



NOTA TÉCNICA SOBRE CENÁRIOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO - HORIZONTE 2040

agosto de 2022

INTRODUÇÃO

A elaboração de cenários significa um esforço de fazer descrições plausíveis e consistentes de situações futuras possíveis, apresentando as condicionantes do caminho entre a situação atual e cada cenário futuro, destacando os fatores relevantes às decisões que precisam ser tomadas. Assim, mesmo sendo uma representação parcial e imperfeita do futuro, o cenário, entendido como instrumento de apoio à decisão, precisa abranger as principais dimensões relevantes do problema, mantendo-se dentro dos limites do conhecimento científico e propondo transformações viáveis no horizonte de tempo considerado. Ademais, imaginar cenários desejáveis para um país exige estruturar otimística e realisticamente visões de um futuro mais humano e mais justo, envolvendo necessariamente um juízo de valores na análise (WRITE, SPERS, 2006).

A relevância desta etapa do trabalho, portanto, está na construção participativa da discussão do futuro do estado de São Paulo, modelado territorialmente, para apoiar os tomadores de decisão na identificação de comportamentos regionais que necessitem de intervenção do poder público, no curto, médio e longo prazo, por políticas indutoras que sejam indicadas, propostas ou construídas a partir do zoneamento ecológico econômico.

Dentre as premissas adotadas nesse trabalho estão:

- a construção de cenários por diretriz estratégica, com padronização de processos utilizados, independentemente da diferença de temáticas;
- a adoção de processo que permita evolução futura, com a oportunidade de refinamento contínuo dos cenários construídos, seja pela evolução das bases de dados, pelas formas de percepção do território ou pela sofisticação de ferramentas estatísticas;
- a busca pelo alinhamento entre conceitos e variáveis utilizados para as cartas-síntese;
- a intensa participação dos especialistas envolvidos nos grupos temáticos do ZEE - SP, compondo uma equipe multidisciplinar com distintas referências sobre o território;
- a utilização de ferramentas que permitam análise objetiva da relevância das variáveis para a cenarização, tendo em vista a complexidade dos insumos utilizados para sua formulação; e
- a priorização de cenários quantitativos, que possibilitem posterior acompanhamento através de indicadores de referência.

Com tais elementos de orientação, foi construída a metodologia e processo de trabalho.

O método de Michel Godet, adotado para elaboração de cenários prospectivos no Projeto ZEE-SP, prevê a estruturação do trabalho em três elementos macro (ARANGO et al, 2014; LUNAS et al, 2017):

- i. a análise estrutural, a partir de matriz de impactos cruzados e do software MICMAC, para definir o comportamento das variáveis - invariâncias ou tendência pesadas, variáveis motrizes, variáveis relays ou de ligação, variáveis de resultado, variáveis de pelotão - dentro do sistema que representa cada diretriz estratégica;

- ii. a análise morfológica, para estabelecer padrões de comportamento de indicadores que representam as variáveis de ligação a serem reconhecidos no território, seja por representarem a consecução de objetivos socioambientais relevantes, como aqueles estabelecidos em acordos internacionais, seja por implicarem em riscos socioambientais;
- iii. a espacialização dos cenários tendenciais formulados, partindo da adoção de ferramentas estatísticas no estudo de possíveis comportamentos tendenciais futuros dos indicadores que representam as variáveis de ligação.

Devido à complexidade e ineditismo do processo e à opção pela intensa participação de grupos de especialistas multidisciplinares, a metodologia incorporou decisões de adaptação pactuadas, que impactaram os caminhos adotados no percurso de construção dos cenários territorializados do ZEE – SP para o ano de 2040, conforme descrito a seguir.

Este documento tem o objetivo de sintetizar o processo de trabalho para a elaboração dos cenários referentes às diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP).

Conforme mencionado em notas técnicas anteriores, o ZEE-SP inovou ao estabelecer Diretrizes Estratégicas que norteiam sua elaboração, quais sejam: Diretriz 1 - Resiliência às Mudanças Climáticas, Diretriz 2 - Segurança Hídrica, Diretriz 3 - Salvaguarda da Biodiversidade, Diretriz 4 - Economia Competitiva e Sustentável e Diretriz 5 - Redução das Desigualdades Regionais, as quais representaram o recorte temático de algumas fases do projeto, como a de cenarização.

A construção do ZEE-SP, como define as “Diretrizes Metodológicas para o ZEE do Território Nacional” (MMA, 2006), pressupõe a consolidação de um prognóstico, que propicie a identificação de **tendências, ocorrências dominantes e de possibilidades de transformações**. A elaboração de cenários para as diretrizes estratégicas complementa as bases de planejamento para a atuação da gestão pública no território paulista e, como lente de análise, subsidia as etapas finais da elaboração do ZEE-SP, com o estabelecimento de suas diretrizes e metas, incluindo instrumentos de apoio à gestão e de monitoramento, em consonância com os pressupostos do instrumento.

Os indicadores citados no presente documento e os respectivos metadados podem ser acessados na Rede ZEE-SP¹.

METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DE CENÁRIOS AO ZEE-SP

O processo para elaboração do prognóstico para as diretrizes do ZEE-SP foi baseado na metodologia de Michel Godet, que analisa a estruturação de elementos macro para a formulação de cenários (LUNAS; EGLER; LUNAS, 2017).

Embora o método considere o comportamento de uma série de variáveis num sistema, cujas tendências seguem a manutenção do *status quo* ou *business as usual*, devemos atentar

¹ Cada indicador possui sua rotina de atualização e os produtos do ZEE-SP terão seus procedimentos de atualização regulamentados por normas específicas. Os efeitos dos eventos expressivos e/ou excepcionais, tais como a pandemia do coronavírus (Covid-19) ou situações de stress hídrico, por exemplo, serão analisados oportunamente, quando da atualização das informações correlatas.

para certas limitações. Os resultados apresentados não consideram circunstâncias ou eventos que possam ter impacto nas variáveis, incluindo eventuais rupturas de percurso, bem como índices específicos de referência para sua calibração e ajuste. Ainda, vale destacar que as tendências decorrentes da aplicação da metodologia não refletem necessariamente os estudos setoriais.

Durante o desenvolvimento de todo o processo, houve a contínua participação dos especialistas envolvidos nos grupos temáticos do ZEE-SP, que auxiliaram na identificação das variáveis pertinentes a cada diretriz estratégica, tendo como referência os mesmos subsídios que deram origem às cartas síntese (etapa 1 - figura 1). Para esta fase, foram considerados os modelos conceituais, os resultados da participação social durante as Mesas de Diálogo e oficinas realizadas com os Comitês de Bacias Hidrográficas, as pesquisas e estudos setoriais, os estudos de políticas públicas efetuados no âmbito do ZEE-SP, além das premissas do instrumento adotadas pelo Grupo de Trabalho do Sistema Ambiental Paulista - GT SAP ZEE.

FIGURA 1. EXEMPLO DE VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA A ETAPA 1 DE CENARIZAÇÃO – DIRETRIZ RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)	Variabilidade climática	Elevação do nível do mar	Eventos Geodinâmicos	Poluição do Ar;
Balanco Hídrico	Qualidade Hídrica	Degradação e Contaminação do solo	Biodiversidade	Mancha Urbana/Áreas Edificadas
Insumos / Matéria Prima	Forma de Produção Industrial	Grau de Diversidade Econômica	Forma de Produção Agrícola	Produção de Energia
Infraestrutura de Logística, Mobilidade e Transporte	Infraestrutura Urbana/ de Saneamento	Turismo e Patrimônio	Forma de Consumo	Condição Socioeconômica
Ocupação em Áreas de Risco	Impacto Humano dos Processos Geodinâmicos	Saúde Humana	Segurança Alimentar	Demografia

A partir da descrição de cada variável, frente à diretriz em questão, foi realizada a análise estrutural (etapa 2), por meio da aplicação da Matriz de Impactos Cruzados (figura 2), com o propósito de avaliar a existência ou não de influência direta entre as variáveis, bem como a intensidade dessa influência, medida pelas notas:

- Zero: quando não existe influência direta entre as variáveis em questão;
- Um: influência com intensidade fraca;
- Dois: intensidade média; e
- Três: intensidade forte.

