente dos recursos energéticos e de outros recursos, como os hídricos, gestão adequada para os resíduos sólidos, gestão adequada para o uso do solo, entre outros.

No que diz respeito aos equipamentos hoteleiros, sugere-se que seja adotada a norma ABNT NBR 15401:2006, elaborada pela Comissão de Estudo de Turismo Sustentável do Comitê Brasileiro de Turismo. Esta norma nacional detalha os requisitos de desempenho para as dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e sociocultural), de forma a permitir que os meios de hospedagem planejem e operem suas atividades de acordo com os princípios estabelecidos para o turismo sustentável<sup>14</sup>. Entre os requisitos ambientais, estão incluídas ações voltadas para a eficiência energética e controle de emissões, que têm ligação direta com políticas de Economia Verde. Foi uma norma redigida com o objetivo de garantir a aplicabilidade por pequenas e médias empresas, adequando-se também a diferentes condições geográficas, culturais e sociais.



Parque Estadual de Picinguaba, no litoral paulista: um dos destinos para ecoturismo.

## Referências

- 1 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO - OMT. *Tourism Highlights 2008 Edition*. Madrid: UNWTO, 2008.
- 2 OMT, 2008. *Op. Cit.*
- 3 PASTORE, J. *Copa, turismo e emprego*. O Estado de São Paulo, São Paulo, 09 jun. 2009. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/estadaodehoje+20090609,copa-turismo-e-emprego,384427,0.php>. Acesso em set/2009.
- 4 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Projeto de Lei nº 579 de 2008*. Mensagem nº 139/2008 do Sr. Governador do Estado. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 118 (164), 02 set. 2008. Poder Legislativo, pp. 43.
- 5 ZAMBONI, R. A. CARARGO, R. S. *Uma leitura dos impactos da crise sobre o setor de turismo a partir das estimativas de emprego no setor*. IPEA, 2009.
- 6 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO - OMT. *Climate change and tourism: responding to global challenges*. Madri: UNWTO, 2007.
- 7 LICKORISH, L. O., JENKINS, C. L. *An Introduction to Tourism*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.
- 8 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Op. Cit.*
- 9 CARVALHO, C. L. Desenvolvimento do turismo no Brasil. In: *Revista de Administração*. São Paulo, v. 33, n. 4, pp. 26-29, out. 1998.
- 10 OMT, 2008. *Op. Cit.*
- 11 INSTITUTO DE HOSPITALIDADE. *Certificação em Turismo Sustentável. Norma Nacional para Meios de Hospedagem - Requisitos para a Sustentabilidade - NIH-54*, 2004. São Paulo: RBMA, 2004.
- 12 FORUM ECONÔMICO MUNDIAL. *Towards a low carbon Travel & Tourism Sector*. Geneva: FEM, 2009.
- 13 *apud* ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO - OMT. *Tourism & Travel in the Green Economy. Delegates Briefing Paper*. Disponível em [http://www.etc-corporate.org/resources/uploads/BriefingMaterial\\_20090911.pdf](http://www.etc-corporate.org/resources/uploads/BriefingMaterial_20090911.pdf). Acesso em out/2009.
- 14 INSTITUTO DE HOSPITALIDADE. *Op. Cit.*

# INSTRUMENTOS ECONÔMICOS

A utilização de instrumentos econômicos na área ambiental é entendida como uma oportunidade de melhoria na eficiência da política ambiental. Ao atuar de forma complementar em relação aos tradicionais instrumentos de comando e controle, pode-se chegar a melhores resultados por meio da indução de determinado comportamento social, da maximização do bem estar e do financiamento de atividades sociais.

Os instrumentos econômicos que são usados para melhorar a qualidade ambiental abrangem uma vasta gama de possibilidades, podendo ter como princípios o do poluidor-pagador, o do usuário-pagador e o do provedor-receptor.

Segundo a Lei Municipal de São Paulo nº 14.933/2009<sup>1</sup>, sobre mudanças climáticas, fica definido como poluidor-pagador o princípio segundo o qual o poluidor deve arcar com o ônus do dano ambiental decorrente da poluição, evitando-se a transferência desse custo para a sociedade. Ainda, define-se o princípio do usuário-pagador como aquele segundo o qual o ônus da utilização deve ser arcado pelo utilizador do recurso natural. Por fim, apresenta-se o princípio do provedor-receptor, segundo o qual são transferidos recursos ou benefícios para as pessoas, grupos ou comunidades cujo modo de vida ou ação auxilie na conservação do meio ambiente.

Dentre os exemplos de instrumentos econômicos, tem-se: subsídios creditícios, pagamentos por serviços ambientais, isenção tributária, esquemas depósito-reembolso, taxas sobre resíduos, sobre poluição, taxas florestais, taxas vinculadas ao uso de recursos renováveis, impostos ambientais vinculados à taxa convencional, certificados comercializáveis, rotulagem ambiental e instrumentos de responsabilização<sup>2</sup>.

Por se tratar de instrumentos pouco utilizados e de pouco conhecimento por parte da sociedade, será dado enfoque a dois destes instrumentos: o sistema de subsídios cruzados e o pagamento por serviços ambientais. Esses instrumentos se destacam por não necessitarem de aumento da carga tributária, que além de ser uma medida bastante impopular no Estado e no país, comprometeu 35,8% do PIB do Brasil em 2008, segundo a Receita Federal<sup>3</sup>.



Pagamento por Serviços Ambientais: instrumento econômico para a conservação, restauração e manejo sustentável.

## Subsídios cruzados

O subsídio cruzado aplicado à área ambiental destina-se a criar mecanismos para se tributar ou oferecer benefícios a poluidores/usuários de forma progressiva, de acordo com as diferentes quantidades de recursos naturais utilizados, quantidade de energia elétrica consumida, tipos e quantidades de poluentes emitidos ou, ainda, por quantidade e tipo de resíduos gerados. Assim, mediante o acréscimo da tarifa para os poluidores, permite-se obter uma tarifa menor àqueles que poluem em menor quantidade.

A tributação de um bem ou serviço pode ocorrer por meio da aplicação de impostos ou taxas. A criação de uma taxa ambiental precisa estar relacionada às necessidades de receita provenientes do exercício do poder de polícia ou de prestação do serviço público nessa área. Assim, o valor de uma taxa ambiental para emissão de poluentes, por exemplo, não pode ser usado para o incentivo de mudança de comportamento de usuários de recursos ambientais<sup>4</sup>.

Com isso, percebe-se que para implantar o sistema de subsídio cruzado deve-se buscar formas de alterar as alíquotas dos impostos já existentes. Vale ressaltar, porém, que a tributação no Brasil não pode ter caráter punitivo, e sim arrecadatório. Isso implica em buscar formas de implementação da alíquota diferencial, de forma que não sejam geradas dúvidas quanto à natureza do imposto.

Um ponto que merece ser destacado é que o sistema de subsídio cruzado deve ser elaborado para cada setor em que será aplicado, havendo a preocupação de não gerar aumento nem queda de arrecadação após a aplicação dessa tarifa. Com o passar do tempo, espera-se que surjam novas tecnologias mais limpas e que o consumidor migre para os produtos menos poluentes. Para que isso não gere perda de receita, uma nova tabela com os novos padrões deverá ser elaborada e usada para a aplicação da tarifa.

Os principais impostos cobrados no Estado de São Paulo que poderiam sofrer alterações em suas alíquotas são ICMS e IPVA<sup>1</sup>.

### Proposta de tributação cruzada na França<sup>5</sup>

Pela nova proposta de tributação do setor automotivo na França, a cobrança de taxas e a concessão de subsídios na venda de automóveis devem seguir os seguintes critérios:

#### Recebe a bonificação

- 200 euros por emissões na faixa de 121 g e 130 gCO<sub>2</sub>/Km
- 700 euros por emissões na faixa de 101 e 120 gCO<sub>2</sub>/Km
- 1.000 euros por emissões inferiores a 100 gCO<sub>2</sub>/Km
- 5.000 euros por emissões inferiores a 60 gCO<sub>2</sub>/Km (veículos elétricos)

#### Sofre a taxa

- 200 euros por emissões na faixa de 161 e 165 gCO<sub>2</sub>/Km
- 750 euros por emissões na faixa de 166 e 200 gCO<sub>2</sub>/Km
- 1.600 euros por emissões na faixa de 201 e 250 gCO<sub>2</sub>/Km
- 2.600 euros por emissões superiores a 250 gCO<sub>2</sub>/Km.

i IPTU – Na esfera municipal, o imposto que poderia sofrer alguma alteração em suas alíquotas a fim de gerar benefícios ao meio ambiente é o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana. Como se trata de um imposto não controlado pelo Estado, o incentivo para a adesão à mudança tributária deve ocorrer por meio de incentivos às prefeituras parceiras.



## ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

A alíquota do ICMS<sup>6</sup> varia de acordo com o setor em que o bem ou serviço está inserido.

A destinação desse imposto ocorre da seguinte forma: 75% permanece com o Estado e 25% é repassado aos municípios. Essa porcentagem dos municípios é dividida de acordo com os critérios:

Mínimo de  $\frac{3}{4}$  da verba permanece no município onde foram arrecadados; e  $\frac{1}{4}$  da verba é destinada de acordo com a Lei Estadual nº 8.510 de 1993.

Em 2008, a arrecadação de ICMS em valores reais no Estado de São Paulo foi de R\$ 80,2 bilhões, o que representou 34,3% do total de ICMS arrecada-

do em todo o país. Neste ano, a arrecadação de ICMS representou 86,8% da arrecadação total do Estado. Em 2009, o acumulado até julho estava em R\$ 42,83 bilhões (33,4% do total do país)<sup>7</sup>.

Deve-se ressaltar que o ICMS é um imposto não cumulativo. Assim, caso haja a intenção de se criar uma alíquota seletiva sobre algum bem associado a danos ambientais, o impacto da alíquota seletiva só terá significado quando incidir sobre o consumidor final, uma vez que a sobre-taxa de insumos de produção pode ser deduzida do ICMS que incide sobre o produto no fim da cadeia produtiva<sup>8</sup>.

### Proposta de subsídio cruzado na Irlanda<sup>9</sup>

Na Irlanda, foi elaborado um estudo propondo uma mudança no sistema de tributação do setor automotivo, que leva em conta a emissão de CO<sub>2</sub> dos veículos. Na tabela abaixo encontram-se os valores:

FAIXA DE EMISSÃO DE CO <sub>2</sub>	Nº. DE VEÍCULOS (2005)	TRIBUTAÇÃO ATUAL SOBRE AUTOMÓVEIS (€)	NOVA TAXA (€)	ARRECADANÇA ATUAL (€)	NOVA ARRECADANÇA (€)	ALTERAÇÕES NAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> (KT/ANO)
0-100 g/Km	0	50/0	0	0	0	0
101-120 g/Km	0	100/166	50	870.931	514.250	0,04
121-135 g/Km	196.273	155/299	100	31.864.983	19.627.300	25,8
136-150 g/Km	308.107	263/403	200	84.883.426	61.621.400	9,8
151-165 g/Km	583.666	294/510	400	190.476.404	233.466.400	-47,0
166-185 g/Km	319.296	390/564	500	140.508.162	159.648.000	-17,5
186-225 g/Km	217.134	519/906	900	118.401.457	195.420.600	-56,7
226-400 g/Km	37.006	1206/1073	1500	42.842.576	55.509.000	-6,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.661.482</b>			<b>710.230.617</b>	<b>725.806.950</b>	<b>-92,0</b>

Na tabela pode-se constatar que ocorre uma redução na emissão de carbono ao se adotar o novo sistema de tributação, além de gerar um aumento na arrecadação em um primeiro momento.

### Efeitos da poluição na saúde

No Brasil, os gastos com internações e mortes causadas pela poluição chegam a US\$ 3 bilhões, segundo o professor Paulo Saldiva, coordenador do Laboratório de Poluição da Universidade de São Paulo (USP)<sup>10</sup>.

A poluição é a causadora de inúmeras doenças. Entre elas destacam-se a endometriose, no aparelho reprodutor feminino, câncer de pulmão e doenças endócrinas, além do aumento do número de abortos e da contribuição para o nascimento de mais meninas do que meninos, uma vez que a poluição fragiliza o cromossomo Y. Após um dia em que a concentração de poluentes encontra-se elevada na cidade de São Paulo, o número de óbitos por doenças cardiovasculares aumenta em 10% aproximadamente<sup>11</sup>. Além disso, a redução de 30% na emissão de gases de efeito estufa traria a redução de cinco mortes ao dia<sup>12</sup>.

Esses dados corroboram a ideia da tributação diferenciada, de forma que se desestimele as compras de veículos mais poluentes e menos eficientes, assim como o uso de combustíveis de pior qualidade, uma vez que, mesmo sem gerar um aumento significativo na arrecadação do Estado, seria gerada uma redução nos custos de saúde dos órgãos públicos ao incentivar mudanças nos padrões de compra do consumidor.

## IPVA – Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores

A alíquota do IPVA é de 1,5% para caminhões; 2% para ônibus, caminhonetes, motocicletas, máquinas de terraplanagem, guindastes, locomotivas, tratores e similares; 3% para veículos que funcionam exclusivamente com os combustíveis álcool, gás natural veicular ou eletricidade e 4% para os demais tipos de veículos.

A destinação desse imposto ocorre da seguinte forma: 50% permanece com o Estado arrecadador e a outra metade é repassada aos municípios nos quais os veículos foram licenciados.

Em 2008, a arrecadação de IPVA no Estado de São Paulo foi de R\$ 7,71 bilhões em valores nominais, o que representou 8,9% da arrecadação do Estado. O acumulado estava em R\$ 8,43 bilhões em novembro de 2009<sup>13</sup>.

## Pagamento por serviços ambientais

Num contexto em que as consequências da degradação ambiental serão sentidas no curto e longo prazo, a manutenção da capacidade dos ecossistemas para sustentar as condições ambientais apropriadas aos seres vivos depende da adoção de práticas e atitudes. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento econômico considerado promissor para o manejo sustentável dos recursos naturais e para a conservação e recuperação ambiental que vem sendo discutida em âmbito global.

Associado ao conceito de serviços ambientais, tem-se o reconhecimento de que o meio ambiente fornece, de forma gratuita, uma série de bens e serviços que são de interesse direto ou indireto do ser humano, permitindo sua sobrevivência e bem estar<sup>14</sup>. Os benefícios propiciados pelos ecossistemas são imprescindíveis para a manutenção de condições necessárias à vida e incluem serviços de provisão, como alimento e água, serviços de regulação, como controle do clima, serviços de suporte, como a ciclagem de nutrientes, e serviços de cultura, como os educacionais e espirituais.

Com o intuito de estimar o valor médio dos serviços proporcionados pela natureza em todo o planeta, centenas de estudos de valoração econômica de bens e serviços foram analisados por economistas e ecólogos e, ao final, o resultado estimado para o valor médio desses serviços foi de US\$ 33 trilhões por ano, aproximadamente metade do valor do PIB mundial<sup>15</sup>. Tais benefícios essenciais, gratuitos e que muitas vezes passam despercebidos pelas pessoas afetam desde as necessidades materiais básicas como segurança, saúde, alimento, abrigo, até as boas relações sociais<sup>16</sup>.

Como forma de remunerar ou recompensar aquele que toma iniciativa no sentido de preservar o meio ambiente, tem-se o mecanismo regulatório de pagamento por serviço ambiental. Mediante o conceito do provedor-receptor, os custos de oportunidades e de manutenção dos serviços ambientais são percebidos e valorados por beneficiários e usuários que se dispõem a pagar para promover um fluxo contínuo dos serviços.

Desse modo, o provedor de serviços ambientais pode ser qualquer pessoa física ou jurídica que execute ações que favoreçam a conservação, ampliação ou restauração de serviços ecossistêmicos. Em contrapartida, o comprador desse tipo de serviço pode ser qualquer pessoa física ou jurídica que tenha disposição de pagar pelo mesmo, definição que inclui empresas privadas, setor público e organizações não-governamentais nacionais ou internacionais, entre outros<sup>i</sup>.

i Anteprojeto de Lei que institui Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais em São Paulo.

### Serviços Ecossistêmicos

- Os **serviços de provisão** são aqueles que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano, tais como água, alimentos, madeira, fibras e combustível, entre outros, obtidos pelo uso e manejo sustentável dos ecossistemas.
- Os **serviços de suporte** mantêm as condições de vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição dos resíduos, a produção, a manutenção e a renovação da fertilidade do solo, a polinização da vegetação, a dispersão de sementes, o controle de populações potenciais de pragas, a proteção contra os raios ultravioleta do sol, o controle de populações dos vetores potenciais de doenças humanas, a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético.
- Os **serviços de regulação** ajudam na manutenção dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono e a purificação do ar pelas plantas, o efeito minimizador de eventos climáticos extremos, regulação dos ciclos de água, controle de inundações e secas, controle do clima e o controle dos processos de erosão.
- Os **serviços de cultura** abrangem aspectos estéticos, espirituais, educacionais e recreativos.

Fonte: MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005<sup>17</sup>.

### Panorama do pagamento por serviços ambientais

Ainda que a ideia de realizar pagamentos condicionais pela provisão de serviços ambientais seja relativamente inovadora, o conceito de transferências de recursos entre usuários e provedores desses serviços já foi implantado em vários países.

