

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Escola de Engenharia de São Carlos**

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental

**RAPHAEL ANTONIO DE OLIVEIRA SILVA**

**Aspectos metodológicos dos zoneamentos ambientais e  
inclusão de critérios de biodiversidade nos processos de  
tomada de decisão.**

**São Carlos - SP**

**2015**



**RAPHAEL ANTONIO DE OLIVEIRA SILVA**

**Aspectos metodológicos dos zoneamentos ambientais e  
inclusão de critérios de biodiversidade nos processos de  
tomada de decisão.**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de  
São Carlos da Universidade de São Paulo  
como requisito para obtenção do título de  
Doutor em Ciências da Engenharia  
Ambiental

**Orientador:** Dr. Victor Eduardo Lima  
Ranieri

**São Carlos - SP**

**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

048a Oliveira-Silva, Raphael Antonio  
Aspectos metodológicos dos zoneamentos ambientais e inclusão de critérios de biodiversidade nos processos de tomada de decisão. / Raphael Antonio Oliveira-Silva; orientador Victor Eduardo Lima Ranieri. São Carlos, 2015.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

1. zoneamento ambiental. 2. licenciamento ambiental. 3. conservação da biodiversidade. 4. modelo DPSIR. I. Título.

## FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel e Licenciada **RAPHAEL ANTONIO DE OLIVEIRA SILVA**

Título da tese: "Aspectos metodológicos dos zoneamentos ambientais e inclusão de critérios de biodiversidade nos processos de tomada de decisão".

Data da defesa: 23/10/2015

### Comissão Julgadora:

### Resultado:

Prof. Dr. **Victor Eduardo Lima Ranieri**  
(Orientador)  
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Prof. Titular **Marcelo Pereira de Souza**  
(Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/FFCLRP - USP)

aprovado

Dr. **Aurélio Teodoro Fontes**  
(Pós-Doutorando/CNPq)

Reprovado

Prof. Dr. **Evandro Mateus Moretto**  
(Escola de Artes, Ciências e Humanidades/EACH - USP)

Reprovado

Dra. **Maria José Brito Zakia**  
(Zakia e Almeida Assessoria Socioambiental)

aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:

Prof. Associado **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Associado **Paulo César Lima Segantine**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Victor E. Ranieri pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa, pela orientação nos momentos de dúvidas e claro, pela amizade. Juntamente agradeço aos meus companheiros de laboratório, contemporâneos nessa jornada da Pós-graduação.

Não posso deixar de agradecer à minha família, meu pai Moura, minha mãe Olézia e minhas irmãs, Marianne e Tatianne. Espero um dia retribuir a altura todo este apoio e amor de vocês!!

O meu agradecimento mais que especial vai para minha esposa Marina, pelo seu amor, sua paciência e seus conselhos acadêmicos. Você é inspiração para que eu possa um dia ser tão bom pesquisador e professor como você é. Sou muito orgulhoso de você! Te amo!

Ao Prof. Marcelo Pereira, Marcelo Montañó e tantos outros que tive contato direto neste período, obrigado pelo apoio e conhecimento adquiridos. Agradeço também aos funcionários da USP, em especial aos do Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (CRHEA), principalmente nas figuras do José Luiz e do Nelson, pelo suporte em todos os momentos.

Agradeço também ao CNPq e CAPES pelas bolsas concedidas durante o projeto e ao PPG-SEA pela estrutura disponibilizada. Agradeço também aos demais professores do Programa que de alguma forma ajudaram no desenvolvimento do projeto, principalmente nas fases iniciais.

Obrigado a todos!!

## RESUMO

OLIVEIRA-SILVA, R. A. **Aspectos metodológicos dos zoneamentos ambientais e inclusão de critérios de biodiversidade nos processos de tomada de decisão..** 2015. 102 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Zoneamentos ambientais (ZA) são instrumentos utilizados em diversas áreas como instrumento de planejamento territorial e para ordenamento de atividades econômicas. Sua utilização como ferramenta de apoio a outros instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), como o licenciamento ambiental, deve incorporar aspectos ecológicos visando à incorporação da preocupação com a conservação da biodiversidade em fases estratégicas da tomada de decisão. O estudo de caso sobre a expansão do setor sucroalcooleiro de São Paulo representa a integração entre os processos de licenciamento ambiental (etapa de triagem) e o denominado “Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo (ZAA-SP), onde a localização dos pedidos em relação ao mapa elaborado indica o tipo de estudo a ser realizado para avaliação do projeto. Foi estabelecido um panorama para seleção de critérios e indicadores voltados à conciliação entre preocupações com a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento do setor por meio da abordagem DPSIR (Força motriz, Pressão, Estado, Impacto, Resposta), que permite uma avaliação causal entre o processo produtivo e as características ambientais por ele afetadas, além de permitir adaptações que foram necessárias para o seu desenvolvimento. Posteriormente, foram desenvolvidas análises espaciais na região Noroeste do estado de São Paulo, onde se criaram 8 (oito) cenários para avaliar: (i) a influência da escala dos dados adotados em cada critério avaliado e (ii) a decisão pelos valores de referência para estes indicadores. Os resultados indicaram um acréscimo de ‘áreas inadequadas’ e ‘adequadas com restrições’ em um total superior a 2Mha no cenário “ideal”. O rigor quanto ao indicador de declividade foi responsável pelo maior acréscimo de áreas ‘inadequadas’ – o que neste estudo representa um aspecto relevante tanto para a conservação e manutenção de recursos hídricos e do solo, mas também define o método de colheita, manual ou mecanizada – e as áreas indicadas para novas áreas protegidas influenciaram na delimitação das áreas ‘adequadas com restrições’, a partir da delimitação das zonas de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Estes cenários foram confrontados com a localização de unidades industriais de novos pedidos de licenciamento, além de suas áreas de influência, procurando avaliar se os estudos exigidos para o projeto em questão eram condizentes com as recomendações do ZAA-SP. Considerando o mapa do cenário “ideal” (com novas bases de dados e novos parâmetros), dos pedidos avaliados por Relatório Ambiental Preliminar (RAP) por estarem em zonas mais adequadas no ZAA-SP, 36,6% deveriam ter sido reavaliados quanto a esta decisão, com a possibilidade de elaboração de estudos completos (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA), sendo que duas destas propostas já deveriam ter sido negadas por terem sido alocadas em zonas ‘inadequadas’ neste último mapa. Considerando as áreas de plantio (áreas de influência) dos empreendimentos analisados houve um incremento superior a 340% de alocação de ‘áreas inadequadas’ entre o ZAA-SP e o cenário mais conservador das análises, equivalente a mais de 1Mha em áreas absolutas. Isto é preocupante, pois as atividades agrícolas do setor ensejam uma série de impactos sobre a biodiversidade e os ecossistemas. Desta forma, baseados na adaptação e atualização do instrumento, a consideração equivocada das características do território pode prejudicar os processos de avaliação de impactos quando estes não exigirem estudos mais completos. A partir do estudo de caso, percebe-se que a integração de instrumentos da PNMA deve ser conduzida com parcimônia para que cada instrumento adote critérios e indicadores adequados ao seu objetivo, pois decisões erradas já nas primeiras etapas de avaliação de

projetos prejudicam a capacidade dos instrumentos envolvidos de exercer seu papel dentro dos sistemas de gestão ambiental.