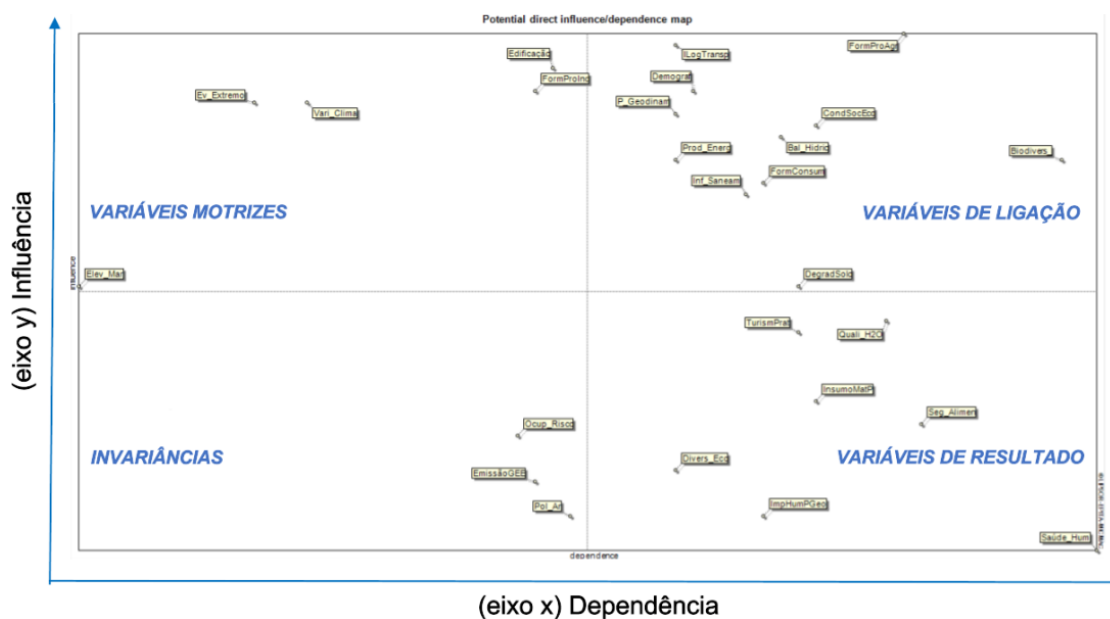
FIGURA 2. ETAPA 2 – EXEMPLO DE MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS – DIRETRIZ RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diretriz 1 Resiliência às Mudanças Climáticas		Emissões de GEE																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Emissões de GEE	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	Variação dos Elementos	0	0	3	3	3	3	2	2	3	2	3	0	1	3	3	1	2	2	2	1	1	3	3	3	1
3	Elevação do nível do mar	0	1	0	3	0	2	2	1	3	2	1	2	0	1	1	1	2	3	0	1	2	3	0	3	1
4	Eventos Geodinâmicos Extremos	0	0	0	0	2	3	2	2	3	3	2	1	0	3	3	2	2	2	2	1	3	3	3	3	1
5	Poliuição do Ar	1	1	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	2
6	Balanco hídrico	0	1	0	0	0	0	3	2	3	2	3	3	2	3	3	1	3	3	2	1	0	2	3	3	3
7	Qualidade hídrica	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	2	0	2	0	0	3	3	2	1	0	2	3	3	3
8	Degradação e Contaminação do	2	0	0	1	1	2	3	0	3	2	2	0	1	3	0	0	2	1	1	1	2	1	3	3	1
9	Biodiversidade	3	3	0	1	2	3	3	3	0	1	3	0	2	2	0	0	2	3	1	2	0	0	3	3	1
10	Edificação/Mancha Urbana	2	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	2	3	2	2	1	2	3	3	1	2	3	3	3	2
11	Insumos / matéria prima	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	3	3	2	3	3	0	0	3	0	0	0	3	0
12	Forma de Produção Industrial	3	0	0	1	3	3	3	3	3	2	3	0	3	2	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	2
13	Grau de Diversificação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	1	3	2	0	3	0	3	1
14	Forma de Produção Agrícola	3	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	0	3	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3
15	Produção de energia	3	1	0	0	3	3	3	1	3	2	3	3	3	2	2	0	3	1	1	1	3	1	0	3	2
16	Infraestrutura de Log. Mob e	3	0	0	1	3	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
17	Infraestruturade saneamento	3	0	0	1	1	3	3	3	3	1	2	0	1	1	1	0	0	3	1	3	3	3	3	0	1
18	Turismo e patrimônio	1	0	0	0	1	3	3	1	1	2	0	0	3	2	0	3	2	0	3	1	0	0	2	0	2
19	Forma de Consumo	3	0	0	0	2	3	3	2	2	1	3	3	2	3	2	3	3	3	0	2	0	0	3	3	0
20	Condição socioeconômica	1	0	0	1	0	0	3	3	2	3	0	2	3	3	2	3	2	3	3	0	3	3	3	3	3
21	Risco de áreas ocupadas	0	0	0	1	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	3	3	0	0
22	Impacto Humano dos Processos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	3	3	0	3	1	1
23	Saúde Humana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	3	0	1	0	3
24	Segurança Alimentar	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	3	0	0	0	1	2	3	0	3	3	0	2
25	Demografia	2	0	0	1	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	0	2	2	3	3	2	3	0

Com base nas notas pontuadas na Matriz de Impactos Cruzados, realizou-se o mapeamento das variáveis de acordo com a influência e dependência, com o auxílio do software MICMAC² (etapa 3 - figura 3). As variáveis de ligação, ou seja, aquelas fortemente dependentes e influentes, situadas no campo superior direito, foram priorizadas na formulação dos cenários do ZEE-SP, de modo a nortear políticas públicas que direcionem seu comportamento para alcance dos objetivos de cada diretriz estratégica.

² Disponível gratuitamente em: <http://en.lapropective.fr/methods-of-prospective/softwares/59-micmac.html>

FIGURA 3. ETAPA 3 – EXEMPLO DE MAPEAMENTO DAS VARIÁVEIS DE ACORDO COM A INFLUÊNCIA/DEPENDÊNCIA – DIRETRIZ RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS



O mapeamento de variáveis, conforme o método de Godet (EGLER; LUNAS; LUNAS, 2017) tem objetivo de definir, dentro do sistema que representa cada diretriz:

- **Invariâncias:** são aquelas de comportamento independente em relação ao sistema, que têm pouca dependência e limitada influência em relação às demais variáveis. Tais elementos têm pouca relevância nos prognósticos em construção;
- **Variáveis motrizes:** têm menor dependência frente às outras variáveis do sistema e são, portanto, menos influenciáveis. Nesses casos, considera-se que o comportamento dessas variáveis tem maiores probabilidades de seguir tendências preexistentes;
- **Variáveis relays, ou de ligação:** por serem fortemente dependentes e influentes, são aquelas que aportam incertezas críticas ao sistema. Sob esse aspecto, foram priorizadas na formulação dos cenários do ZEE-SP para a aplicação de políticas públicas que direcionem seu comportamento para o padrão almejado;
- **Variáveis de resultado:** contemplam os fenômenos cujo resultado se deseja, mas que têm reduzida repercussão nas demais variáveis do sistema. Assim, são preteridas enquanto prioridade de atuação da gestão pública, em função das variáveis de ligação, cujo impacto é maior. Ainda assim, podem traduzir os elementos importantes para o diálogo com a sociedade e ser passíveis de acompanhamento em futuro monitoramento; e
- **Variáveis de pelotão:** são aquelas situadas em áreas limítrofes na matriz dependência x influência, cujo posicionamento pode ser decidido pelos atores sociais envolvidos na discussão.