Muitas vezes sem diferenciação conceitual entre os termos “serviço ecossistêmico” e “serviço ambiental”, exemplos desse tipo de iniciativa são representados por programas como os de conservação de recursos hídricos, em que se paga pela produção de água potável; impostos ecológicos, nos quais há remuneração pela implantação e manutenção de áreas de conservação; compensação ambiental, em que empresas particulares ou estatais pagam à população do entorno por impactos e perdas ambientais inevitáveis; subsídios a reservas extrativistas, em que se remunera pelo uso sustentável dos recursos naturais; e geração de créditos de carbono, no qual há pagamento pelo sequestro ou pela redução de gases de efeito estufa.

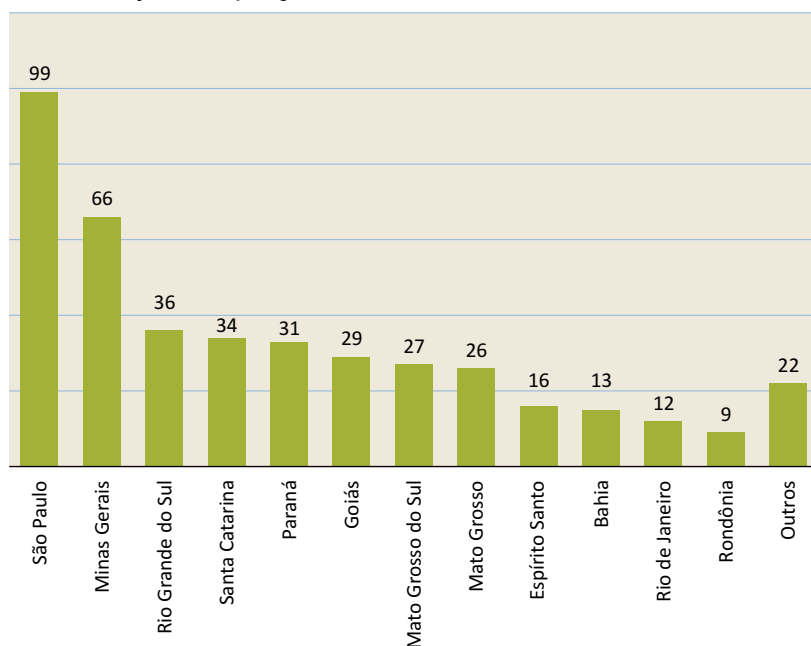
A modalidade que mais rapidamente se expandiu no país e no mundo e que mais riquezas está gerando é o mercado de créditos de carbono, originado no Protocolo de Quioto e que tem como objetivo a redução dos impactos das mudanças climáticas. Esse documento admite a possibilida-

de de utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual permite a venda do crédito obtido pela redução de emissões de gases de efeito estufa dos países em desenvolvimento aos países desenvolvidos. Com isso, estes podem alcançar suas metas e, ao mesmo tempo, os países em desenvolvimento têm a possibilidade de crescer de maneira limpa, conciliando benefícios ambientais, econômicos e sociais.

As negociações no mercado de carbono mundial chegaram a US\$126 bilhões em 2008, totalizando 4,8 bilhões de tCO<sub>2</sub>eq transacionadas<sup>18</sup>. No cenário global de 2009, o Brasil ocupou o terceiro lugar no *ranking* mundial em números de projetos de MDL registrados no Conselho Executivo, com 417 projetos (8%), ficando atrás apenas da China, com 2.024 (37%), e Índia, com 1.446 projetos (27%). Em se tratando de reduções anuais de emissões de gases de efeito estufa, o Brasil contribui com a redução de 46.693.866 de tCO<sub>2</sub>eq/ano, o que é igual a 6% do total mundial<sup>19</sup>.

No país, São Paulo é o Estado que atualmente lidera com 99 projetos de MDL (24%) em atividades como: ampliação do uso de fontes de energia e combustíveis renováveis, conservação de energia e aumento da eficiência energética, substituição do uso de recursos energéticos de origem fóssil por fontes energéticas renováveis ou de baixo potencial emissor, cogeração de eletricidade e reflorestamento<sup>20</sup>.

## Distribuição de projetos de MDL no Brasil



Fonte: RISØ CENTRE, 2009.

Outra atividade que vem se desenvolvendo de forma paralela ao mercado regulado pelo Protocolo de Quioto é o mercado voluntário de crédito de carbono, movido por iniciativas de empresas que têm medidas próprias de redução de emissão. Em 2008, 123,4 milhões de tCO<sub>2</sub>eq foram negociadas, alcançando um valor de US\$704,8 milhões<sup>21</sup>. Embora não haja uma regulamentação específica, esse mercado tem regras implícitas que vêm sendo adotadas para dar credibilidade aos projetos, de modo que sejam comercializáveis e tenham valor no mercado.

Um tema que hoje não é considerado no mercado de carbono e que vem ganhando destaque é o mecanismo global de financiamento para reduzir emissões do desmatamento, chamado REDD (Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal). A proposta faz referência ao desenvolvimento de políticas públicas e incentivos à redução das emissões provenientes de desmatamento em países em desenvolvimento<sup>22</sup>. Considerando-se a ausência de incentivos financeiros para conservação das matas, a tendência histórica tem sido de supressão da vegetação em virtude de urbanização, agricultura, criação de gado e subsistência. O REDD visa reduzir a perda de cobertura vegetal, por meio de pagamentos mensais, em troca da proteção das florestas.

A necessidade de se criar novos instrumentos que incentivem a preservação, bem como de consolidar os já existentes, são evidenciados quando

se leva em consideração a existência de projetos de lei em tramitação visando à inclusão de PSA no *portfolio* de instrumentos de política ambiental do país. No Estado de São Paulo, o Anteprojeto de Lei que institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais já foi aprovada pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema) e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e, no momento, aguarda parecer da Casa Civil.

A ausência de um marco legal que discipline programas de serviços ambientais, além da determinação de fontes financeiras continuadas, aliadas à complexidade da valoração dos recursos naturais, dificultam a operação, no longo prazo, de uma política pública de serviços ambientais.

## Exemplos de PSA no Brasil e no mundo

A experiência internacional de execução de políticas de pagamento por serviços ambientais tem apresentado excelentes resultados. A mais conhecida delas é a da Costa Rica, onde a medida reverteu a tendência de destruição das florestas e representou um novo impulso ao desenvolvimento, com base em princípios sustentáveis. O governo criou um mecanismo de financiamento baseado no Fundo Nacional de Financiamento Florestal (FONAFIFO), alimentado por fontes tais como taxa imposta sobre os combustíveis, empréstimos pelo Banco Mundial, além de convênios com



hidrelétricas, para remunerar os proprietários rurais que conservassem e restaurassem a floresta nativa. Como resultado, houve aumento da cobertura florestal de 32% para 45% do território nacional no período entre 1990 e 2002<sup>23</sup>.

Outro exemplo de pagamento por serviços ambientais bem sucedido é representado pela cidade de Nova York. Há 20 anos, seu abastecimento de água é garantido por produtores rurais que possuem propriedades nas montanhas de Catskill, situadas num raio de 200 Km de distância da cidade. Um acordo foi firmado entre o governo da metrópole e os produtores rurais, garantindo remuneração aos que adotassem práticas agrárias menos intensivas, reflorestassem a área ou construíssem sistemas de armazenamento de estrume para evitar a contaminação da água. A adesão ao programa foi voluntária e cada produtor foi responsável por administrar os recursos pagos. O investimento em benfeitorias para a preservação das nascentes e mananciais que abastecem a cidade teve impacto positivo e evitou a construção de uma estação de tratamento de água, que custaria em torno de US\$ 6 a 8 bilhões. Com isso, houve redução de custos e do preço da água aos consumidores.

No Brasil, o Programa Bolsa Floresta foi pioneiro no pagamento por serviços ambientais para as populações que vivem em áreas florestais da Amazônia e que se comprometem com a redução do desmatamento. Criado pelo Governo do Estado do Amazonas em 2007, com base na Lei Estadual de Mudanças Climáticas, atualmente o programa envolve mais de 6,5 mil famílias, representando mais de 10 milhões de hectares de Unidades de Conservação (UCs). Atualmente, a gestão do programa é realizada pela Fundação

Amazonas Sustentável (FAS), que recebe recursos provenientes do próprio Governo do Estado e de doações de instituições privadas<sup>24</sup>.

Em São Paulo, o projeto estratégico Mata Ciliar, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, apresenta o programa Produtor de Água. Neste, dois projetos-piloto de pagamento por serviços ambientais nos municípios de Joanópolis e Nazaré Paulista vêm sendo executados por meio de parcerias com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, a Agência Nacional de Águas e a organização não-governamental TNC (*The Nature Conservancy*). A área do projeto engloba 2.800 hectares e prevê remuneração ao produtor rural pelo uso de técnicas de conservação do solo, recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e manutenção das florestas existentes, mediante o aporte de recursos da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ)<sup>25</sup>.