**Palavras-chave:** zoneamento ambiental; licenciamento ambiental; conservação da biodiversidade; modelo DPSIR.



## ABSTRACT

OLIVEIRA-SILVA, R. A. **Methodological aspects of environmental zoning and inclusion of biodiversity criteria in the decision-making processes.** 2015. 104 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Environmental zoning (EZ) are instruments applied by many fields such as territorial planning and for planning of economic activities. Its use as a support tool to other instruments of the National Environmental Policy (NEP), as the environmental licensing, must incorporate ecological aspects for conservation of biodiversity in strategic phases of decision making. The study case about the expansion of sugarcane sector of São Paulo represents an integration between the environmental licensing process (screening stage) and the so-called "Agro-Environmental Zoning of Sugarcane Industry of the State of São Paulo (ZAA-SP), where location of requests in the elaborated map indicates the type of study to be conducted for evaluating the project. A framework was established for selection of criteria and indicators aimed at reconciling concerns about biodiversity conservation and the development of the sector through the DPSIR approach (Driving force, Pressure, State, Impact, Response), allowing a causal evaluation between production process and the environmental characteristics affected by it, and allowed adjustments which were necessary for its development. Later, spatial analyzes were developed in the northwestern region of the state of São Paulo, where were created eight (8) scenarios to assess: (i) the influence of the scale of databases used in each criteria and (ii) the decision by reference values for these indicators. The results indicated an increase of 'unsuitable areas' and 'suitable with restrictions' in a total of more than 2Mha in the "ideal" scenario. Slope restrictions indicator was responsible for the largest increase of inappropriate areas - which in this study is an important issue both for conservation and maintenance of water resources and soil, but also sets the harvest method, manual or mechanized - and indicated areas for new protected areas influenced the definition of 'suitable with restrictions' zones, derived from definition of Full Protection Conservation Units buffer zones. These scenarios were confronted with the location of industrial units of new applications, as well as their areas of influence, seeking to assess whether the studies required for the project in question were consistent with the ZAA-SP's recommendations. Considering the map of the "ideal" scenario (with new databases and new parameters), the applications evaluated by Preliminary Environmental Report (PER) for being in more suitable areas in ZAA-SP, 36.6% should be reassessed about this decision, with the possibility of preparing more complete studies (Environmental Impact Statement - EIS), and two of these proposals should have been denied because they were allocated into 'inadequate' zones in the latter map. Considering the plantation areas (areas of influence) of the analyzed enterprises, there was an increase of more than 340% of allocation in the 'unsuitable areas' between the ZAA-SP and the most conservative scenario analyzes, equivalent to more than 1Mha in absolute areas. This is worrying because the agricultural activities of the sector cause impacts on biodiversity and ecosystems. Thus, based on the adaptation and updating of the instrument, the erroneous consideration of the characteristics of the territory can hinder the assessment of impacts when they do not require more comprehensive studies. From the study case, we can see that the integration of NEP instruments should be conducted sparingly so that each instrument can adopt appropriate criteria and indicators to your goal, because wrong decisions within the first steps of project evaluation undermine the ability of instruments involved to exercise its role within the environmental management systems..

**Keywords:** environmental zoning; environmental licensing; biodiversity conservation; DPSIR framework.

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Delimitação da área de estudo. ....	22
<b>Figura 3.2.</b> Mapa final do “Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo” .....	23
<b>Figura 3.3.</b> Mapas-síntese derivados do Programa Biota/FAPESP. <b>A.</b> Áreas indicadas para o estabelecimento de novas áreas protegidas de proteção integral; <b>B.</b> Áreas indicadas para o incremento da conectividade em terras privadas.....	28
<b>Figura 3.4.</b> Fluxograma representando as variações dos critérios e indicadores utilizados nas análises espaciais. ....	31
<b>Figura 3.5.</b> Localização das plantas industriais dos pedidos de licenciamento protocolados na SMA/SP e o tipo de estudo apresentado.....	35
<b>Figura 4.1.</b> Desenho esquemático da sobreposição ( <i>overlay</i> ) de critérios ou camadas ( <i>layers</i> ) utilizadas no ZAA-SP.....	48
<b>Figura 4.2.</b> Mapas indicando as áreas ADEQUADAS e as áreas ADEQUADAS COM LIMITAÇÕES utilizadas no ZAA-SP.....	50
<b>Figura 4.3.</b> Mapas dos critérios utilizados para a delimitação das áreas INADEQUADAS (A - D) e a delimitação final do limite desta zona no instrumento ZAA-SP (E).....	51
<b>Figura 4.4.</b> Mapas dos critérios utilizados para a delimitação das áreas ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (A - D) e a delimitação final do limite desta zona no instrumento ZAA-SP (E). ....	52
<b>Figura 5.1.</b> Gráfico com os valores comparados de área plantada de cana-de-açúcar no Brasil, na região Centro-Sul e no estado de São Paulo, nas últimas dez safras (2005 - 2015).....	56
<b>Figura 5.2.</b> Áreas protegidas no estado de São Paulo, divididas por categoria de proteção (APAs em destaque dentro do grupo de UUS).....	60
<b>Figura 5.3.</b> Delimitação das zonas nos mapas “iniciais”. <b>A.</b> Mapa MB1; <b>B.</b> Mapa BN1. ....	76
<b>Figura 5.4.</b> Delimitação das zonas nos mapas “intermediários”. <b>A.</b> Mapa MB2; <b>B.</b> Mapa BN2.....	77
<b>Figura 5.5.</b> Delimitação das zonas nos mapas “intermediários”. <b>A.</b> Mapa MB3; <b>B.</b> Mapa BN3.....	78
<b>Figura 5.6.</b> Delimitação das zonas nos mapas “finais”. <b>A.</b> Mapa MB4; <b>B.</b> Mapa BN4.....	79
<b>Figura 5.7.</b> Gráfico das áreas relativas a cada zona nos diversos mapas gerados. ....	84
<b>Figura 5.8.</b> Mapa do ZAA-SP apontando a localização das áreas consideradas para as análises das AIs dos pedidos de licenciamento.....	89

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.1.</b> Etapas de desenvolvimento da pesquisa e os conteúdos abordados.....	18
<b>Quadro 3.1.</b> Determinação dos parâmetros para definição das zonas INADEQUADAS (vermelho) e ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (amarelo) em todos os cenários elaborados. ....	32
<b>Quadro 3.2.</b> Informações sobre as escalas das bases de dados utilizadas nos cenários elaborados. ....	33
<b>Quadro 4.1.</b> Integração entre as etapas de AIA e o instrumento zoneamento ambiental. ....	38
<b>Quadro 5.1.</b> Panorama do setor sucroalcooleiro e a conservação da biodiversidade baseado no modelo DPSIR. ....	55
<b>Quadro 5.2.</b> Panorama DPSIR e desdobramentos para definição de indicadores. ....	70
<b>Quadro 5.3.</b> Pedidos de licenciamento que sofreram alterações de zona para a localização da planta industrial.....	88

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 3.1.</b> Parâmetros de métricas de paisagem utilizados para definição de áreas indicadas para proteção especial pelo Programa Biota/FAPESP. ....	30
<b>Tabela 3.2.</b> Descriminação dos pedidos de licenciamento ambiental considerados para análise de correlação com as zonas desenvolvidas nos diferentes cenários. ....	35
<b>Tabela 5.1.</b> Quantidade de áreas protegidas (em hectares) no estado de S. Paulo e na área de estudo. ....	60
<b>Tabela 5.2.</b> Áreas absolutas e relativas de UCs e da cobertura florestal no estado de São Paulo e na área de estudo, segundo as bases adotadas. ....	63
<b>Tabela 5.3.</b> Total das áreas (em hectares) dos atributos fixos e alterados em cenários desenvolvidos para as áreas INADEQUADAS. ....	74
<b>Tabela 5.4.</b> Total de áreas (em hectares) de cada zona de aptidão para o setor sucroalcooleiro de São Paulo (na região de estudo) nos mapas dos grupos MB e BN. ....	75
<b>Tabela 5.5.</b> Desvios percentuais (%) das áreas totais das zonas delimitadas nos cenários do Grupo MB. ....	83
<b>Tabela 5.6.</b> Desvios percentuais (%) das áreas totais de cada zona dentro dos cenários do grupo BN em relação ao grupo MB. ....	85
<b>Tabela 5.7.</b> Valores das áreas absolutas e relativas das AIs somadas para os 32 pedidos – área total das AIs: 6.400.097, 93ha. ....	89
<b>Tabela 5.8.</b> Comparação das Áreas de Influência (AI) dos empreendimentos com pedidos de licenciamento junto ao órgão ambiental (buffer - 30km). ....	90