Na sequência, indicadores representativos das respectivas variáveis de ligação foram selecionados por especialistas (etapa 4, figura 4), a partir da aplicação dos seguintes critérios de priorização:

- i. Relação com a variável e capacidade de representação do fenômeno em discussão;
- ii. Existência de histórico de dados;
- iii. Abrangência espacial, com representatividade para todo o estado de São Paulo, preferencialmente; e
- iv. Reconhecimento e confiabilidade do indicador para representação da variável.

Para a composição dos cenários futuros, foi verificado o comportamento tendencial de cada indicador (etapa 5, figura 4) por meio de diferentes métodos estatísticos/prospectivos, como demonstram as tabelas abaixo.

FIGURA 4. ETAPAS 4 e 5 – VARIÁVEIS, INDICADORES E MÉTODOS ESTATÍSTICOS/PROSPECTIVOS ADOTADOS PARA CADA DIRETRIZ ESTRATÉGICA DO ZEE

DIRETRIZ 1 – RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
Variável	Indicador	Método estatístico/prospectivo adotado para cálculo do indicador para 2040
Forma de Produção Agrícola	Sustentabilidade da produção agropecuária	Projeção linear simples
Processos Geodinâmicos	Acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos	Projeção linear simples
Infraestrutura de Saneamento	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM)	Prospecção com base no melhor resultado da série histórica
Mancha urbana / Áreas edificadas	Evolução das áreas edificadas ou urbanizadas	Dados extrapolados a partir da diferença entre valores observados
Biodiversidade	Cobertura vegetal nativa	Projeção linear simples
Balanço hídrico	Balanço Hídrico segundo vazão de referência Q95%	Cálculo a partir de disponibilidade hídrica constante (Q95) e demandas projetadas para 4 setores
Condição socioeconômica	Ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS)	Resultados consolidados por ano e por dimensão por SubUGRHI. Projeção linear simples a partir da média das dimensões (riqueza, escolaridade, longevidade)
Demografia	Densidade Demográfica	Projeção da Fundação SEADE por município para 2040

DIRETRIZ 2 – SEGURANÇA HÍDRICA		
Variável	Indicador	Método estatístico/prospectivo adotado para cálculo do indicador para 2040
Infraestrutura de Saneamento	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM)	Prospecção com base no melhor resultado da série histórica
Vulnerabilidade Socioeconômica	Ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS)	Resultados consolidados por ano e por dimensão por SubUGRHI. Projeção linear simples a partir da média das dimensões (riqueza, escolaridade, longevidade)
Disponibilidade Hídrica per capita	Disponibilidade Hídrica segundo vazão de referência Q95% per capita	Disponibilidade hídrica constante (Q95); população: projeção da Fundação SEADE
Mancha Urbana	Evolução das áreas edificadas ou urbanizadas	Dados extrapolados a partir da diferença entre valores observados
Cobertura Vegetal	Evolução da Cobertura Vegetal nativa	Projeção linear simples
	Percentual da Cobertura Vegetal Nativa	Projeção linear simples
Área Rural	Área Rural Irrigada	Dado da Agência Nacional de Águas projetado para 2030

DIRETRIZ 3 – SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE		
Variável	Indicador	Método estatístico/prospectivo adotado para cálculo do indicador para 2040
Conservação de biomas	Percentual da Cobertura Vegetal Nativa	Projeção linear simples
Desmatamento	Evolução da Cobertura Vegetal Nativa	Projeção linear simples
Incêndios	Ocorrência de incêndios	Prospecção - Média
Fragmentação da vegetação e alteração dos corpos hídricos	Evolução da conectividade de fragmentos em 2040	Comparação de valores observados em 2000 e em 2010
Presença de áreas protegidas	Áreas em Unidades de Conservação em 2040	Projeção linear simples

DIRETRIZ 5 – REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES REGIONAIS		
Variável	Indicador	Método estatístico/prospectivo adotado para cálculo do indicador para 2040
Habitação	Relação entre os domicílios em aglomerados subnormais sobre os domicílios totais	Projeção linear simples
Desempenho Econômico	Variação da Massa Salarial	Projeção linear simples
Saneamento Básico	Índice de Saneamento Básico (ICTEM + IQR)	Prospecção a partir do melhor resultado da série histórica
Condição de Vida	Ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS)	Resultados consolidados por Região de Governo. Projeção linear simples da média das dimensões (riqueza, escolaridade, longevidade)

A análise morfológica (etapa 6, figura 5) se baseou em três procedimentos. Primeiramente, foram estabelecidos padrões de comportamento dos indicadores a serem reconhecidos no território, com a definição de classes. Em seguida, para representar o conjunto de indicadores em uma carta, realizou-se a normalização das classes nos valores de 0 a 1, sendo 0 o valor mais distante e 1 o mais próximo do cenário almejado, ou seja, o que apresenta os melhores valores para cada indicador. Por fim, para diferenciar os dados que possuem maior relevância na representação dos cenários, foram atribuídos pesos distintos aos indicadores normalizados. O mesmo indicador em diretrizes diferentes, por exemplo, pode ter pesos distintos. No processo de análise de cada diretriz, evolui-se para destacar áreas que demandarão mais atenção para o alcance do cenário almejado.

FIGURA 5. ETAPA 6 – EXEMPLO DE ANÁLISE MORFOLÓGICA – DIRETRIZ REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES REGIONAIS

Variáveis de Ligação - Cenário D5	Indicadores	Classes				Normalização	Peso
Desempenho Econômico	Variação da Massa Salarial	Variação Positiva	Manutenção	Variação Negativa		1 0,5 0	1
Condição de Vida	Ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS)	0,75 a 1	0,50 a 0,75	0 a 0,50		1 0,5 0	3
Habitação	Relação entre os domicílios em aglomerados subnormais sobre os domicílios totais	0	0 a 0,05	0,05 a 0,15	0,15 a 0,42	1 0,66 0,33 0	1
Saneamento Básico	Índice de Saneamento Básico (ICTEM + IQR)	0,67 a 1,0	0,34 a 0,66	0 a 0,33		1 0,5 0	2

Na última etapa, o resultado relativo a cada dado foi espacializado na geometria das SubUGRHs, no caso das diretrizes predominantemente ambientais (1, 2 e 3), por trazer mais aderência a estas dinâmicas e retratar as realidades locais, e na geometria de Regiões de Governo no caso da diretriz predominantemente socioeconômica (5), por fazer mais sentido para retratar esta dinâmica. A nota final das respectivas geometrias em cada carta constitui a média dos valores normalizados de cada um dos dados com valores válidos, sendo classificada em quatro classes. Dessa forma, o processo resultou na espacialização de cartas de cenários, que sinalizam comparativamente as regiões do estado quanto à tendência dos indicadores escolhidos para representar as variáveis de ligação.

De modo a facilitar a integração entre os diferentes produtos que compõem o ZEE, tais como diagnóstico, prognóstico e outros subsídios à implementação do instrumento, as descrições e análises das cartas de cenários, elaboradas por SubUGRHs e Regiões de Governo, foram feitas considerando-se o recorte das Regiões Administrativas - esta agregação político-administrativa favorece a organização de atividades de planejamento e gestão de políticas e programas públicos.