Outro projeto que vem sendo implementado é o Oásis, desenvolvido pela Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, que prevê o pagamento por serviços ambientais a proprietários que se comprometam a conservar áreas estratégicas para os mananciais da região metropolitana de São Paulo. A premiação é feita com base num índice, o qual considera o custo de reposição da capacidade de armazenamento de água no solo, de solo perdido por erosão e de capacidade de manutenção de água de boa qualidade, além de fatores como qualidade da área, proteção do patrimônio e existência de atividades potencialmente poluidoras. Com uma área protegida de 656 hectares, o projeto engloba atualmente 13 propriedades, 82 nascentes e 45 mil metros de rios<sup>26</sup>.

## Recomendações

### Subsídios cruzados

Tendo em vista as experiências internacionais, a realidade do Estado e os potenciais benefícios que podem ser produzidos, São Paulo deve orientar-se para a adoção de instrumentos econômicos capazes de estimular o consumo de bens e serviços que utilizem da melhor forma possível os recursos naturais com alto desempenho energético e que emitam pouca quantidade de poluentes e resíduos. Para esse fim, recomenda-se a aplicação do sistema de tributação cruzada nos seguintes setores:

#### *Transporte*

Incentivo à produção de veículos que emitam menor quantidade de poluentes por quilômetro rodado e durante o processo de fabricação, além de combustíveis que emitam menos poluentes.

- Impostos que podem sofrer alterações: ICMS, IPVA.

#### *Energia*

Estímulo às produtoras e concessionárias a migrarem suas fontes de energia de não renováveis para renováveis.

- Imposto que pode sofrer alteração: ICMS.

#### *Bens de consumo*

Incentivo às vendas de produtos que consumam menos recursos naturais, menos energia elétrica, gerem menos poluentes e menos resíduos sólidos.

- Imposto que pode sofrer alteração: ICMS.

#### *Protocolos ambientais*

Estímulo aos agricultores para aderirem aos protocolos ambientais criados pela Secretaria do Meio Ambiente.

- Imposto que pode sofrer alteração: ICMS.

#### *Construção civil*

Incentivo às alterações nos padrões da construção civil, visando o aumento de eficiência energética dos edifícios, o melhor aproveitamento da água e a adoção de padrões de construção sustentáveis.

- Imposto que pode sofrer alteração: IPTU – Neste caso, por tratar-se de um imposto municipal, a adesão a esse mecanismo poderia ser uma nova diretiva do projeto Município Verde Azul.

### Pagamento por serviços ambientais

#### *PSA urbano para catadores de lixo*

Estímulo à coleta de materiais recicláveis, o que traria ganhos ambientais com a diminuição da quantidade de resíduos no ambiente, economia da energia que seria usada para a produção de novos materiais, redução de emissão de gases de efeito estufa, além de ganhos sociais.

### *PSA para comunidades litorâneas*

Estímulo ao manejo sustentável dos recursos naturais do litoral paulista com financiamentos provenientes dos *royalties* do petróleo a ser explorado no Pré-Sal.

### *PSA para proprietários rurais*

Incentivo ao estabelecimento e proteção de áreas de reserva legal e de preservação permanente, visando à manutenção dos benefícios propiciados pelos ecossistemas.



ARQUIVO SMA/CETESB

Parque Estadual de Itinguçu em Peruíbe no litoral paulista: conservação que pode ser financiada por PSA.

## Referências

- 1 MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. *Lei nº 14.933, de 5 de junho de 2009. Institui a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo*. Disponível em <http://www.nossasaopaulo.org.br/portal/files/LeiClima.pdf>. Acesso em out/2009.
- 2 MOTTA, R. S., RUITENBEEK, J., HUBER, R. *Uso de Instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: Lições e recomendações*. Rio de Janeiro: IPEA, out/96.
- 3 BRASIL. MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Carga Tributária no Brasil – 2008 – Análise por Tributo e Bases de Incidência*. Brasília: Receita Federal, jun/2009.
- 4 MOTTA, R. S. OLIVEIRA, J. M. D. MARGULIS, S. *Proposta de tributação Ambiental na atual reforma tributária brasileira*. Rio de Janeiro: IPEA, jun/2000.
- 5 MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER. *Le bonus écologique, c'est facile et ça rapport!* Disponível em [http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id\\_article=2825](http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=2825). Acesso em set/2009.
- 6 BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Impostos e contribuições federais, e impostos estaduais e municipais*. Disponível em <http://www.bcb.gov.br/htms/Infecon/FinPub/cap2p.pdf>. Acesso em set/2009.
- 7 SÃO PAULO. SECRETARIA DA FAZENDA. *Relatório da Receita Tributária*. Disponível em <http://www.fazenda.sp.gov.br/relatorio>. Acesso em set/2009.
- 8 MOTTA, R. S. & OLIVEIRA, J. M. D. MARGULIS, S. *Op. Cit.*
- 9 RYAN, L. LEGGE, T. *Consultation on proposed motor tax restructuring to include CO<sub>2</sub> – emissions differentiation*. Disponível em [http://www.comharsdc.ie/\\_files/comhar0701.doc](http://www.comharsdc.ie/_files/comhar0701.doc). Acesso em fev/2007.
- 10 ECODEBATE. *Brasil: Gastos com internações e mortes causadas pela poluição chegam a US\$ 3 bilhões*. Disponível em <http://www.ecodebate.com.br/2008/09/29/brasil-gastos-com-internacoes-e-mortes-causadas-pela-poluicao-chegam-a-us-3-bilhoes>. Acesso em set/2009.
- 11 CAMPOLIM, S. DINIZ, V. *Desigualdade Ambiental*. Disponível em <http://www.revistapesquisamedica.com.br/POR-TAL/imprime.asp?codigo=11621>. Acesso em set/2009.
- 12 NOSSA SÃO PAULO. *Redução de 30% na poluição do ar evitaria cinco mortes ao dia em São Paulo*. Disponível em <http://www.nossasaopaulo.org.br/portal/node/8803>. Acesso em set/2009.
- 13 SÃO PAULO. SECRETARIA DA FAZENDA. *Op. Cit.*
- 14 INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. *Instrumentos Econômicos e Financeiros para a Conservação Ambiental no Brasil: Uma análise do estado da arte no Brasil e no Mato Grosso*. Disponível em [http://www.socioambiental.org/banco\\_imagens/pdfs/10295.pdf](http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10295.pdf). Acesso em set/2009.
- 15 TONHASCA, A. *Os serviços ecológicos da Mata Atlântica*. *Ciência Hoje*. São Paulo, v. 35, n. 205, pp. 65, jun/2004.
- 16 MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis*. Washington, D.C: Island Press, 2005.
- 17 MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Op. Cit.*
- 18 STATE AND TRENDS OF THE CARBON MARKET 2009. Disponível em [http://wbcarbonfinance.org/docs/State\\_Trends\\_of\\_the\\_Carbon\\_Market\\_2009-FINAL\\_26\\_May09.pdf](http://wbcarbonfinance.org/docs/State_Trends_of_the_Carbon_Market_2009-FINAL_26_May09.pdf). Acesso em out/2009.
- 19 MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Disponível em [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0206/206713.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0206/206713.pdf). Acesso em out/2009.
- 20 RISØ CENTRE. *CDM project distribution within host countries by region and type*. Disponível em <http://cdmpipeline.org/publications/CDMStatesAndProvinces.xls>. Acesso em set/2009.
- 21 STATE OF THE VOLUNTARY CARBON MARKETS 2009. Disponível em [http://ecosystemmarketplace.com/documents/cms\\_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets\\_2009.pdf](http://ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf). Acesso em out/2009.
- 22 IPAM/UFGM/WWF. *Redução das emissões de carbono do desmatamento no Brasil: o papel do programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa)*. Disponível em [http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/reducao\\_das\\_emissoes\\_de\\_carbono\\_do\\_desmatamento\\_no\\_brasil\\_o\\_papel\\_do\\_programa\\_areas\\_pr.pdf](http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/reducao_das_emissoes_de_carbono_do_desmatamento_no_brasil_o_papel_do_programa_areas_pr.pdf). Acesso em set/2009.
- 23 NOVION, H. VALLE, R. *É pagando que se preserva? Subsídios para políticas públicas de compensação por serviços ambientais*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.
- 24 FUNDAÇÃO AMAZONAS SUSTENTÁVEL. *Bolsa Floresta*. Disponível em <http://www.fas-amazonas.org/pt/>. Acesso em set/2009.
- 25 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *I Seminário Internacional do Programa Produtor de Água*. Distrito Federal: ANA, 2009. Disponível em <http://www.ana.gov.br/Produagua/LinkClick.aspx?fileticket=URAUjITwED8%3D&tabid=740&mid=1578>. Acesso em out/2009.
- 26 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Op. Cit.*



A gama de indicadores que hoje se encontra à disposição dos formuladores de políticas públicas é extensa e também complexa. Abrange índices construídos a partir de inúmeras variáveis, com pesos e dimensões distintas, que acabam sendo diluídas na geração de um resultado sintético, capaz de refletir uma realidade, ao mesmo tempo em que procura entendê-la.