## **LISTAS DE SIGLAS**

**ADA – Área Diretamente Afetada**

**AIA – Avaliação de Impacto Ambiental**

**AID – Área de Influência Direta**

**AII – Área de Influência Indireta**

**APA – Área de Proteção Ambiental**

**APP – Área de Proteção Permanente**

**CDB – Convenção de Diversidade Biológica**

**CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**

**EIA – Estudo de Impacto Ambiental**

**IF – Instituto Florestal**

**PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente**

**PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos**

**RAP – Relatório Ambiental Preliminar**

**RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural**

**SMA/SP – Secretaria de Meio Ambiente do estado de São Paulo**

**SIG – Sistema de Informação Geográfica**

**UC – Unidade de Conservação**

**UPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral**

**UUS – Unidade de Conservação de Uso Sustentável**

**ZA – Zoneamento ambiental**

**ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico**

## Sumário

1. Introdução.....	17
2. Objetivos.....	19
2.1. Objetivo geral .....	19
2.2. Objetivos específicos .....	19
3. Material & Métodos .....	20
3.1. Revisão bibliográfica .....	21
3.2. O estudo de caso .....	21
3.2.1. Aplicação do modelo DPSIR no setor sucroalcooleiro de São Paulo .....	23
3.2.2. Elaboração dos cenários comparativos ao ZAA-SP .....	25
3.2.3. Análise dos casos de licenciamento em relação às zonas estabelecidas.....	33
4. Referencial teórico.....	37
4.1. Zoneamento ambiental e instrumentos de políticas ambientais.....	37
4.2. Zoneamento ambiental no Brasil .....	40
4.3. Métodos aplicados à elaboração do zoneamento ambiental e a definição de critérios e indicadores conservacionistas .....	42
4.4. O ZAA-SP como ‘resposta’ aos impactos do setor sucroalcooleiro.....	47
5. Resultados e Discussão.....	54
5.1. “Panorama da Biodiversidade” e relações com o setor sucroalcooleiro.....	54
5.1.1. Força motriz.....	56
5.1.2. Estado da natureza no estado de São Paulo.....	57
5.1.3. Pressões e Impactos sobre a biodiversidade paulista.....	63
5.1.4. Desdobramentos para o desenvolvimento de indicadores.....	69
5.2. Cenários comparativos ao ZAA-SP .....	73
5.2.1. Avaliação das mudanças de parâmetros .....	80
<b>5.2.2.</b> Avaliação das mudanças de escalas .....	84
5.3. Correlação entre cenários elaborados e a definição do tipo de estudo ambiental.....	85
6. Conclusões.....	93

7. Considerações finais .....	96
Referências bibliográficas.....	97
APÊNDICE A .....	118
ANEXO A.....	120



## 1. Introdução

As estratégias de desenvolvimento de atividades agroindustriais precisam estar aliadas às preocupações ambientais, considerando não só aspectos ligados ao desenvolvimento econômico e social, como também aos impactos gerados sobre a diversidade biológica (FAHRIG et al., 2011, GIBSON, 2006, GONTIER; BALFORS; MORTBERG, 2006, SANDERCOCK et al., 2015, SPANGENBERG et al., 2009, TABARELLI et al., 2010).

A tomada de decisões sobre a gestão sustentável da biodiversidade ocorre em todo momento, muitas vezes baseadas em informações limitadas e pressionadas pelo tempo (MANDELIK; DAYAN; FEITELSON, 2005, PRIMACK & RODRIGUES, 2001; VARJABEDIAN, 2010). Exemplo disso são as decisões tomadas nos processos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) desde as etapas de triagem até a decisão de concessão da licença e se seguindo pelas etapas de monitoramento (SÁNCHEZ, 2013).

A biodiversidade possui enorme complexidade, pois envolve a variabilidade genética, entre espécies e de ecossistemas (CDB, 1992). Esta pode ser a razão para que em países que instrumentos de políticas ambientais são regulamentados o tema ainda seja avaliado com enorme superficialidade, quando não são totalmente negligenciados (ATKINSON et al., 2000; GONTIER et al. 2005; KHERA; KUMAR, 2010).

No Brasil, a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) adotou uma série de instrumentos para atingir objetivos voltados à conservação da biodiversidade e ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1981). Uniram-se a ela diversas outras leis, decretos e resoluções voltadas à regulamentação destes instrumentos, como as leis da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, de Resíduos Sólidos e mais recentemente a atualização da lei florestal (BRASIL, 1997a, 2000, 2010, 2012, respectivamente), além de algumas das Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), como a Resolução nº 1, de 1986 e a nº 237, de 1997, que regulamentam a AIA e o licenciamento, respectivamente (BRASIL, 1986, 1997b).

O objeto de análise desta pesquisa é o zoneamento ambiental (ZA) e seu papel de apoio ao desenvolvimento dos processos de licenciamento ambiental. No Brasil, estes processos estão ligados diretamente a AIA, onde cada estágio destes processos pode usufruir das vantagens atribuídas ao desenvolvimento de zoneamentos, desde as etapas de triagem (*screening*), como ocorre no estudo de caso apresentado nesta pesquisa, até o

desenvolvimento de planos e programas de monitoramento ou para compensação e mitigação de impactos.

O trabalho foi desenvolvido em duas partes com abordagens diferentes em relação ao tema de pesquisa (Quadro 1.1). A primeira parte do trabalho se trata de um levantamento do referencial teórico relacionado ao potencial do zoneamento ambiental (ZA) como instrumento de ordenamento territorial e para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas. Já na segunda etapa, toda baseada no estudo de caso aplicado, desenvolveu-se um panorama (baseado no modelo ‘Força motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta’ – DPSIR, do acrônimo em inglês) visando ao reconhecimento de temas pertinentes à conservação da biodiversidade, e seus possíveis indicadores, para serem agregados ao desenvolvimento de novos ZAs sobre o estudo de caso.

Ainda nesta segunda parte houve o desenvolvimento das análises espaciais, procurando avaliar como o “Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo” (ZAA-SP) pode interferir em (e ser influenciado por) temas relacionados à conservação da biodiversidade. Estas análises foram feitas para avaliar os critérios adotados pelo ZAA-SP quanto a suas bases de dados e escalas de levantamento, além de buscar incorporar novos parâmetros pertinentes à relação entre o setor e a diversidade biológica para desenvolver os cenários comparativos.

Considerando o que foi apontado pela Resolução nº 88/2008 sobre a localização de novas unidades industriais do setor sucroalcooleiro, foram feitas correlações espaciais entre a localização de novos empreendimentos do setor nestes novos mapas e no mapa do ZAA-SP com o tipo de estudos ambientais aplicados aos processos de licenciamento levantados junto ao órgão ambiental do estado. A partir das análises do estudo de caso, serão feitas observações e recomendações acerca da atuação do instrumento ZA na tomada de decisão.

**Quadro 1.1.** Etapas de desenvolvimento da pesquisa e os conteúdos abordados.

ETAPA	SUB-ETAPAS
<b>Referencial Teórico</b>	Levantamento de informações sobre o desenvolvimento de zoneamentos ambientais e diretrizes metodológicas voltadas à conservação da biodiversidade.
	Contextualização sobre os zoneamentos ambientais no Brasil e a integração com outros instrumentos da PNMA.
<b>Estudo do caso</b>	Avaliação de critérios utilizados no ZAA-SP e discussão sobre novos critérios e indicadores.
	Adequação do instrumento aos novos parâmetros apontados pelo conhecimento científico e com bases atualizadas disponíveis.
	Correlação entre o ZAA-SP e a localização de novos processos de licenciamento ambiental

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar como os métodos, os temas e os critérios aplicados no desenvolvimento de zoneamentos ambientais influenciam em outros instrumentos de políticas ambientais quanto à conservação da biodiversidade, tal como em etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e de licenciamento ambiental de atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar o conhecimento científico acerca da inclusão de critérios ecológicos em zoneamentos ambientais e outros instrumentos de políticas ambientais, incluindo bases legais e escolhas metodológicas;
- Avaliar o potencial e as implicações da adoção de ZAs como estratégia de ordenamento de atividades agroindustriais causadoras de significativos impactos ao meio ambiente, com foco na conservação da biodiversidade;
- Propor a adaptação de indicadores e parâmetros do zoneamento ambiental utilizado como estudo de caso para obtenção de respostas mais conservacionistas diante do seu papel nos processos de licenciamento ambiental.