RESULTADOS DA CENARIZAÇÃO

Diretriz 1 – Resiliência às Mudanças Climáticas

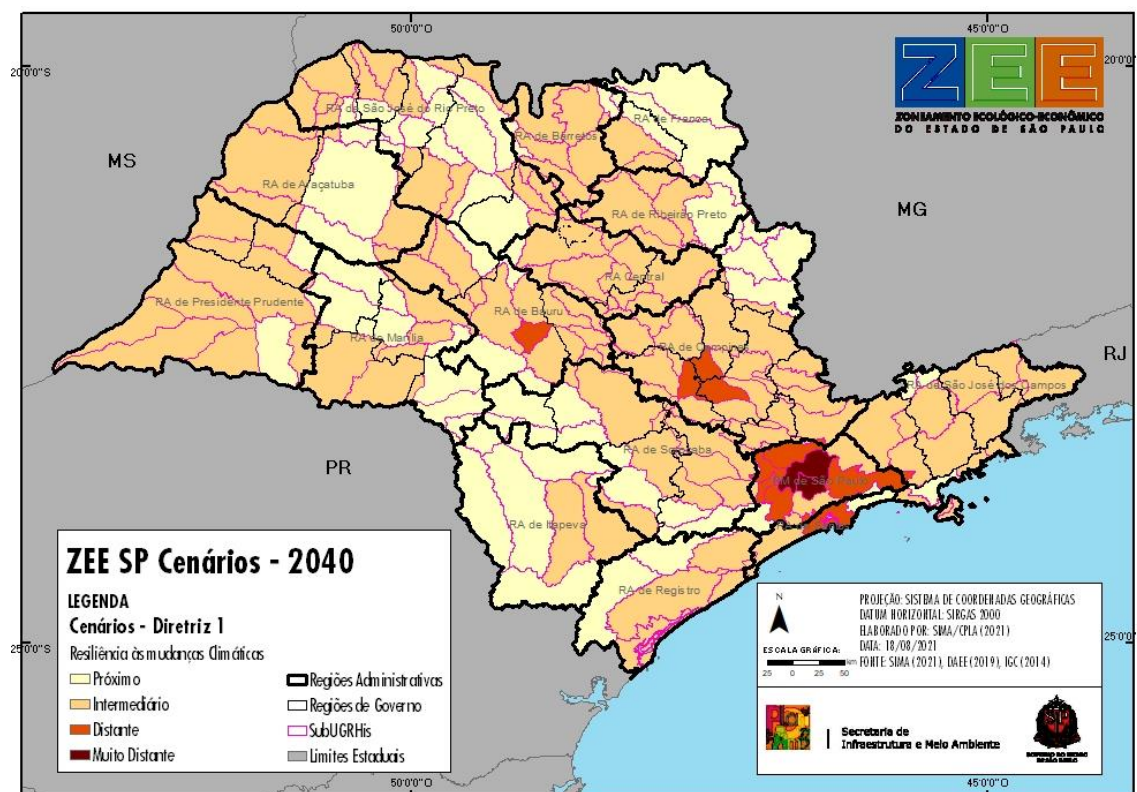
A construção do cenário tendencial da Resiliência às Mudanças Climáticas envolveu a seleção de variáveis que reconhecessem as vulnerabilidades existentes no território e os riscos associados à ocorrência de eventos climáticos extremos. Na composição do resultado, as

variáveis de ligação resultantes da matriz de impactos cruzados compreenderam os processos geodinâmicos; o balanço hídrico; a demografia; a condição socioeconômica; a forma de produção agrícola; a mancha urbana/áreas edificadas; a biodiversidade; a infraestrutura de saneamento; a degradação e a contaminação do solo; a infraestrutura de logística, mobilidade e transporte e, por fim, a forma de consumo.

Os indicadores selecionados para representar cada variável de ligação incluíram os acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos; a relação entre vazão outorgada e a disponibilidade hídrica (Q95); a densidade demográfica; o ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS); a sustentabilidade da produção agropecuária; a evolução das áreas edificadas ou urbanizadas; a cobertura vegetal nativa e o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM).

No processamento final, os pesos destes indicadores foram igualmente distribuídos e três variáveis não puderam prosseguir para a etapa de projeção, seja em decorrência da indisponibilidade de dados históricos ou dificuldade da espacialização, no caso da forma de consumo e da infraestrutura de logística, mobilidade e transporte, seja devido à recomendação de especialistas, no caso da degradação e contaminação do solo.

FIGURA 6. RESULTADO DA CENARIZAÇÃO PARA A DIRETRIZ 1 – RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

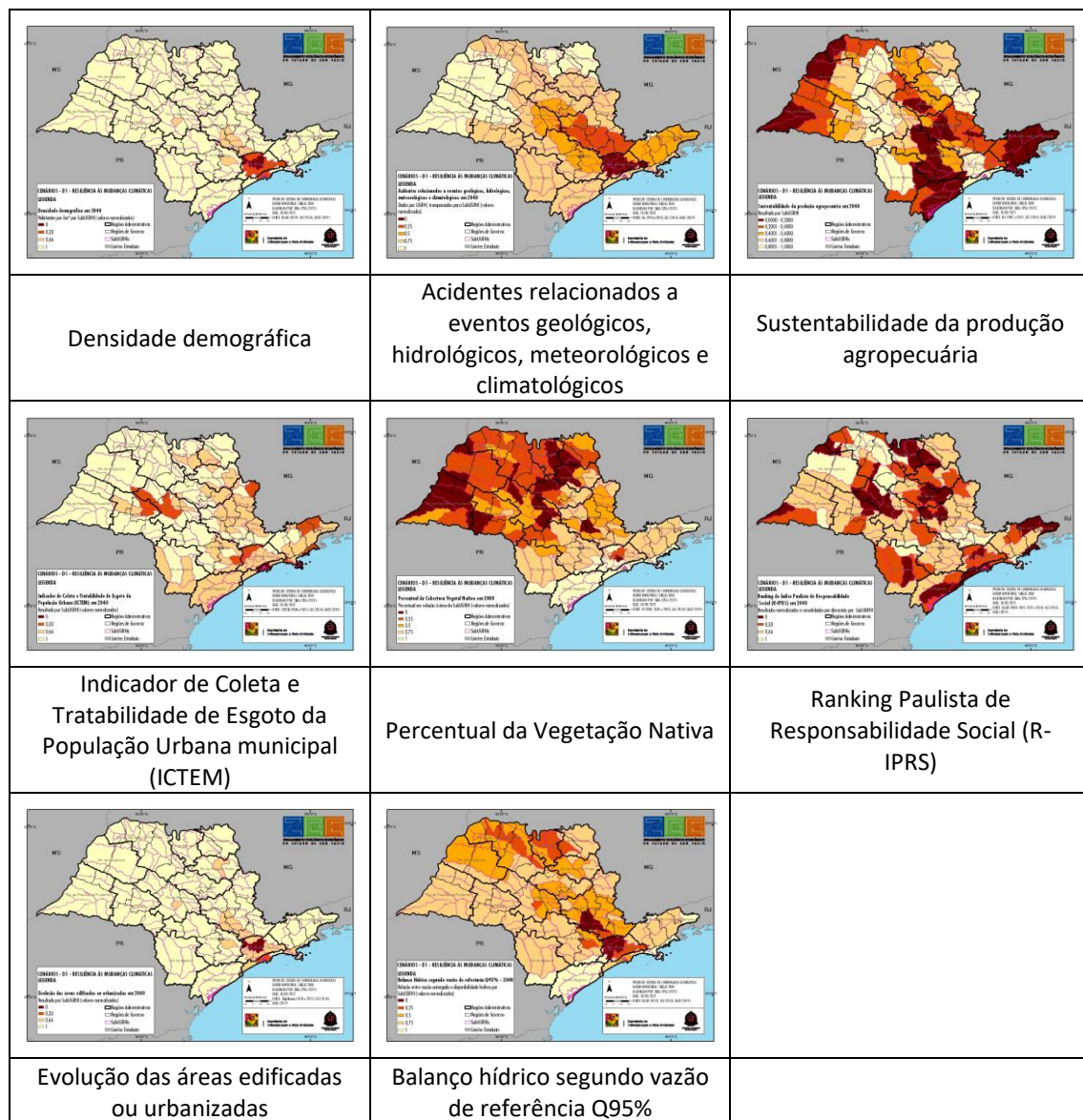


Analisando-se o resultado da cenarização (figura 6), observa-se o predomínio das classes mais favoráveis (Próximo e Intermediário) espalhadas pelo território do estado. Os resultados menos favoráveis (Distante e Muito Distante), por sua vez, concentram-se na Região Metropolitana de São Paulo (SubUGRHs de Pinheiros/Tietê até Barragem da Penha,