Os primeiros passos no processo de criação de indicadores foram dados após a Segunda Guerra Mundial, com os Estados Nacionais tomando a dianteira no cálculo do Produto Interno Bruto (PIB). Desde o início, o PIB tornou-se referência mundial, por sua objetividade e metodologia de fácil reprodução.

Inúmeros fatores, entre eles a ausência de outros indicadores, fizeram com que o PIB fosse associado não apenas com o crescimento, mas com o desenvolvimento econômico dos países. Essa visão, em escala global, fomentou o que José Eli da Veiga descreveu como a “obsessão pelo crescimento”<sup>1</sup>, como se um aumento contínuo no nível do produto significasse melhoria implícita das condições de vida da população. Embora presente nas últimas décadas, o debate acadêmico não foi capaz de romper com essa associação.

Ainda assim, algum espaço foi dado para as críticas ao PIB. Ao não considerar a depreciação do capital natural (água, recursos minerais, biodiversidade etc.), o indicador presume custo zero para esses insumos, ignorando o aspecto da não renovabilidade de alguns recursos naturais.

O mesmo ocorre em relação às atividades econômicas sem fluxos monetários (trabalho voluntário, serviço doméstico), que não são computadas no PIB.

Usina de biomassa no oeste do Estado de São Paulo.



Além disso, sua avaliação do crescimento se dá em função do aumento do produto, independente da natureza do mesmo. Assim, acidentes de carro e desastres naturais tendem a incrementar o PIB, pois seus efeitos multiplicadores se traduzem em aumento da demanda, a fim de repor o capital físico perdido. Em contrapartida, a criação de vagas em escolas primárias e universidades tem o mesmo peso no cálculo, embora se trate de produtos com patamares de qualidade distintos.

Na medida em que as deficiências do PIB se tornaram mais visíveis, alguns avanços foram obtidos em outras frentes de trabalho. A partir de 1990, com a criação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a dimensão social passou a ganhar espaço, trazendo à superfície um tema bastante negligenciado até então: as condições de vida da população.

O surgimento do IDH impulsionou a criação de inúmeros outros indicadores de desenvolvimento socioeconômico. Mais tarde, a dimensão ambiental seria contemplada, quando a Agenda 21, documento final da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92) levantou a necessidade de criação de indicadores capazes de medir o desenvolvimento sustentável.

Responsável por implementar a Agenda 21, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da ONU elaborou em 1996 sua primeira versão de indicadores de sustentabilidade. Duas outras versões foram feitas, em 2001 e 2007, sendo a última composta por 96 indicadores – todos com metodologia consolidada e disponibilizada para adaptação e aplicação pelos países-membros das Nações Unidas<sup>2</sup>.

Governos, organizações e universidades têm lançado suas próprias versões de indicadores de sustentabilidade. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tem aperfeiçoado e atualizado seu painel de indicadores desde 2001<sup>3</sup> procurando focar em um número reduzido – e ao mesmo tempo abrangente – de indicadores, totalizando 10 deles. A última versão foi publicada em 2008.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) elaborou, para os anos de 2002, 2004 e 2008, um caderno com indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS)<sup>4</sup>. A versão mais recente abrange 60 indicadores, divididos em quatro dimensões: ambiental, econômica, social e institucional.

Em 2008, por meio da iniciativa do presidente francês Nicolas Sarkozy, foi criada uma comissão para discutir novas formas de mensurar a riqueza, de forma a agregar variáveis como qualidade de vida e sustentabilidade. Coordenada por economistas consagrados, como Joseph E. Stiglitz, Amartya Sen e Jean-Paul Fitoussi, e com a ajuda de inúmeros colaboradores, a Comissão publicou seu relatório final em setembro de 2009.

O estudo apontou algumas recomendações<sup>5</sup>, como a necessidade de maior eficácia na mensuração de serviços básicos – saúde, educação etc. – que compõem o PIB. Além disso, variáveis como insegurança (de natureza física ou econômica), desigualdade no acesso a oportunidades, trabalho voluntário e doméstico, precisam integrar o cálculo do indicador.

## Motivadores

No contexto da criação de um Plano de Economia Verde para o Estado de São Paulo, torna-se fundamental a utilização de um Painel de Indicadores, a fim de auxiliar no monitoramento e avaliação das ações e resultados do Plano em cada tema.

### Capacidade de síntese

A utilização de um painel de indicadores tem a vantagem de poder, ao mesmo tempo, sintetizar uma realidade sem perder de vista sua diversidade e complexidade – desde que a escolha das variáveis seja pautada por critérios de disponibilidade, importância e sensibilidade dos dados.

### Projeção da dimensão ambiental

O monitoramento eficaz das ações do Plano de Economia Verde contribui para maior projeção da dimensão ambiental, na medida em que ele conduz ao aperfeiçoamento das políticas públicas, em especial aquelas relacionadas ao desenvolvimento sustentável e à geração de empregos nessa área.

### Debate político e acadêmico

A divulgação dos objetivos, ações e resultados do Plano de Economia Verde tem potencial para fomentar um debate político e acadêmico que venha a abordar temas como a regulamentação de atividades econômicas, a criação de incentivos, o financiamento de pesquisas e projetos por parte do Estado, entre outros.

## Recomendações

### Painel de Indicadores

Tomando por referência as propostas contidas na Política de Economia Verde, sugere-se um grupo de indicadores capaz de monitorar ações e resultados, com o objetivo de captar, acima de tudo, as ideias e princípios presentes em cada área.

A escolha dos indicadores levou em conta a relevância das variáveis, a capacidade de mensuração dos dados e a disponibilidade das informações. Vale destacar que o levantamento dos dados depende de negociação política envolvendo esferas de governo, institutos de pesquisa, universidades e demais atores.

A seguir, é feita a apresentação dos indicadores, divididos por tema. Ao lado segue uma descrição de cada um e respectiva fonte de consulta.

## Painel de Indicadores – Economia Verde

TEMA	INDICADOR	DESCRIÇÃO	UNIDADES DE MEDIDA			FONTE
ENERGIAS RENOVÁVEIS	USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	Percentual de energia renovável no consumo total, por setor.	%			Secretaria de Saneamento e Energia
	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Variação da quantidade de energia útil disponibilizada, em relação ao total envolvido no processo de geração, para modais renováveis.	%			E
	INTENSIDADE ENERGÉTICA	Relação entre consumo de energia e geração de riqueza, por setor.	kWh por unidade monetária do PIB (em reais)			Secretaria de Saneamento e Energia
	GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA	Renda e empregos gerados em virtude dos investimentos em energias renováveis, tecnologias verdes e áreas afins.	Unidade monetária (em reais)	Número de empregos		E
	EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)	Emissões de GEE por população e por unidade de Produto Interno Bruto (PIB), discriminadas por participação relativa de cada setor.	Emissões CO <sub>2</sub> eq <i>per capita</i>	Emissões CO <sub>2</sub> eq por unidade do PIB (em reais)	%	Secretaria de Saneamento e Energia
TECNOLOGIAS VERDES	PESQUISA & DESENVOLVIMENTO	Volume financeiro de recursos públicos e privados destinados à P&D de tecnologias verdes.	Unidade monetária (em reais)			E
	INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	Índice composto por variáveis incluindo centros de pesquisa, Parques Tecnológicos do SPTec e registro de patentes, entre outras.	E			E
	REEE	Avaliação da coleta, destinação e tratamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.	E			E
TRANSPORTES	TRANSPORTE PÚBLICO	Percentual da frota de transporte público operando com energias renováveis.	%			Secretaria de Transportes
	COMPOSIÇÃO DA MATRIZ DE TRANSPORTES	Participação relativa de cada modal no volume transportado de cargas e passageiros.	%			Secretaria de Transportes
	EFICIÊNCIA AMBIENTAL DOS MODAIS DE TRANSPORTES	Índice composto por três variáveis: consumo médio de combustível, eficiência energética e emissões de GEE.	E			E
	DESEMPENHO AMBIENTAL DE AUTOMÓVEIS	Índice composto por três variáveis: renovabilidade dos combustíveis, eficiência energética e emissão de poluentes.	E			Dados disponibilizados pelo programa brasileiro de etiquetagem veicular, e PROCONVE/IBAMA
	CUSTO DA MATRIZ DE TRANSPORTES	Custos de utilização de cada modal.	Unidade monetária (em reais) por TKU			E
	SAÚDE PÚBLICA	Índice que associa doenças relacionadas à poluição ambiental com emissões geradas por meio de transporte.	E			E
CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL	MADEIRA CERTIFICADA	Percentual de empreendimentos da construção civil que utilizam madeira certificada.	%			SMA/CPLA
	EFICIÊNCIA HÍDRICA	Percentual de domicílios com sistemas de reuso de água.	%			E
	ÍNDICE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (IRC)	Avaliação da coleta, transporte, destinação e tratamento dos resíduos da construção civil.	Escala de 0 a 10			Programa Ambiental Estratégico Município Verde Azul
	CONSUMO DE MATERIAIS	Eficiência no uso de materiais como areia, pedra, cimento etc.	E			E
	CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	Percentual de domicílios com aperfeiçoamentos voltados à conservação de energia.	%			E
	TRABALHO INFORMAL	Percentual de trabalhadores da construção civil sem registro em carteira de trabalho.	%			SINDUSCON