### 3. Material & Métodos

A metodologia para avaliação da integração entre o ZA e o licenciamento foi baseada em uma revisão bibliográfica acerca dos objetos desta pesquisa e aplicação de um estudo de caso. O referencial teórico foi elaborado como etapa inicial e serviu de base para as outras etapas do trabalho. Procurou-se analisar as potencialidades e fragilidades do ZA como instrumento de planejamento territorial, os aspectos legais, as diretrizes metodológicas e a integração com outros instrumentos de políticas ambientais, com foco na conservação da biodiversidade.

O estudo de caso se baseou no zoneamento realizado para ordenar a expansão do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo, correlacionando diferentes critérios e indicadores sobre conservação da biodiversidade associados a critérios agroambientais (SÃO PAULO, 2008a). Trata-se de um exemplo em que conhecimentos científicos derivados de dados secundários foram utilizados como base para a definição de critérios ambientais e posterior delimitação de zonas de aptidão para o desenvolvimento do setor, com influências na tomada de decisão, em que funciona como instrumento de apoio às etapas de triagem de AIA e do licenciamento ambiental estadual (SÃO PAULO, 2008b).

O ZAA-SP define o tipo de estudo ambiental a ser elaborado de acordo com a localização do empreendimento no seu mapa final, além de definir ações de prevenção, compensação e mitigação específicas (SÃO PAULO, 2008b). Como benefícios para o panorama atual do licenciamento ambiental no Brasil, considera-se que as conclusões extraídas neste estudo servirão não só para o aprimoramento do ZAA-SP, mas também para outros contextos de planejamento que se almejam a conservação da diversidade biológica, principalmente por se tratar de um bom exemplo da integração entre pesquisa científica e dois instrumentos da PNMA.

A partir de dados e informações secundários disponíveis para o desenvolvimento de políticas públicas, foram elaboradas análises espaciais pertinentes ao desenvolvimento de um zoneamento agroambiental mais eficiente em termos de conservação biológica. Buscou-se o aprimoramento do ZAA-SP, primeiramente pelo refinamento das escalas espaciais dos indicadores considerados, e posteriormente com a inclusão de parâmetros e critérios apontados pelo conhecimento científico e evidenciados pelo panorama desenvolvido.

Finalmente, foi possível a comparação entre os diversos cenários e a localização de novos pedidos de licenciamento protocolados no órgão ambiental do estado de São Paulo.

### **3.1. Revisão bibliográfica**

O referencial teórico apresentado na Seção 4 foi elaborado com o objetivo de enfatizar as características do instrumento zoneamento ambiental em relação a sua aptidão como instrumento de planejamento (e, posteriormente, aplicar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento do estudo de caso), principalmente auxiliando o processo de tomada de decisão quanto ao desenvolvimento de atividades econômicas potencialmente causadoras de impactos ambientais.

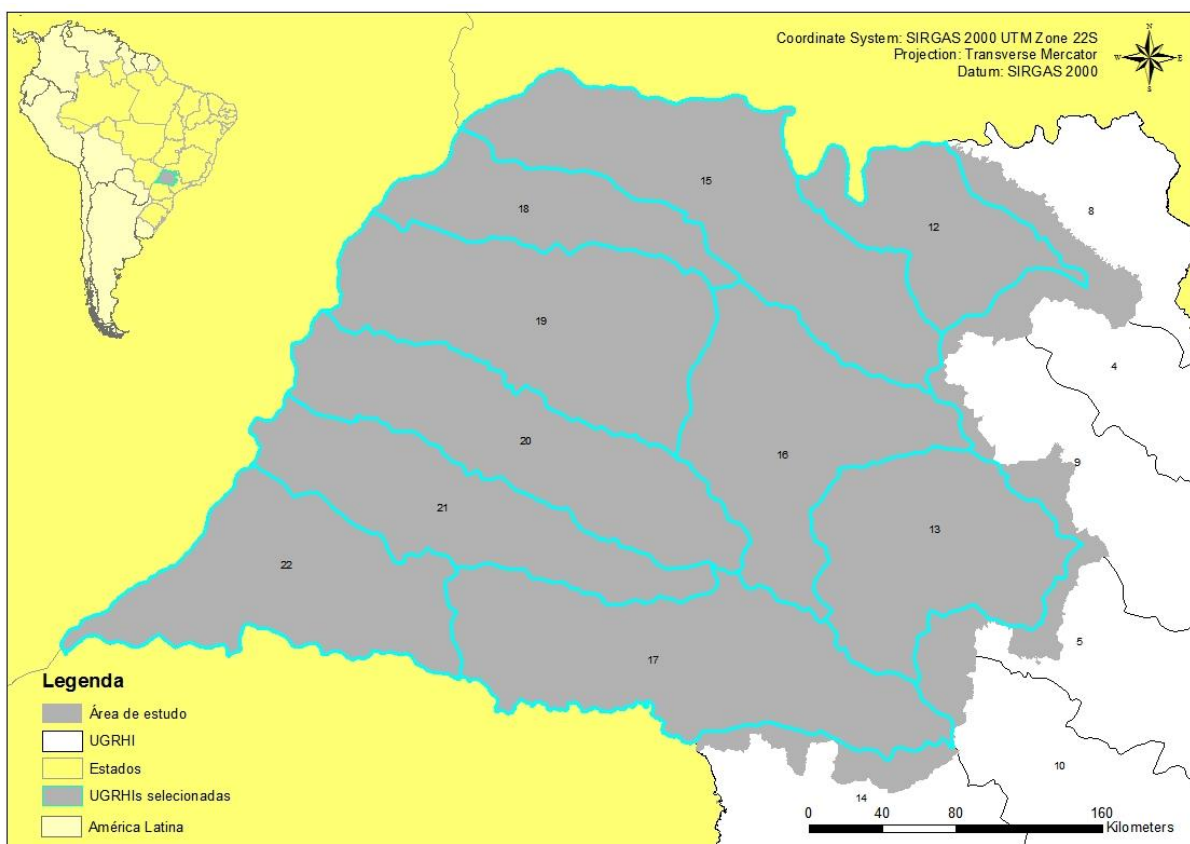
Esta etapa da pesquisa possui caráter descritivo e exploratório, com vistas ao levantamento de bases teóricas e legais sobre a utilização do zoneamento ambiental (ZA) como instrumento de política ambiental. Esta contextualização é, portanto, uma etapa primordial para o desenvolvimento das análises espaciais do estudo de caso, que considerou as recomendações e melhores práticas apontadas por ela e que serviram de base para o alcance do objetivo geral desta pesquisa.

### **3.2. O estudo de caso**

A atual taxa de perda de biodiversidade vem aumentando a um ritmo sem precedentes na história, sendo ainda mais acentuada em áreas urbanas onde há altos níveis de fragmentação e alterações intensas no uso do solo (GORDON et al., 2009, TABARELLI; GASCON, 2005). O estado de São Paulo é um dos estados brasileiros mais populosos e com a maior devastação da vegetação nativa, com uma cobertura vegetal atual que equivale a somente 17% do seu território (IF, 2010), o estado enfrenta o que é considerado o maior obstáculo para conservação: a distância entre os fragmentos existentes e a ausência de corredores ecológicos que permitam uma maior conectividade e um melhor deslocamento de espécies pelo espaço. Este cenário é tecnicamente pior em termos de conservação na região de aplicação das análises.