Tamanduateí, Montante da Barragem da Penha, Guarapiranga, Cotia, Rasgão até PinheirosxTietê e Juqueri) e nas Regiões Administrativas de Campinas (SubUGRHI do Alto Piracicaba), Santos (SubUGRHI do Rio Cubatão) e Bauru (SubUGRHI de Bauru). Nessas regiões, sobressaem-se os indicadores correlatos à densidade demográfica; aos acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos; ao ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social; à evolução das áreas edificadas ou urbanizadas e à relação entre vazão outorgada e a disponibilidade hídrica (Q95) (figura 7).

Apesar de a carta de cenários apontar a região oeste do estado nas melhores classes, é importante ressaltar os indicadores referentes ao percentual da vegetação nativa, ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social e sustentabilidade da produção agropecuária, cujas tendências evolutivas para 2040 demandam atenção especial.

FIGURA 7. MAPAS INTERMEDIÁRIOS PARA A CENARIZAÇÃO DA DIRETRIZ 1 – RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Diretriz 2 – Segurança Hídrica

A construção do cenário tendencial da diretriz Segurança Hídrica envolveu a seleção de variáveis que considerassem a condição de garantia de oferta de água em qualidade e quantidade para os diferentes usos ao longo do tempo. A partir do resultado da matriz de impactos cruzados, foram definidas seis variáveis de ligação, às quais foram atribuídos diferentes pesos conforme o grau de relevância: disponibilidade hídrica *per capita* e infraestrutura de saneamento, com peso 5; mancha urbana e área rural, com peso 3; e vulnerabilidade socioeconômica e cobertura vegetal, com peso 1.

Para a variável disponibilidade hídrica *per capita*, foi considerado como indicador a relação entre a disponibilidade hídrica segundo a vazão de referência Q95% e a população total, como *proxy* de associação do principal fator de influência na demanda de água para abastecimento urbano. Para a infraestrutura de saneamento, considerou-se o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM). Para a mancha urbana, considerou-se a evolução das áreas edificadas ou urbanizadas, a partir da identificação da classe infraestrutura urbana do Mapbiomas. Para a área rural, optou-se por avaliar a área irrigada, de modo a sintetizar duas pressões: a ampliação das áreas irrigadas e o aumento da demanda de água para a atividade (ANA, 2017). Para a vulnerabilidade socioeconômica, considerou-se o ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS), com o objetivo de avaliar a posição relativa dos municípios paulistas quanto às condições socioeconômicas da sua população. Por fim, para a cobertura vegetal, optou-se pela combinação de dois indicadores, representados pela evolução da cobertura vegetal nativa, baseada na conversão da cobertura da terra das classes florestal e não florestal do Inventário Florestal, e pelo percentual da cobertura vegetal nativa, também baseada no Inventário Florestal.

A leitura da carta de cenarização da diretriz estratégica de segurança hídrica (figura 8) revela que os resultados menos favoráveis se situam nas Regiões Metropolitanas da Baixada Santista (SubUGRHIs do Rio Cubatão), RMSP (SubUGRHIs de PinheirosxTietê até Barr. da Penha, Tamanduateí, Montante da Barragem da Penha, Cotia, Rasgão até PinheirosxTietê e Juqueri) e nas Regiões Administrativas de São José dos Campos (SubUGRHI do Baixo Vale), Sorocaba (SubUGRHI do Alto Sorocaba), Bauru (SubUGRHI do Rio Bauru) e Marília (SubUGRHI do Alto Peixe). Nessas regiões, sobressaíram-se os resultados correlatos à disponibilidade hídrica *per capita*; ao ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS) e ao Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM). Ainda, destacam-se nas Regiões Metropolitanas de São Paulo (SubUGRHIs do Tamanduateí, PinheirosxTietê até Barr. da Penha e Rasgão até PinheirosxTietê) e Santos (SubUGHRI do Rio Cubatão), os resultados relativos à evolução das áreas edificadas ou urbanizadas e à evolução da cobertura vegetal nativa (figura 9).