TEMA	INDICADOR	DESCRIÇÃO	UNIDADES DE MEDIDA		FONTE
SANEAMENTO	ÍNDICE DE GESTÃO DE RESÍDUOS (IGR)	Avaliação da gestão dos resíduos, considerando a qualidade de aterros sanitários e usinas de compostagem, além de ações de coleta seletiva.	Escala de 0 a 10		CETESB
ÁGUA	ESTRESSE HÍDRICO	Situação em que a demanda de água é superior a 40% da oferta disponível.	%		SMA/CPLA
	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	Avaliação da qualidade da água baseada em nove parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, DBO, coliformes fecais, nitrogênio, fósforo, resíduos totais dissolvidos e turbidez.	Escala de 0 a 100		CETESB
	ÍNDICE DE PERDAS DA ÁGUA	Percentual da água distribuída por meio da rede pública que se perde no decorrer do processo.	%		SABESP
AGRICULTURA E FLORESTAS	AGRICULTURA ORGÂNICA	Índice composto por variáveis como participação da agricultura orgânica no consumo total e relação entre o preço do produto orgânico e o convencional, entre outros.	E		E
	EFICIÊNCIA HÍDRICA	Variação no consumo de água por unidade de produto, por gênero alimentício.	E		E
	CONSUMO DE AGROTÓXICOS	Percentual de áreas com uso de agrotóxicos e quantidade de produto aplicado, de acordo com a classe ambiental (definida no Decreto nº 98.816/90).	%	Kg por mil hectares	Metodologia IBGE (foi calculado para o Paraná)
	IRRIGAÇÃO EM ÁREAS COM ESTRESSE HÍDRICO	Percentual de áreas irrigadas que coincide com áreas com estresse hídrico.	%		SMA/CPLA
	PECUÁRIA INTENSIVA	Percentual de áreas com pecuária intensiva, em relação ao total da pecuária.	%		SMA/CPLA
	USO DE FLORESTAS	Compara a extensão de áreas dedicadas à silvicultura com a ocorrência de desmatamento ilegal.	E		E
TURISMO	ECONOMIA DO TURISMO	Participação do turismo no setor de serviços, em valor adicionado e empregos gerados.	Unidade monetária (em reais)	Número de empregos	E
	TURISMO DE CURTA DISTÂNCIA	Percentual das viagens turísticas de residentes no Estado de São Paulo para outros municípios do Estado.	%		E
INSTRUMENTOS ECONÔMICOS	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	Arrecadação via cobrança pelo uso da água e valores repassados a municípios a título de ICMS Ecológico.	Unidade monetária (em reais)		SMA/CPLA

Nota: E – prescinde de elaboração do indicador/fonte.

## Referências

- 1 VEIGA, José Eli da. *A Emergência Socioambiental*. São Paulo: Editora Senac, 2007.
- 2 UNITED NATIONS. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*. New York, 2007. 3. ed. Disponível em <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>. Acesso em out/2009.
- 3 ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. *Key Environmental Indicators*. Paris: 2008. Disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/20/40/37551205.pdf>. Acesso em out/2009.
- 4 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)*. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default\\_2008.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2008.shtm). Acesso em out/2009.
- 5 COMMISSION ON THE MEASUREMENT OF ECONOMIC PERFORMANCE AND SOCIAL PROGRESS. *Report*. Paris, 2009. Disponível em [http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport\\_anglais.pdf](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf). Acesso em out/2009.

# CONSTRUINDO A AGENDA

Uma agenda de Economia Verde é, por definição, uma proposta multissetorial que engloba diversas áreas de política pública em torno dos propósitos do crescimento econômico, da criação de empregos e da melhora da qualidade ambiental. Neste sentido, a Economia Verde não é completamente uma novidade – em São Paulo, o Governo do Estado vem desenvolvendo uma série de ações com evidentes impactos em questões ligadas à mitigação/adaptação relativa a mudanças climáticas, ao esverdeamento da matriz energética e de transportes, à melhoria na qualidade do gerenciamento dos resíduos sólidos e ao desenvolvimento do ecoturismo, entre outras.

Abaixo, estão listadas as principais ações já empreendidas pelo Governo do Estado de São Paulo com impactos diretos em temas da Economia Verde:

## PROCLIMA

O Programa Estadual de Prevenção às Mudanças Climáticas Globais – PROCLIMA, criado em 1995 e coordenado pela Divisão de Questões Globais da CETESB, é responsável pelas seguintes atividades, entre outras:

- Colaboração com a esfera Federal na divulgação e implementação dos acordos internacionais – em nível nacional, executou o Inventário Nacional de Metano Gerado por Resíduos (financiado pelo PNUD e pelo *US Country Studies*), que faz parte da Comunicação Nacional, coordenada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia;
- Participação e representação da CETESB/SMA nas reuniões referentes às Mudanças Climáticas;
- Capacitação de pessoal para auxiliar a sociedade a prevenir a emissão de gases de efeito estufa;
- Realização de seminários e simpósios para apresentar o problema e discutir tecnologias que possibilitem a redução dos gases de efeito estufa, em especial os gerados por resíduos.

## Projeto Ambiental Estratégico Mata Ciliar

O Projeto Ambiental Estratégico Mata Ciliar tem como objetivo promover a recuperação das matas ciliares no Estado, contribuindo para a ampliação da cobertura vegetal de 13,9% para 20% do território estadual. Entre as metas específicas do Projeto estão:

- Delimitar e demarcar 1,7 milhão de hectares de mata ciliar;
- Interditar e proteger 1 milhão de hectares para regeneração natural;
- Replantar e reflorestar 180 mil hectares;
- Fomentar a recuperação e a proteção das principais nascentes em cada município;
- Executar o contrato com o Banco Mundial de execução de projetos de restauração de mata ciliar em 15 microbacias e do plano de Educação Ambiental;
- Normatizar critérios e metodologias para recuperação de mata ciliar;
- Implementar um programa de gestão de produção de sementes e mudas.

## Projeto Ambiental Estratégico Etanol Verde

Criado em 2007, o Protocolo Agroambiental Paulista – uma parceria entre a Secretaria de Meio Ambiente e associações de produtores de açúcar e etanol – visa a eliminar a prática da queima da palha da cana-de-açúcar no Estado, dentre outras 10 ações voltadas à preservação do meio ambiente. Pelo menos 90% das usinas paulistas já aderiram ao Protocolo, totalizando 155 unidades, além de 23 associações de fornecedores de cana.

Os resultados do Etanol Verde já são extremamente importantes no contexto da produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, e a expectativa é de pleno atingimento das metas estabelecidas com o avanço do fim da queima da palha da cana no Estado. Também houve progressos significativos na preservação e recuperação de matas ciliares, no uso da água no processo industrial e na implementação do inovador zoneamento agroambiental do setor sucroalcooleiro – itens que passaram a compor as diretrizes técnicas para o licenciamento das usinas.

Não por acaso, no ano de 2008 o projeto foi laureado com o Prêmio Governador Mario Covas, que reconhece a excelência e inovação dos serviços públicos prestados à sociedade paulista.

## Projeto Ambiental Estratégico Lixo Mínimo

O Projeto Ambiental Estratégico Lixo Mínimo tem como prioridade promover a minimização dos resíduos sólidos urbanos por meio do apoio técnico e financeiro aos municípios. Alinhado aos princípios estabelecidos na Política Estadual de Resíduos Sólidos, ele busca estimular a adoção de práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação de energia e, por fim, a destinação adequada dos rejeitos inaproveitáveis.