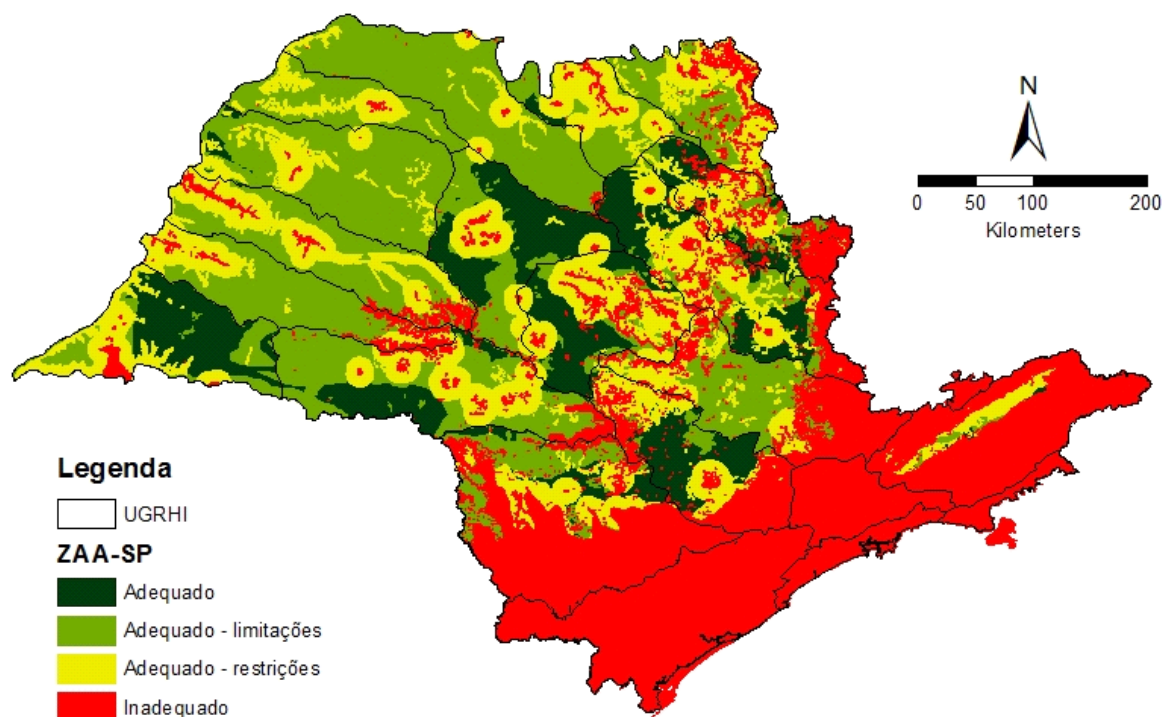
A área de estudo em que se realizaram as análises espaciais corresponde ao território das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) da região Noroeste do estado de São Paulo correspondentes às bacias hidrográficas do Baixo Pardo-Grande (12), Tietê-Jacaré (13), Turvo-Grande (15), Tietê-Batalha (16), Médio-Paranapanema (16), São José dos Dourados (18), Baixo-Tietê (19), Peixe (20), Aguapeí (21) e Pontal do Paranapanema (22), sendo que foram respeitadas ainda as fronteiras das cidades limítrofes às bordas destas UGRHIs (Figura 3.1). Totalizou-se uma área de interesse de 13.377.512,92ha.

Esta região foi escolhida por ocorrer aí a maior expansão do cultivo de cana-de-açúcar no estado (FILOSO et al., 2015, RUDORFF et al., 2010). Ela ainda engloba regiões vizinhas a áreas reconhecidamente monocultoras, como a região de Ribeirão Preto, no Noroeste do estado. Além disso, a maior parte da área que ficou fora das análises possui restrições edafoclimáticas ou já são regiões com a cultura da cana-de-açúcar bastante consolidada em seus limites, como pode ser visto no mapa final do ZAA-SP (Fig. 3.2).



**Figura 3.1.** Delimitação da área de estudo.

### Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro - SP



**Figura 3.2.** Mapa final do “Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo”. *Fonte:* SMA-SP.

Dentro do desenvolvimento deste estudo de caso foram realizadas três etapas: (i) desenvolvimento de um panorama sobre a biodiversidade e o setor avaliado - subseção 3.2.1; (ii) elaboração de cenários alternativos – subseção 3.2.2; e (iii) avaliação da influência dos critérios adotados no processo de licenciamento ambiental – subseção 3.2.3.

#### 3.2.1. Aplicação do modelo DPSIR no setor sucroalcooleiro de São Paulo

Esta etapa para seleção de critérios e possíveis indicadores ambientais foi baseada em revisão bibliográfica de temas pertinentes a cada fator do modelo ‘Força motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta’, do inglês ‘*Driven forces-Pressure-State-Impact-Response*’ (DPSIR). O método DPSIR aplicado ao estudo de caso é uma das diversas ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de sistemas de indicadores ambientais, aqui utilizado para descrever as relações causais entre as atividades do setor sucroalcooleiro de São Paulo (com foco nas atividades agrícolas) e temas relacionados à conservação da biodiversidade. O

objetivo foi a elaboração de um “Panorama da Biodiversidade”, buscando o levantamento de possíveis critérios sobre conservação da biodiversidade negligenciados na elaboração do ZAA-SP e a discussão quanto ao desenvolvimento e acompanhamento de indicadores relacionados.

Apesar de Maxim et al. (2009) não considerarem o método DPSIR capaz de abordar aspectos sociais e políticos, associando-o a outros métodos para uma melhor consideração de aspectos multidisciplinares, dentro da proposta deste estudo a aplicação do modelo foi considerada adequada ao objetivo, que é o de correlacionar uma atividade econômica em crescimento e seus impactos sobre a diversidade biológica.

O delineamento de novas restrições ambientais, evidenciadas pelas características das atividades do setor, permitirá aos responsáveis pela tomada de decisão um melhor entendimento sobre o cenário atual de expansão da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais. Mais que isso, espera-se que os desdobramentos destas análises permitam gerar o aprimoramento do instrumento vigente, bem como o seu papel de apoio à definição de diretrizes de avaliação quanto à localização de novos empreendimentos.

As subseções estão divididas com o objetivo de responder:

- i. Por que a expansão da cultura de cana-de-açúcar está acontecendo? - "Forças motrizes (D)";
- ii. Como estão as condições do meio ambiente e da biodiversidade no território paulista? – “Estado (S) da natureza em São Paulo”;
- iii. Quais são as características da cadeia produtiva do setor canavieiro que afetam os padrões ecológicos e quais as consequências? – “Pressões (P)” e “Impactos (I) sobre a biodiversidade”; e,
- iv. Quais foram as considerações do ZAA-SP sobre o tema conservação da biodiversidade? – “ZAA-SP como ‘Resposta’ (R) aos impactos sobre o meio e sua biodiversidade”.

Esta última pergunta é abordada no referencial teórico (seção 4), como base para as outras respostas e análises, enquanto as perguntas i, ii e iii são parte dos resultados do “Panorama da Biodiversidade”.



### 3.2.2. *Elaboração dos cenários comparativos ao ZAA-SP*

A atualização de instrumentos voltados ao planejamento ambiental deve acompanhar a evolução do conhecimento científico e das ferramentas de planejamento (e.g. sistemas de informação). Ao elaborar as diretrizes baseadas em métricas da paisagem que foram utilizadas para o desenvolvimento do ZAA-SP, enfatizou-se (METZGER et al., 2008, pág. 128):

Ademais, o procedimento adotado é sistemático, objetivo e replicável, permitindo novas análises a partir da definição de novos critérios de corte nos valores de área e proximidade, ou a partir de inclusão de novos índices estruturais.

Desta forma, em que se considere uma maior adaptação aos temas abordados em cada instrumento que utiliza estas informações, a adoção de novos parâmetros acompanhando o desenvolvimento de novas bases de dados ambientais é um passo inerente à elaboração de instrumentos para o planejamento ambiental, sejam estas voltadas a atividades econômicas específicas, ou mesmo com o objetivo de planejamento em conservação da biodiversidade (OECD, 2003, SANTOS, 2004).

Dentre os temas que fazem parte do instrumento ZAA-SP foram escolhidos três deles para o desenvolvimento desta etapa: áreas protegidas, cobertura florestal<sup>1</sup> e declividades do terreno. Os dois primeiros estão relacionados aos indicadores de ‘estado’ dentro do modelo DPSIR, enquanto o último pode representar uma característica de ‘estado’ do território, ou seja, como é a topografia de determinada área de estudo, porém em nosso estudo de caso este indicador é também fator de ‘pressão’ para a biodiversidade, já que valores acentuados de declividades influenciam no processo produtivo do setor em questão (detalhes na Seção 5.1), gerando consequências para a gestão da paisagem.