FIGURA 8. RESULTADO DA CENARIZAÇÃO PARA A DIRETRIZ 2 – SEGURANÇA HÍDRICA

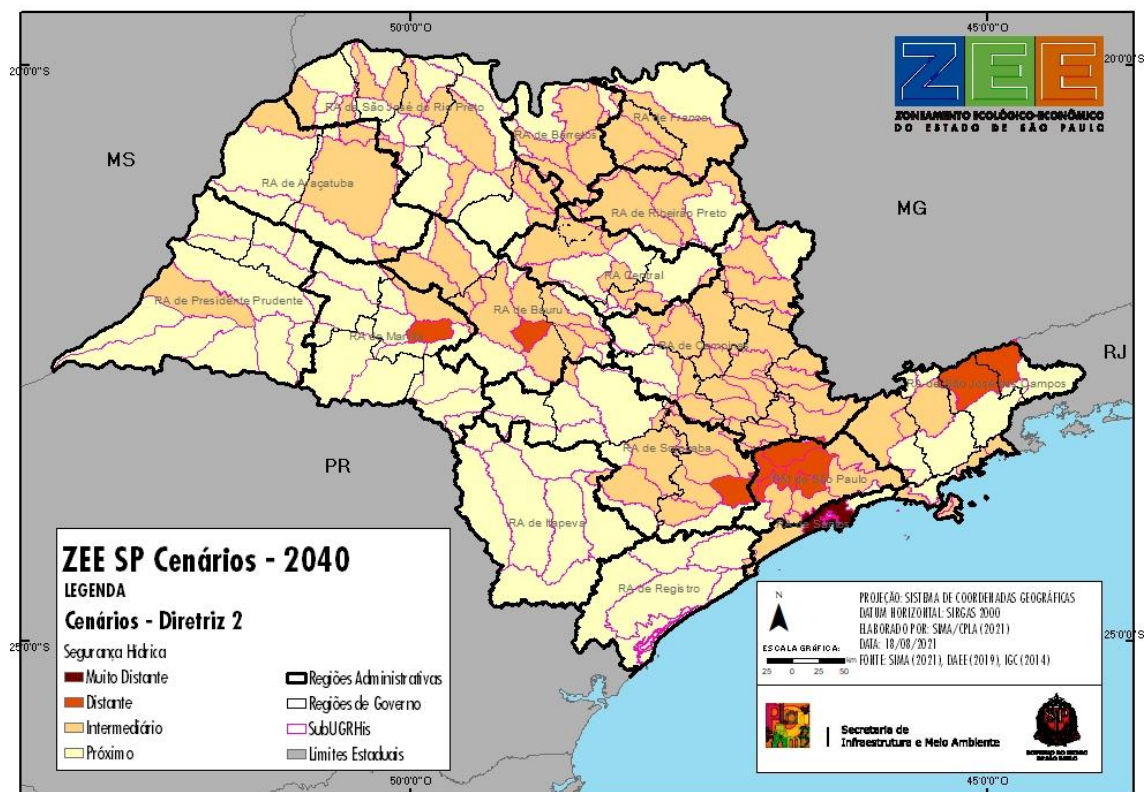
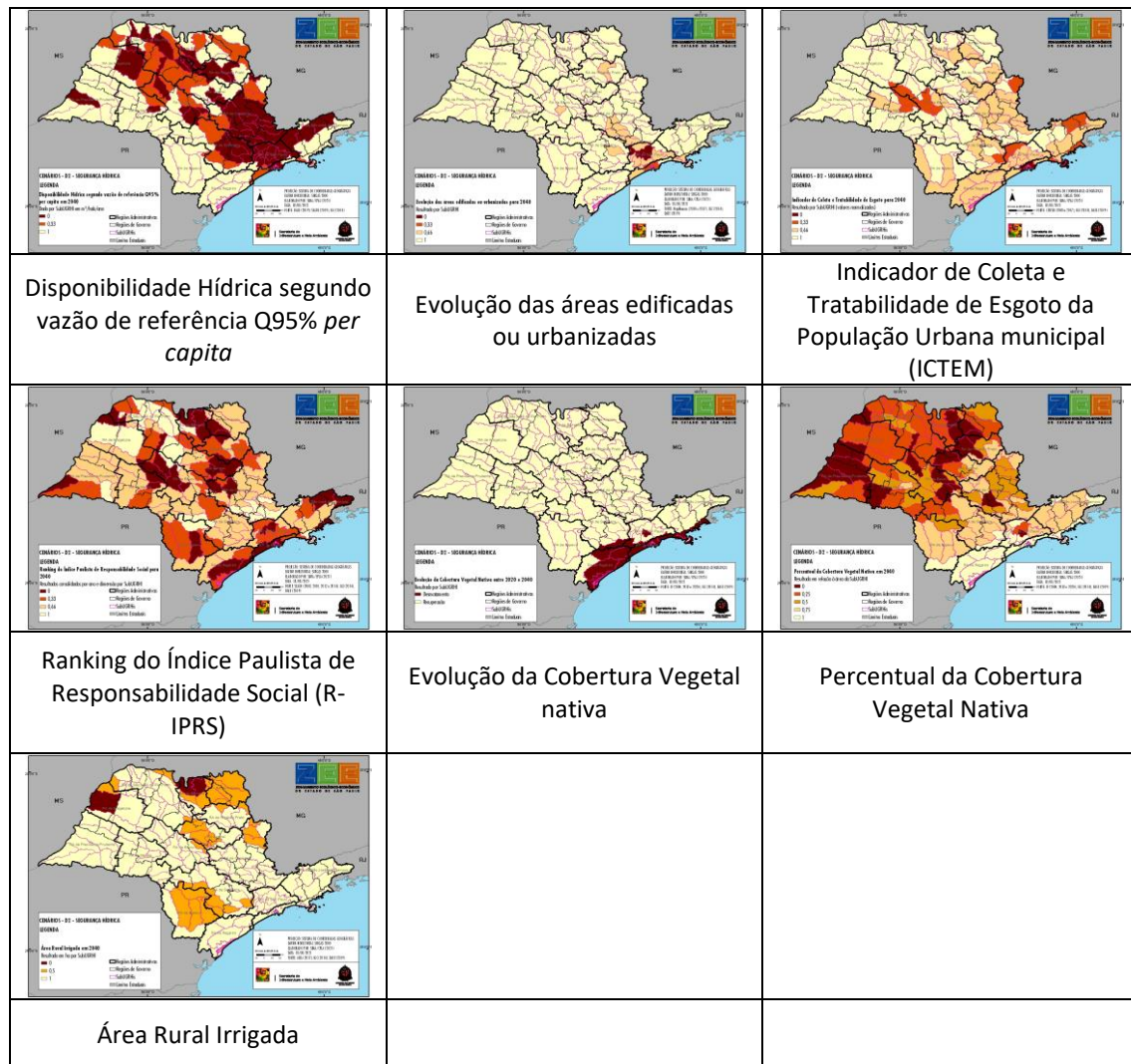


FIGURA 9. MAPAS INTERMEDIÁRIOS PARA A CENARIZAÇÃO DA DIRETRIZ 2 – SEGURANÇA HÍDRICA



Diretriz 3 – Salvaguarda da Biodiversidade

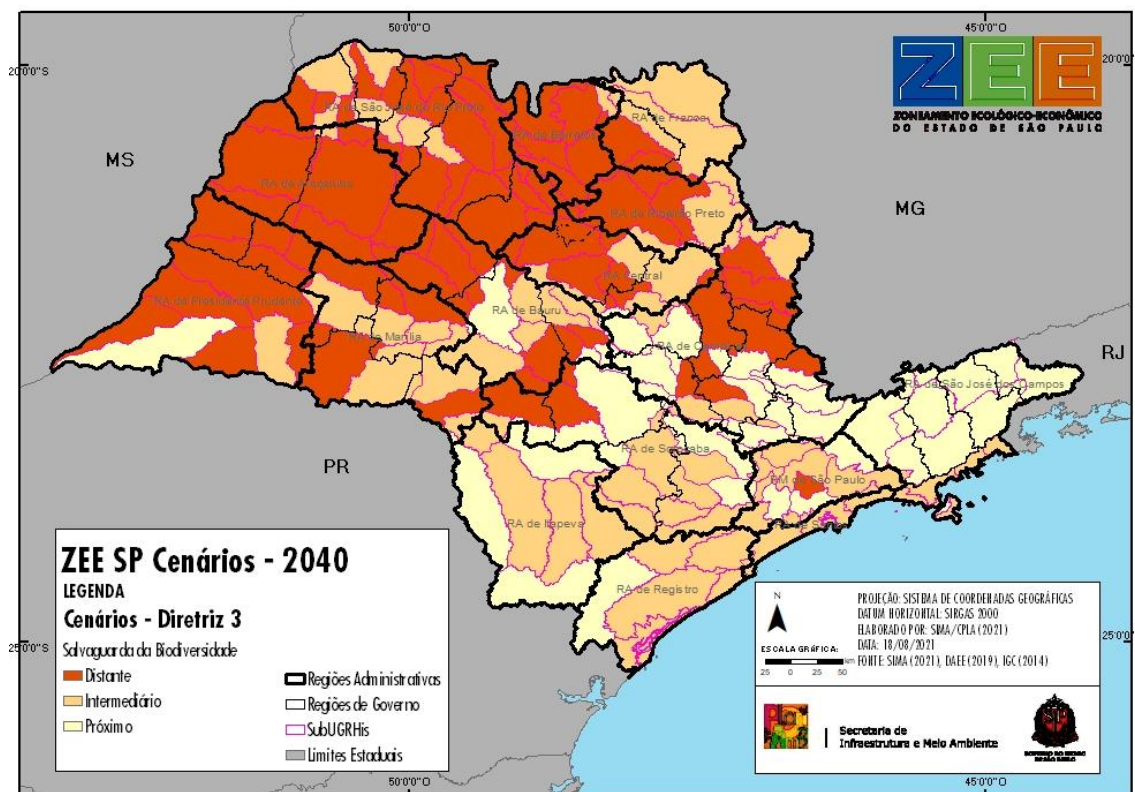
O cenário tendencial da diretriz Salvaguarda da Biodiversidade buscou a seleção de variáveis com base na proteção, conservação e restauração dos biomas e ecossistemas associados, visando a sustentabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

A matriz de impactos cruzados resultou em sete variáveis de ligação, que compreenderam a presença de áreas protegidas; a conservação de biomas; a fragmentação da vegetação e alteração dos corpos hídricos; a ocorrência de incêndios; o desmatamento; a forma de produção agrícola e a variabilidade climática.