As metas específicas do PAE Lixo Mínimo são:

- Eliminar, no território do Estado, os aterros em situação inadequada, de acordo com o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR;
- Incentivar a adoção de soluções regionais, por meio de ações integradas dos municípios nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI;
- Desenvolver o Índice de Gestão de Resíduos Sólidos – IGR e publicar, em 2010, o primeiro Relatório Anual de Qualidade da Gestão de Resíduos Sólidos;
- Incentivar a implementação de Programas de Coleta Seletiva visando à reciclagem;
- Executar ações de educação ambiental.



## Projeto Ambiental Estratégico Ecoturismo

O Projeto Ambiental Estratégico Ecoturismo tem por objetivo consolidar o ecoturismo e o turismo sustentável como estratégias de conservação e preservação da natureza, além de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico regional. Desenvolvido pela Fundação Florestal (Gerência de Ecoturismo), ele tem como principais ações o Projeto de Ecoturismo na Mata Atlântica e o Projeto Trilhas de São Paulo, consolidando as seguintes estratégias:

- Estruturação e fortalecimento da gestão pública para o ecoturismo nas unidades de conservação do Sistema Estadual de Florestas – SIEFLOR;
- Consolidação da vocação do turismo sustentável na área de influência das Unidades de Conservação;
- Uniformização e fortalecimento da cadeia de serviços ecoturísticos nas Unidades de Conservação e sua área de influência.



ARQUIVO SMA/CETESB

Trilha da Cachoeira do Gato,  
no Parque Estadual de Ilhabela.

## Expansão SP

O Expansão SP é um amplo programa voltado à melhora da eficiência e da qualidade dos serviços do transporte público nas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista. Os investimentos do Governo do Estado superam R\$ 21 bilhões, constituindo o maior volume de recursos já destinado no país para ampliar e modernizar o transporte coletivo.

A rede sobre trilhos na Região Metropolitana de São Paulo com qualidade de metrô será quadruplicada, dos atuais 61,3 Km para 240 Km (sendo 160 Km em trilhos da CPTM), o que deverá elevar em 55% o número de usuários e provocar uma redução média de 25% no tempo de viagem. Novos corredores de ônibus e o metrô leve farão a integração entre os demais trechos, trazendo conforto e facilidade aos usuários.

O Expansão SP também é um plano de desenvolvimento integrado. Ao favorecer a circulação das pessoas, encurtar distâncias e promover a economia de tempo e dinheiro de quem usa o transporte público, novas frentes de comércio, empregos e renda se abrem. Ao todo, 40 mil empregos diretos e milhares de indiretos estão sendo gerados.

## Revitalização das hidrovias paulistas

O sistema hidroviário Tietê-Paraná possui 2.400 Km de vias navegáveis de Piracicaba e Conchas (ambos em São Paulo) até Goiás e Minas Gerais (ao norte) e Mato Grosso do Sul, Paraná e Paraguai (ao sul). Liga cinco dos maiores estados produtores de soja do país e é considerada a Hidrovia do Mercosul.

Em seu trecho paulista, a Hidrovia Tietê-Paraná possui 800 Km de vias navegáveis, dez reservatórios, dez barragens, 23 pontes, 19 estaleiros e 30 terminais intermodais de cargas.

A Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo, em parceria com o Departamento Hidroviário, órgão vinculado à Secretaria dos Transportes, auxilia nos projetos de ampliação e integração do modal hidroviário na matriz de transportes do Estado de São Paulo. Dentre as atividades, estão a atração de novos usuários para o sistema hidroviário, a estruturação das modelagens de implantação, a identificação de investidores e o desenvolvimento dos municípios limítrofes à hidrovia.

## Rede Paulista de Dutos

A Secretaria de Desenvolvimento estuda em conjunto com sete secretarias estaduais a implantação de uma Rede Paulista de Dutos, visando a reduzir o fluxo e as emissões atmosféricas de veículos de carga nas regiões metropolitanas, além de ampliar a acessibilidade aos portos paulistas e reduzir o valor dos fretes, aumentando a competitividade da produção.

Para isso, o Estado planeja utilizar as faixas de domínio das rodovias paulistas e outros bens estaduais que formariam corredores para a construção de dutos, que terão o objetivo de escoar a produção de etanol das usinas e destilarias, além de transportar outros combustíveis como gasolina e diesel.

Esses corredores dutoviários ligarão as regiões do interior do Estado aos portos de Santos e São Sebastião – podendo conectar-se, também, à Hidrovia Tietê-Paraná. No comparativo com os demais modais, enquanto o custo médio para o transporte rodoviário de um metro cúbico de etanol por quilômetro é de R\$ 0,12, pelo duto, esse custo cairia pela metade.

## Produção Mais Limpa (P+L)

Em complementação às suas ações voltadas à qualidade ambiental, licenciamento e fiscalização, a CETESB incentiva ações de P+L junto aos setores produtivos, além de desenvolver projetos e ferramentas específicos.

Para tanto, desde 1996 a CETESB mantém um setor dedicado ao tema, cujas principais ações são:

- Apoio técnico às atividades de licenciamento ambiental;
- Desenvolvimento de trabalhos em parceria com entidades dos setores produtivos, objetivando a publicação de documentos técnicos de P+L voltados a processos específicos;
- Publicação de Casos de Sucesso em P+L;
- Realização de cursos abertos e treinamentos *in company*;
- Participação em Câmaras Ambientais.

## Tecnologias limpas para o transporte público

O Governo do Estado, por meio da EMTU/SP, está participando do projeto BEST – *BioEthanol for Sustainable Transport* (ou Bioetanol para o Transporte Sustentável), objetivando o lançamento de ônibus movidos a etanol que reduzem em até 90% a emissão de material particulado lançado na atmosfera.

Além disso, foi proposta a substituição de ônibus movidos a diesel por veículos elétricos e apresentado um projeto de ônibus movido a hidrogênio que, ao contrário dos veículos movidos a diesel, emissores de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, monóxido de carbono e material particulado, emite apenas água. O primeiro ônibus nacional movido a hidrogênio vai trafegar no Corredor Metropolitano ABD (São Mateus – Jabaquara), um ponto ideal para este tipo de experimento devido à alta concentração de emissões.

Com relação à frota do Estado, um decreto de 1998 determina a aquisição obrigatória de veículos movidos a álcool, salvo quando justificada a aquisição de veículos movidos a outro tipo de combustível. Com isso, São Paulo contribui para a geração de emprego e receitas e estimula um importante setor econômico.

## ICMS diferenciado para o etanol

Enquanto nacionalmente discute-se a questão da unificação das alíquotas do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para o álcool hidratado, o Governo do Estado continua a praticar a menor alíquota do país para a cobrança do tributo, de apenas 12%. A alíquota foi de 25% até 2003, quando foi reduzida como uma medida de estímulo ao uso do álcool combustível.

Para a gasolina, o ICMS ainda é de 25% – uma diferença que favorece o consumidor, garante a competitividade do etanol e estimula a geração de empregos no setor.

## Substituição de óleo por gás natural na indústria

Atualmente no Estado de São Paulo, diversas indústrias estão promovendo a substituição de queimadores de óleos combustíveis por queimadores a gás natural. Do ponto de vista ambiental, as vantagens são muito significativas, considerando-se inclusive a grande expectativa de aumento da oferta de gás natural com o início da operação de novos campos de petróleo e da camada Pré-Sal.

Além de ser uma medida de melhoria da eficiência energética de processos industriais e grande redução de poluição, esta substituição é relevante, pois pavimenta o caminho para o uso do biogás, que pode ser queimado nos mesmos sistemas. Ao Governo do Estado, cabe contribuir com linhas de financiamento e outras formas de apoio à substituição.

## Energia da biomassa

A geração de energia renovável a partir da biomassa é uma das mais promissoras alternativas energéticas para o Estado de São Paulo. Respondendo atualmente por 23% do consumo no Estado, é uma fonte energética com balanço de CO<sub>2</sub> nulo e que pode ser gerada em pequena ou grande escala. Segundo fontes do setor sucroalcooleiro, que responde pela maior parte dos projetos de cogeração, deverão ser investidos R\$ 45 bilhões até 2015 em novos projetos.

## Incentivo à pesquisa sobre mudanças climáticas

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) lançou no ano de 2008 o maior esforço multidisciplinar já feito no Brasil para ampliar o conhecimento a respeito das mudanças climáticas globais. Serão investidos R\$ 100 milhões nos próximos dez anos na articulação de estudos básicos e aplicados sobre as causas do aquecimento global e de seus impactos sobre a vida das pessoas, com um substancial componente tecnológico para o desenvolvimento das tecnologias apropriadas para o futuro, não somente concernentes a tecnologias inovadoras para mitigação de emissões, mas também tecnologias para adaptação em todos os setores e atividades.