A opção por utilização destes três critérios é justificada pela disponibilidade de dados secundários referentes a estes atributos em escalas mais refinadas que a utilizada no instrumento original. Ressalta-se que o objetivo desta pesquisa não foi o levantamento de dados primários sobre biodiversidade e outros aspectos ecológicos. Ao contrário, a intenção foi avaliar as possibilidades de desenvolvimento de instrumentos de política ambiental, no caso um zoneamento, baseado em dados secundários já existentes e disponibilizados por

---

<sup>1</sup> Este atributo foi indiretamente utilizado, já que ele é a base para o cálculo de métricas da paisagem, tal qual aquelas apontadas pelo Programa Biota/FAPESP.

instituições públicas e privadas, muitos dos quais já são utilizados como linhas de base para o desenvolvimento de políticas públicas.

Foram considerados para a variação da definição dos mapas alternativos apenas os indicadores relacionados a áreas consideradas INADEQUADAS (áreas em vermelho no mapa final) ou ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (áreas em amarelo no mapa final), visto que, devido ao método aplicado na elaboração do ZAA-SP e replicado nesta pesquisa, as áreas ADEQUADAS e ADEQUADAS COM LIMITAÇÕES (áreas em tons de verde no mapa final) variaram apenas em relação às definições das primeiras zonas, que por serem mais restritivas, sobrepuseram estas últimas (Fig. 3.4 e 4.1).

Elaboraram-se, ao todo, oito (8) cenários com mapas alternativos ao ZAA-SP. Quatro destes cenários utilizaram a mesma base de dados do ZAA-SP, doravante agrupados como “MB” (Mesma Base), e os outros quatro cenários utilizaram novas bases de dados disponíveis para os critérios avaliados, doravante nomeados de grupo “BN” (Bases Novas). A comparação entre estes dois grupos (MB e BN) permitiu determinar a influência que a utilização de escalas mais refinadas de critérios selecionados tem na delimitação das zonas dentro do instrumento<sup>2</sup> e, conseqüentemente, comparar as possíveis conseqüências sobre as decisões tomadas, neste caso aquelas referentes à etapa de triagem dos processos de licenciamento ambiental de novos empreendimentos do setor sucroalcooleiro e de sua expansão agrícola.

Já dentro dos grupos, as análises feitas buscaram a adaptação dos critérios do instrumento original a parâmetros levantados pelo panorama DPSIR, com objetivo de se incorporar ao instrumento o conhecimento científico acerca da conservação de biodiversidade e impactos ambientais do setor. Em ambas as análises, intergrupos para avaliação da influência das escalas e intragrupos para alteração de parâmetros dos indicadores, o desvio percentual no tamanho das zonas em relação ao ZAA-SP (instrumento original) foi o parâmetro para cálculo da influência das alterações no zoneamento de cada cenário.

Os quatro mapas (cenários) dentro de cada grupo, numerados de 1 a 4, apresentam as seguintes características:

---

<sup>2</sup>As comparações entre os grupos MB e BN respeitaram as respectivas características dos cenários, ou seja, compararam-se mapas com a mesma numeração.

- Mapas “*iniciais*” – MB1 e BN1: Cenários em que se respeitaram os parâmetros adotados pelo ZAA-SP;
- Mapas “*intermediários*” MB2 e BN2: Cenários com critérios mais rigorosos para o indicador de áreas protegidas (estado);
- Mapas “*intermediários*” MB3 e BN3: Cenários com critérios mais rigorosos para o indicador de áreas com restrição à colheita mecânica (pressão);
- Mapas “ *finais*” MB4 e BN4: Cenário "ideal" com critérios mais rigorosos para ambos os atributos considerados.

Desta forma, os “mapas iniciais” dos grupos MB e BN se caracterizam pela tentativa de reprodução do instrumento original, o ZAA-SP, com uma importante ressalva para a adoção dos indicadores provenientes do Programa Biota/FAPESP.

As áreas apontadas no texto da Resolução SMA-SAA 04, de 2008, como “áreas de importância biológica para conservação” e “áreas prioritárias para incremento da conectividade” são baseadas em dois mapas-síntese, os quais são produtos diretos do Programa Biota/FAPESP voltados a ações em conservação da biodiversidade no estado de São Paulo (METZGER; RODRIGUES, 2008 – Fig. 3.3). Respectivamente, estas áreas se referem aos mapas intitulados “Síntese temática das áreas indicadas para criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação” e “Síntese temática das áreas indicadas para incremento da conectividade (Reserva Legal, Reserva Particular do Patrimônio Natural e Ampliação da Restauração de Matas Ciliares)”.

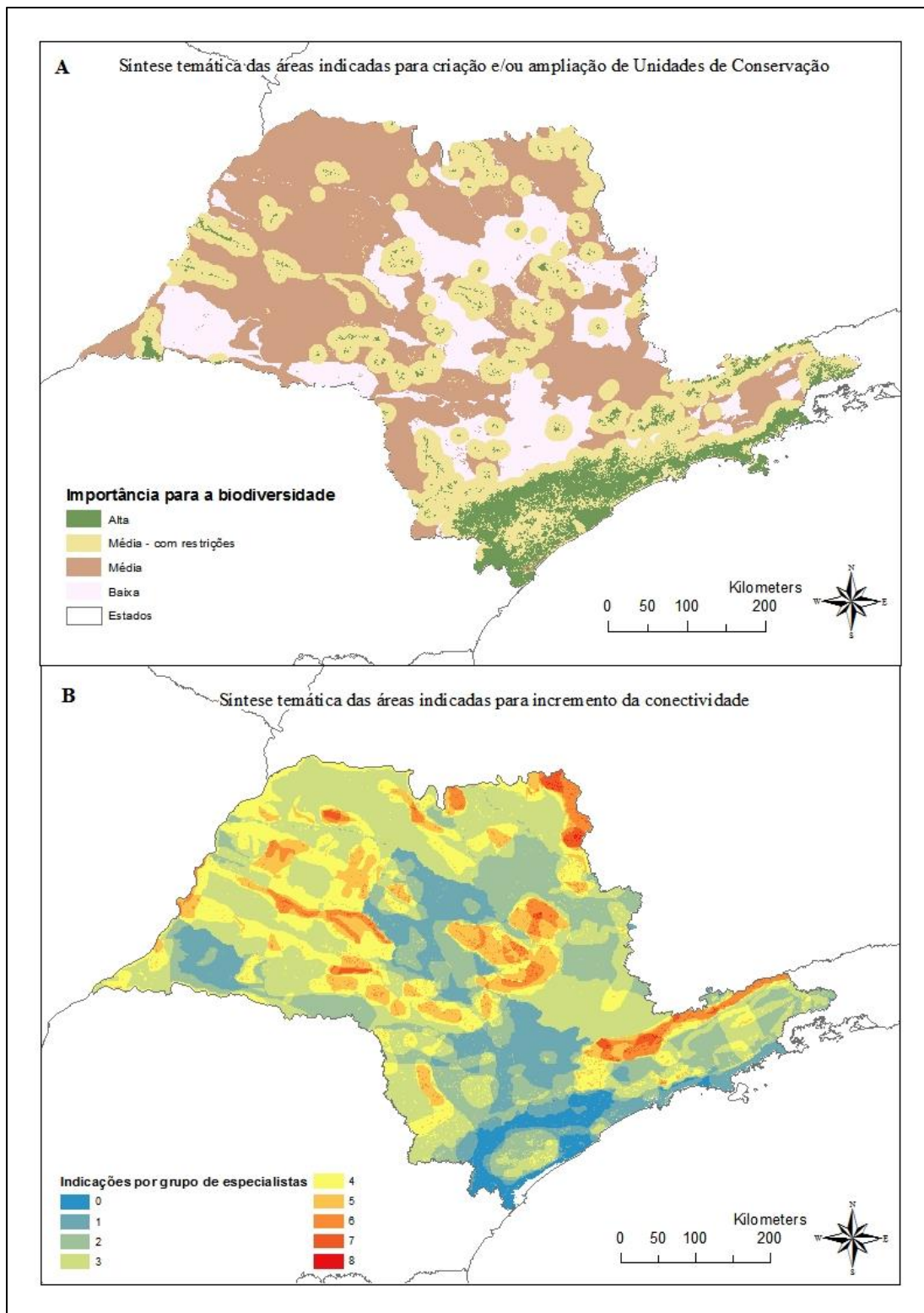
Estes mapas classificam a importância destas áreas proporcionalmente ao número de indicações que estas acumulavam de grupos de especialistas em sete (7) grupos taxonômicos mais um grupo de especialistas em Ecologia de Paisagem<sup>3</sup>. Por se tratar de uma metodologia que envolveu a participação de muitos especialistas, a reprodução destas abordagens se torna difícil, se não impossível.