Os indicadores selecionados para representar cada variável de ligação incluíram a evolução histórica de representatividade dos biomas pelas Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável; o percentual da cobertura vegetal nativa; o mapeamento do Inventário Florestal para a fragmentação e conectividade de fragmentos; a ocorrência de incêndios e a evolução da cobertura vegetal nativa. No processamento final, os pesos destes indicadores foram igualmente distribuídos e duas variáveis não puderam

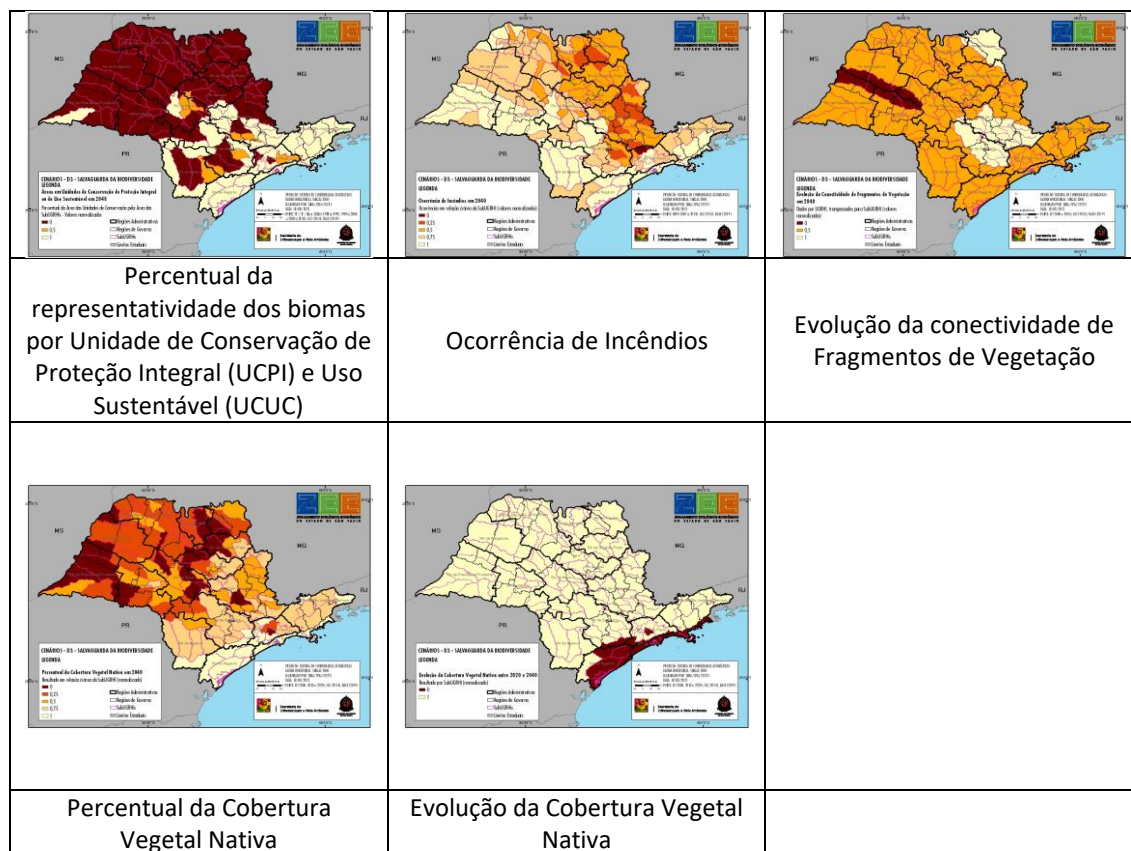
prosseguir para a etapa de projeção, em decorrência da indisponibilidade de dados, no caso da forma de produção agrícola e a variabilidade climática.

FIGURA 10. RESULTADO DA CENARIZAÇÃO PARA A DIRETRIZ 3 – SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE



A leitura da carta (figura 10) destaca a SubUGRHI do Tamanduateí, localizada na Região Metropolitana de São Paulo, além das SubUGRHs em direção ao oeste, norte e noroeste do estado de São Paulo, com classificação predominante como Distante para o alcance da Diretriz 3. De forma geral, nessas SubUGRHs, convém destacar o pior desempenho em relação aos indicadores do percentual de representatividade dos biomas por Unidades de Conservação, percentual da cobertura vegetal nativa e conectividade de fragmentos de vegetação, conforme podemos observar nos mapas intermediários a seguir (figura 11):

FIGURA 11. MAPAS INTERMEDIÁRIOS PARA A CENARIZAÇÃO DA DIRETRIZ 3 – SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE



Também cabe ressaltar a região do litoral paulista, que embora esteja classificada na classe intermediária no mapa final, apresenta evolução negativa da cobertura vegetal para 2040, o que demanda atenção especial. De acordo com o Inventário Florestal 2020, a região litorânea, o Vale do Ribeira e parte do Vale do Paraíba apresentaram um balanço negativo entre os anos de 2010 e 2020, devido a fatores de pressão mais intensos sobre a vegetação nativa (IF, 2020).

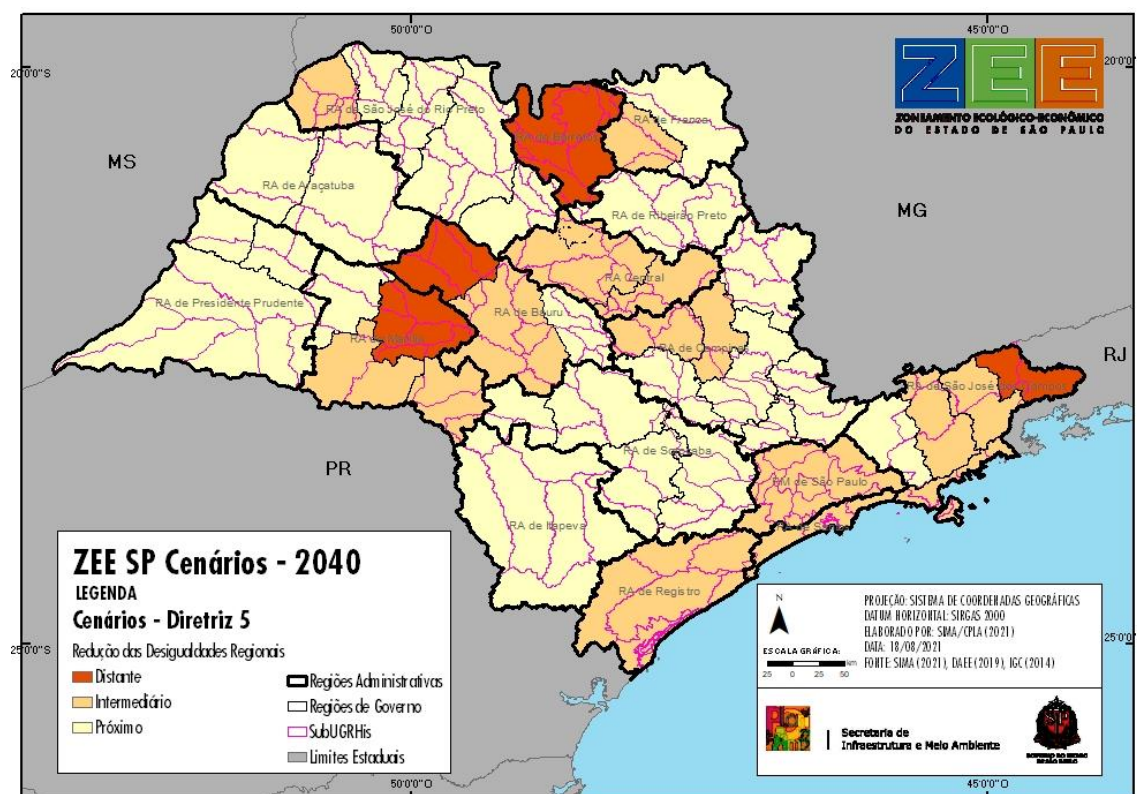
Diretriz 5 – Redução das Desigualdades Regionais

A redução das desigualdades regionais é pautada pela melhoria do acesso a bens, serviços, programas e políticas públicas que promovam a qualidade de vida e reduzam os desequilíbrios regionais.