# RELAÇÃO DE SIGLAS E ABREVIações

- 3Rs** • Reduzir, Reutilizar e Reciclar
- ABINEE** • Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
- ABRAVA** • Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
- ACV** • Avaliação do ciclo de vida (LCA – *Life-cycle assessment*)
- AIE** • Agência Internacional de Energia (IEA – *International Energy Agency*)
- ANEEL** • Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANTP** • Agência Nacional de Transportes Públicos
- APLs** • Arranjos Produtivos Locais
- APP** • Área de Preservação Permanente
- BEESP** • Balanço Energético do Estado de São Paulo
- BEST** • *BioEthanol for Sustainable Transport* (Bioetanol para o Transporte Sustentável)
- BIPV** • *Building-Integrated Photovoltaics* (Fotovoltaica Integrada a Edifícios)
- CATI** • Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo)
- CBTS** • Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável
- CDS** • Comissão de Desenvolvimento Sustentável (ONU)
- CdTe** • Telureto de cádmio
- CE** • Comissão Europeia
- CEMPRE** • Compromisso Empresarial para a Reciclagem
- CEPEL** • Centro de Pesquisa em Energia Elétrica
- CER** • *Certificate of Emissions Reduction* (Certificado de Redução de Emissões)
- CETESB** • Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CGH** • Central de geração de energia hidrelétrica
- CIGS** • Disseleneto de índio-cobre-gálio
- CO<sub>2</sub>eq** • CO<sub>2</sub> equivalente
- CONAMA** • Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CPC** • *Stationary compound parabolic collectors* (cilindros parabólicos fixos)
- CPLA** • Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente de Estado de São Paulo
- CPTM** • Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
- CRH** • Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- CSP** • *Concentrating solar power* (concentradores de energia solar)
- CTF** • *Clean Technology Fund* (Fundo para Tecnologias Limpas)
- DAESP** • Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo
- DH** • Departamento Hidroviário
- DOFA** • Debilidades, Oportunidades, Fortalezas e Ameaças
- EMBRAPA** • Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMPA** • Laboratórios Federais para Pesquisa e Testes com Materiais da Suíça
- EMPLASA** • Empresa de Planejamento Metropolitano S.A.
- EPA** • *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos EUA)
- ESALQ** • Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP)
- ETA** • Estação de Tratamento de Água
- ETC** • *Evacuated tube collectors* (tubos de vácuo)
- ETE** • Estação de Tratamento de Esgoto
- EUA** • *European Union Emissions Allowances* (Permissões de Emissão da União Europeia)
- EU-ETS** • *European Union Greenhouse Gas Emission Trading System* (Sistema de Comercialização de Emissões de Gases de Efeito Estufa da União Europeia)
- FAO** • *United Nations Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)
- FAPESP** • Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- FAS** • Fundação Amazonas Sustentável
- FEAM** • Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais
- FPC** • *Flat plate collectors* (coletores planos)
- Fundação SEADE** • Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
- GDL** • Gás de lixo
- GEE** • Gases de Efeito Estufa
- HFC** • *Heliostat field collector* (torre central)
- IBGE** • Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMS** • Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
- IDH** • Índice de Desenvolvimento Humano
- IDS** • Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
- IGR** • Índice de Gestão de Resíduos Sólidos
- INFRAERO** • Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
- INOVA UNICAMP** • Agência de Inovação da Universidade Estadual de Campinas
- IPCC** • *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas)
- IPTU** • Imposto Predial e Territorial Urbano
- IPVA** • Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
- IQR** • Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos
- LFR** • *Linear Fresnel reflectors* (concentradores Fresnel)
- MAPA** • Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- MDL** • Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

**NMHC** • *Non-methane hydrocarbons* (hidrocarbonetos excluindo metano)  
**NSTC** • *National Science and Technology Council* (Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – EUA)  
**OCDE** • Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
**ODM** • Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (MDGs – *Millennium Development Goals*)  
**OIT (WLO)** • Organização Mundial do Trabalho (*World Labor Organization*)  
**OMS** • Organização Mundial da Saúde  
**OMT** • Organização Mundial do Turismo (WTO – *World Tourism Organization*)  
**ONU** • Organização das Nações Unidas  
**P&D** • Pesquisa e Desenvolvimento  
**P+L** • Produção Mais Limpa  
**P2** • Prevenção à Poluição  
**PA11** • Poliamida 11  
**PAC** • Programa de Aceleração do Crescimento  
**PAE** • Projeto Ambiental Estratégico  
**PBE** • Programa Brasileiro de Etiquetagem  
**PBE Veicular** • Programa Brasileiro de Eficiência e Etiquetagem Veicular  
**PCH** • Pequena central hidrelétrica  
**PCJ** • Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos)  
**PDDT Vivo** • Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes  
**PDR** • *Parabolic dish reflectors* (pratos parabólicos refletores)  
**PEAD** • Polietileno de alta densidade  
**PEBD** • Polietileno de baixa densidade  
**PERH** • Plano Estadual de Recursos Hídricos  
**PET** • Tereftalato de polietileno  
**PHB** • Poli 3-(hidroxibutirato)  
**PIB** • Produto Interno Bruto  
**PITU** • Plano Integrado de Transportes Urbanos  
**PLA** • Polímero de ácido polilático  
**PlanHab** • Plano Nacional de Habitação  
**PNE** • Plano Nacional de Energia  
**PNUD (UNDP)** • Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (*United Nations Development Programme*)  
**PNUMA (UNEP)** • Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environmental Programme*)  
**PP** • Polipropileno  
**PROCEL** • Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
**PROCLIMA** • Programa Estadual de Prevenção às Mudanças Climáticas  
**PROCONVE** • Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores  
**PROINFA** • Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica  
**PS** • Poliestireno  
**PSA** • Pagamento por Serviços Ambientais  
**PTC** • *Parabolic trough collectors* (cilindros parabólicos)  
**PV** • *Photovoltaic* (Fotovoltaico/a)  
**PVC** • Cloreto de polivinila  
**RCC** • Resíduos da Construção Civil  
**REDD** • Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal  
**REEE** • Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos  
**RMSF** • Região Metropolitana de São Paulo  
**RSU** • Resíduos sólidos urbanos  
**SAA** • Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo  
**SABESP** • Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
**SCF** • *Strategic Climate Fund* (Fundo Estratégico para o Clima)  
**SIEFLOR** • Sistema Estadual de Florestas  
**SiGE** • Silício de Grau Eletrônico  
**SiGM** • Silício de Grau Metalúrgico  
**SiGS** • Silício de Grau Solar  
**SIN** • Sistema Interligado Nacional  
**SINTRACON-SP** • Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil de São Paulo  
**SMA** • Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo  
**SPTec** • Sistema Paulista de Parques Tecnológicos  
**TKU** • Tonelada por quilômetro útil  
**TNC** • *The Nature Conservancy*  
**TRC** • Tubo de raios catódicos  
**UC** • Unidade de Conservação  
**UE** • União Europeia  
**UGRHI** • Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
**UHE** • Usina hidrelétrica de energia  
**UNFCCC** • *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas)  
**UPA** • Unidade de Produção Agrícola  
**USP Inovação** • Agência de Inovação da Universidade de São Paulo  
**VPA** • Valor da Produção Agropecuária  
**VTI** • Valor de Transformação Industrial  
**WBCSD** • *World Business Council on Sustainable Development* (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)  
**WE** • *Waste-to-energy*

## Governador do Estado de São Paulo

José Serra

## Secretário de Estado do Meio Ambiente

Xico Graziano

## Coordenação

### *Gerente*

Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho

### *Sub-gerente*

Raquel Kibrit

## Execução

### *Equipe técnica*

Ana Paula Yoshimochi

Anna Karla Cavalcante Moura

Beatriz Santos Caio

Christiane Aparecida Hatsumi Tajiri

Denis Delgado Santos

Edgar Cesar de Barros

Heitor Shimbo Carmona

José Pedro César Fittipaldi

Luiz André Nardin Barreta

Marco Antonio Gomes

Natasha Fayer Calegario Bagdonas

### *Colaboradores*

Denize Coelho Cavalcanti

Flávio de Miranda Ribeiro

João Wagner Silva Alves

Milton Xavier

Renato Soares Armelin

Wilson Issao Shiguemoto

### *Projeto gráfico e diagramação*

Cecilia Maria de Barros

### *Capa*

Vera Severo

### *Cartografia*

Igor Redivo

Isadora Parada

### *Fotos*

José Jorge Neto

Pedro Carlos Calado

### *Tratamento de imagens*

José Pedro César Fittipaldi

ECONOMIA VERDE  
DESENVOLVIMENTO  
MEIO AMBIENTE  
QUALIDADE DE VIDA  
ESTADO DE SÃO PAULO  
ECONOMIA VERDE  
DESENVOLVIMENTO  
MEIO AMBIENTE  
QUALIDADE DE VIDA  
ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**  
CADA VEZ MELHOR