Diante disto, optou-se no desenvolvimento dos cenários que o indicador de “Áreas Protegidas Indicadas” (Quadro 3.1) seria baseado somente nos critérios originados do capítulo

---

<sup>3</sup> Os especialistas indicaram os fragmentos que consideravam importantes para cada tema (estabelecimento de novas áreas protegidas e para o estabelecimento de corredores ecológicos). Aquelas áreas com maior número de indicações eram então consideradas prioritárias de acordo com as ponderações para cada grupo taxonômico e fitofisionomia. Detalhes em METZGER; RODRIGUES, 2008.

relativo ao grupo de especialistas em Ecologia da Paisagem do relatório do Biota/FAPESP para diretrizes de conservação em São Paulo (METZGER et al., 2008).



**Figura 3.3.** Mapas-síntese derivados do Programa Biota/FAPESP. **A.** Áreas indicadas para o estabelecimento de novas áreas protegidas de proteção integral; **B.** Áreas indicadas para o incremento da conectividade em terras privadas. *Fonte:* Programa Biota/FAPESP (METZGER; RODRIGUES, 2008).

A utilização de características estruturais da paisagem é uma alternativa para a rápida inclusão de aspectos ecológicos nos processos de tomada de decisão (KOBLOITZ et al., 2011, METZGER, 2001). Isto porque o planejamento da conservação da biodiversidade baseada em abordagens sobre espécies (riqueza, abundância, comportamento), apesar de eficiente requer um esforço maior de coleta de informações (BANKS-LEITE et al., 2011), sem mencionar a complexidade e a grande variabilidade de fatores de interação entre espécies e ecossistemas (DRAY et al., 2012).

Não obstante, a falta de dados biológicos sistematizados e confiáveis ainda é um problema para o desenvolvimento de políticas e ações em conservação. Tanto que a disponibilização destas informações pelo Programa Biota/FAPESP tem servido como linha de base para diversas diretrizes apontadas em leis e resoluções específicas de meio ambiente no estado, por exemplo, para a autorização de supressão de árvores (SÃO PAULO, 2009).

Desta forma, na busca por critérios de biodiversidade e diante da lacuna de informação em relação à presença e à ausência de espécies em determinadas áreas, a opção pode ser a utilização de parâmetros (métricas) apontados por análises de estrutura da paisagem para inferência de qualidade ambiental (METZGER, 2001, METZGER et al., 2008, REMMEL; FORTIN, 2013).

No caso das diretrizes para conservação apontadas pelo Programa Biota/FAPESP foram consideradas três categorias de fragmentos para definição de prioridades de ação baseadas em duas características estruturais dos remanescentes: o tamanho (área absoluta) e o seu isolamento (métrica de conectividade “Proximidade” – PROX). Os fragmentos das categorias A e B (fragmentos grandes e fragmentos médios com conectividade média, respectivamente) eram indicados para o estabelecimento de novas UPIs e os de categoria C (fragmentos pequenos com conectividade alta) para a restauração de áreas degradadas em APPs ou estabelecimento de Reservas Legais e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), aumentando a conectividade da paisagem fora das áreas protegidas de domínio público<sup>4</sup> (Tabela 3.1).

---

<sup>4</sup> Apesar de no SNUC (BRASIL, 2000) haver Unidades de Conservação de domínio privado, a maioria das figuras protetivas em suas categorias são de domínio da União, estados e/ou municípios.

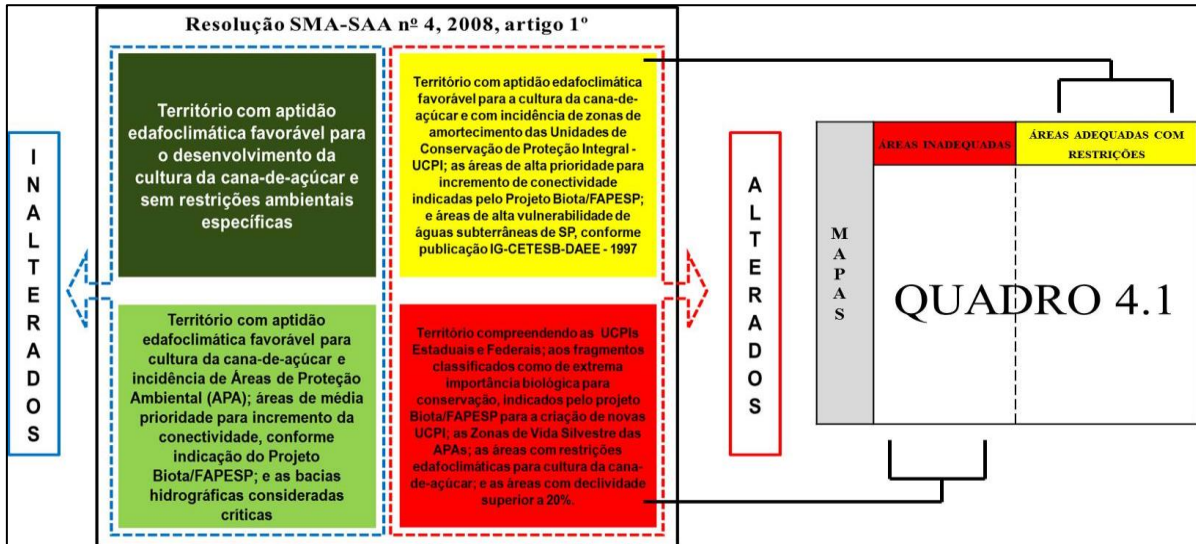
**Tabela 3.1.** Parâmetros de métricas de paisagem utilizados para definição de áreas indicadas para proteção especial pelo Programa Biota/FAPESP. **Regras A e B:** áreas sugeridas para criação de nova Unidade de Conservação de Proteção Integral; **Regra C:** fragmentos sugeridos para serem priorizados em ações de incremento de conectividade. *Fonte:* METZGER et al., 2008.

CLASSE	Regra	Área mínima (ha)	Área máxima (ha)	Proximidade mínima
<b>Floresta Ombrófila Densa</b>	A	3000	1320000	0
	B	1000	3000	0,4
	C	100	1000	0,5
<b>Floresta Ombrófila Mista</b>	A	500	11000	0
	B	200	500	0,5
	C	30	200	0,7
<b>Floresta Estacional</b>	A	2000	36000	0
	B	200	2000	0,3
	C	30	200	0,4
<b>Formações Savânicas</b>	A	1000	10330	0
	B	200	1000	0,25
	C	30	200	0,35
<b>Restinga/mangue</b>	A	1000	30120	0
	B	100	1000	0,5
	C	30	100	0,7

A opção pela utilização destas métricas de paisagem para definição das áreas indicadas é equivalente às determinações de áreas de ‘alta importância biológica para a biodiversidade’ (regra A e B) e às áreas de ‘alta importância para o incremento da conectividade’ (regra C) (SÃO PAULO, 2008a). Isto é essencial, visto que a intenção é reproduzir os mesmos critérios do ZAA-SP para que não haja restrições à comparação entre as escalas dos mapas e para a variação de parâmetros dos indicadores. Daí também a relevância de se comparar os resultados do cenário ideal com os mapas iniciais, assim evitando argumentos contra os métodos adotados pra definição destes indicadores.

O Quadro 3.1 apresenta os critérios e parâmetros utilizados na delimitação das áreas INADEQUADAS e ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES em cada mapa elaborado. Nestes mapas foram ainda acrescentados os outros critérios que não variaram em nossas análises (Fig. 3.4). Incluem-se, no caso das áreas ‘inadequadas’, as áreas com nenhuma aptidão

edafoclimática para a cana-de-açúcar. Já as áreas ‘adequadas com restrições’ incluem ainda as áreas com pequenas restrições edafoclimáticas e as áreas de vulnerabilidade de aquíferos, além das Áreas de Proteção Ambiental<sup>5</sup> (APA) nos cenários “ideais” – MB4 e BN4.