A construção de cenários da diretriz Redução das Desigualdades Regionais pautou-se na seleção de indicadores adequados para a representação das variáveis de ligação resultantes da matriz de impactos cruzados. Foram definidas quatro variáveis de ligação, cujos graus de representatividade na diretriz influenciaram na atribuição de pesos. Com maior preponderância, a variável condição de vida foi considerada com peso 5; saneamento, com peso 3; e desempenho econômico e habitação com peso 1, cada uma.

Para a variável condição de vida, foi considerado como indicador o Ranking do Índice Paulista de Responsabilidade Social (R-IPRS), com o objetivo de avaliar a posição relativa dos municípios paulistas quanto às condições socioeconômicas da sua população. Para a variável saneamento, foi avaliado o Índice de Saneamento Básico, obtido a partir da combinação entre o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana municipal (ICTEM), com peso de 50%, e o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), com peso de 50%. Para a variável desempenho econômico, foi considerada a variação da massa salarial, de forma a mensurar o nível de atividade econômica dos municípios, que também se aproxima da renda das famílias. Finalmente, para a variável habitação, foi considerada a relação dos domicílios em aglomerados subnormais sobre os domicílios totais.

FIGURA 12. RESULTADO DA CENARIZAÇÃO PARA A DIRETRIZ 5 – REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES REGIONAIS

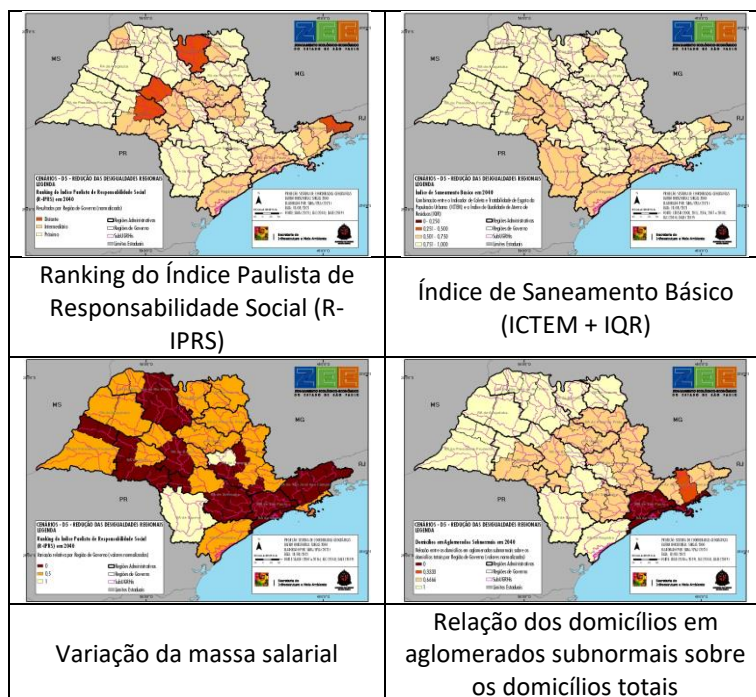


A leitura da carta de cenários referente à redução das desigualdades regionais revela o predomínio de Regiões de Governo classificadas como Próximo ou Intermediário quanto ao alcance da diretriz (figura 12). Apesar de não haver nenhuma Região de Governo apontada na pior classe, cabe evidenciar que as Regiões de Barretos, Lins, Marília e Cruzeiro foram classificadas como Distante do alcance da diretriz 5. Em relação ao R-IPRS, as Regiões de Governo de Barretos, Lins, Cruzeiro, Jales, Marília, São Carlos e Rio Claro se destacaram nas duas classes mais distantes para alcance da diretriz (figura 13).

No que diz respeito à variação da massa salarial, apresentaram variação negativa as Regiões de Governo de Cruzeiro, Guaratinguetá, Taubaté, São José dos Campos, Sorocaba, Itapetininga, Piracicaba, Limeira, Avaré, Bauru, Ourinhos, Assis, Tupã, Adamantina, Dracena,

Catanduva, São José do Rio Preto, Votuporanga e Santos, além da Região Metropolitana de São Paulo.

FIGURA 13. MAPAS INTERMEDIÁRIOS PARA A CENARIZAÇÃO DA DIRETRIZ 5 – REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES REGIONAIS



Por fim, vale acentuar que a Região Metropolitana de São Paulo e as Regiões de Governo de Santos e Taubaté, apesar de terem sido classificadas na categoria Intermediária para o alcance da diretriz, apresentaram os piores índices no que se refere à relação dos domicílios em aglomerados subnormais sobre os domicílios totais³.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante frisar que eventuais descompassos entre os resultados dos Cenários de ZEE-SP e Cenários Setoriais Específicos podem ocorrer, entre outros fatores, devido ao método adotado (estruturação de elementos macro, conforme preceitos metodológicos de Michel Godet) e às limitações na obtenção de dados. Além disso, o monitoramento dos dados, indicadores e informações do ZEE viabilizam oportunamente a calibragem e atualização do modelo, a considerar a evolução das dinâmicas ambientais e socioeconômicas sob análise.

³ Conforme esclarecimento da Secretaria de Habitação em Reunião Bilateral da Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico (CEZEE-SP), ocorrida em 27/05/2021, os resultados para a Região de Governo de Taubaté podem ter sido influenciados por dados subestimados do IBGE no ano 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA Agência Nacional de Águas. Atlas. Uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas—ANA: Brasília, DF, Brasil, 2017.

ARANGO MORALES, Xóchitl A.; CUEVAS PÉREZ, Verónica Ascensión. Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC). 2014. Tese de Doutorado. Tirant Lo Blanch.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – 3ª edição Revisada**. Brasília: MMA/SDS, 2006.

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. Estatística Básica, 5ª Edição, São Paulo. Editora Saraiva, 2006.

LEITE FILHO, Arceste et al. A política comercial brasileira e as barreiras impostas às exportações de carne de frango: uma aplicação do método MicMac. 2016. LUNAS, J. R. S; EGLER, C. A. G.; LUNAS, M. C. F. S. O Método de Michel Godet para Elaboração de Cenários Prospectivos no Zoneamento Ecológico Econômico. *In*: BOIN, M. N.; MARTINS, P. C. S.. (org.) **Planejamento e Análises Ambientais**. . 1ª ed. Tupã: ANAP, 2017. p. 11-28.

MINITAB. Suporte ao Minitab 18. [Online] Disponível em: <https://support.minitab.com/ptbr/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/best-subsetsregression/interpret-the-results/all-statistics/>. Acessado em 27 de Novembro de 2019].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). Instituto Florestal (IF). **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: SIMA/IF, 2020. Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf>>. Acesso em: dez. 2021.

STURARI, Raul. Metodologia de descrição de cenários. SAGRES Política e Gestão Estratégica Aplicadas, 2008.

WRIGHT, James Terence C.; SPERS, Renata Giovinnazzo. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. Estudos Avançados, v. 20, n. 56, p. 13-28, 2006.