**Figura 3.4.** Fluxograma representando as variações dos critérios e indicadores utilizados nas análises espaciais.

Todas as análises foram realizadas no programa de Sistema de Informações Geográficas (SIG) denominado ArcGIS®, versão 10.2 (ESRI, 2013). As ferramentas utilizadas estão descritas a seguir, de acordo com o objetivo a ser alcançado. Para todos os dados foi utilizado o *Datum* SIRGAS 2000, projeção UTM (Universal Transversa Mercator).

O cálculo da variável proximidade (PROX) foi feito para o grupo BN utilizando a extensão do ArcGIS® denominada V-Late (Vector based Landscape Analysis Tool, versão 2.0 beta) e normalizadas para os valores de 0 a 1 (ferramenta *Rank*, ArcGIS®). Estes valores não necessitaram ser calculados para o grupo MB, pois a base de dados do Programa Biota/FAPESP já disponibilizou os valores calculados de PROX para a base de dados do instrumento original.

Para as classes de declividade, no grupo MB foram geradas classes de declividades a partir dos dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) do estado de São Paulo, provenientes do Projeto TOPODATA (projeção horizontal de 90m), utilizando a ferramenta *Surface Slope* do ArcGIS®. Mesma ferramenta utilizada para o grupo BN, com a diferença de que o MDE

<sup>5</sup> As APAs são uma categoria diferenciada de UC, geralmente abrangendo grandes áreas e com múltiplos usos do solo em seus limites, incluindo propriedades privadas e atividades econômicas.

gerado partiu das curvas de nível do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Geográfico Geológico (IGG) e Departamento de Serviços Geográficos do Exército, na escala 1:50.000 (projeto GISAT) com projeção horizontal 30m. Outras ferramentas do programa de SIG foram utilizadas, tais como:

- *Buffer* – para geração das zonas de amortecimento;
- *Overlay, Union e/ou Merge* – para as sobreposições entre as diversas camadas de atributos (*layers*), dependendo da etapa e objetivo.

As bases de dados de áreas protegidas não são necessariamente de escalas diferentes, porém as bases de dados utilizadas no grupo BN apresentam informações mais completas e atualizadas das UCs existentes na área de estudo, por isso foi adotada para este grupo.

**Quadro 3.1.** Determinação dos parâmetros para definição das zonas INADEQUADAS (vermelho) e ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (amarelo) em todos os cenários elaborados.

Mapas	Áreas inadequadas			Áreas adequadas com restrições	
	Áreas Protegidas indicadas	Áreas Protegidas existentes*	Declividades		
- MB1 - BN1	Critérios A e B	UPI	>20	Zonas de amortecimento <sup>6</sup> de áreas indicadas pelos critérios A e B + fragmentos indicados pelo critério C	Zonas de amortecimento das UPIs
- MB2 - BN2	Critérios A, B e C	UPI + UUS	>20	Zonas de amortecimento de áreas indicadas pelos critérios A e B	Zonas de amortecimento das UPIs
- MB3 - BN3	Critérios A e B	UPI	>12	Zonas de amortecimento de áreas indicadas pelos critérios A e B + fragmentos indicados pelo critério C	UUS + (zonas de amortecimento das UPI)
-MB4 -BN4	Critérios A, B e C	UPI + UUS	>12	Zonas de amortecimento de áreas indicadas pelos critérios A e B	Zonas de amortecimento das UPI e zonas de amortecimento das UUS** + APAs

\*Não inclui APA na soma das áreas; \*\*Por regulamento, APA e RPPN não possuem zonas de amortecimento.

<sup>6</sup> Por motivações analíticas, adotou-se o tamanho das zonas de amortecimento segundo a Res. CONAMA nº 13/90 (utilizada também no ZAA-SP), que determinava o valor de 10km para as UCs que não tivessem planos de manejo. No entanto esta resolução foi revogada em 2010 pela Res. CONAMA nº 428, que baixou este valor para 3km.



Os grupos MB e BN possuem diferentes escalas de dados sobre os indicadores considerados (Quadro 3.2), permitindo comparações entre eles para a avaliação da influência das escala espacial na delimitação final das zonas, desde que estes mapas tenham a mesma característica de elaboração (Quadro 3.1). Ou seja, as comparações entre os desvios percentuais das áreas absolutas de cada zona foram feitas somente entre mapas de mesmo número, para que as alterações de parâmetros não influenciassem nos resultados.

**Quadro 3.2.** Informações sobre as escalas das bases de dados utilizadas nos cenários elaborados.

Grupos	Áreas Protegidas indicadas		Áreas Protegidas* existentes		Declividades
	Fonte	Escala	Fonte	Escala	Fonte
<b>MB</b>	KRONKA et al., 2005	<b>1:50.000</b>	Programa Biota/FAPESP	<b>1:250.000</b>	TOPODATA (IBGE)
<b>BN</b>	Instituto Florestal, 2010	<b>1:25.000</b>	IUCN-WDPA	<b>1:50.000</b>	MDE - IGC

\*As escalas de referência da WDPA (UNEP-WCMC, 2015) não são designadas pela fonte devido ao grande número de colaboradores, no entanto foi utilizada por ser uma base mais completa de informações em relação à base utilizada no ZAA-SP.

Já a avaliação dos cenários dentro de cada grupo possibilita a investigação quanto à definição de parâmetros mais restritivos para os indicadores considerados. Estes cenários foram estabelecidos para comparação entre o mapa original do ZAA-SP (mapas 1 dos grupos MB e BN) e cenários em que se variaram as ‘regras’ para definição dos valores dos indicadores selecionados (Mapas 2, 3 e 4 dos grupos MB e BN) (Quadro 4.1). Desta forma, baseado nos desvios percentuais das áreas absolutas de cada zona nos ZAs alternativos, foi possível observar a influência de cada indicador para a sua delimitação.

### 3.2.3. Análise dos casos de licenciamento em relação às zonas estabelecidas

A definição pelo tipo de estudo ambiental a ser apresentado pelo proponente de uma nova unidade sucroalcooleira no estado deve considerar a localização desta em relação ao ZAA-SP (SÃO PAULO, 2008b). Atualmente no estado de São Paulo o processo de

licenciamento inicia-se com a apresentação do Estudo Ambiental Simplificado (EAS), com posterior elaboração de um Relatório Ambiental Preliminar (RAP), mais simples em termos de dados e avaliações que um Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), que pode ser exigido caso o órgão ambiental ache necessário (SÃO PAULO, 2014). Este último é um estudo mais completo e, por essa razão, mais dispendioso em termos de custos e tempo (MANDELIK et al., 2012).

Importante frisar que a avaliação do processo de licenciamento por meio de RAP não exclui a necessidade de elaboração de EIA/RIMA, podendo o órgão ambiental dispensar a elaboração deste último quando julgar conveniente ou suficiente as informações do primeiro (SÃO PAULO, 1994, 2004, 2014). Em decorrência do papel atribuído ao ZAA-SP, áreas menos restritivas segundo os limites de suas zonas servem como base para que a localização de novos empreendimentos possa ser avaliada somente por RAPs.

Desta forma esta fase relacionou o tipo de estudo ambiental apresentado com a localização de novos empreendimentos nos oito (8) cenários gerados pela análise anterior e comparados com o ZAA-SP. Consideraram-se os pedidos de licenciamento ambiental de novas usinas e de expansão de existentes protocolados no órgão ambiental do estado, CETESB, no período de 2009 a 2013 (período posterior ao ZAA-SP).

Segundo a Resolução SMA 88/2008, o tipo de estudo a se apresentar deve considerar a localização geográfica das unidades industriais no mapa original. Assim, a localização destes pedidos (32) foi sobreposta aos mapas para verificar se o tipo de estudo designado deveria ter sido mesmo aquele em relação às diretrizes apontadas pela legislação aplicável (SÃO PAULO, 2006, 2008b).

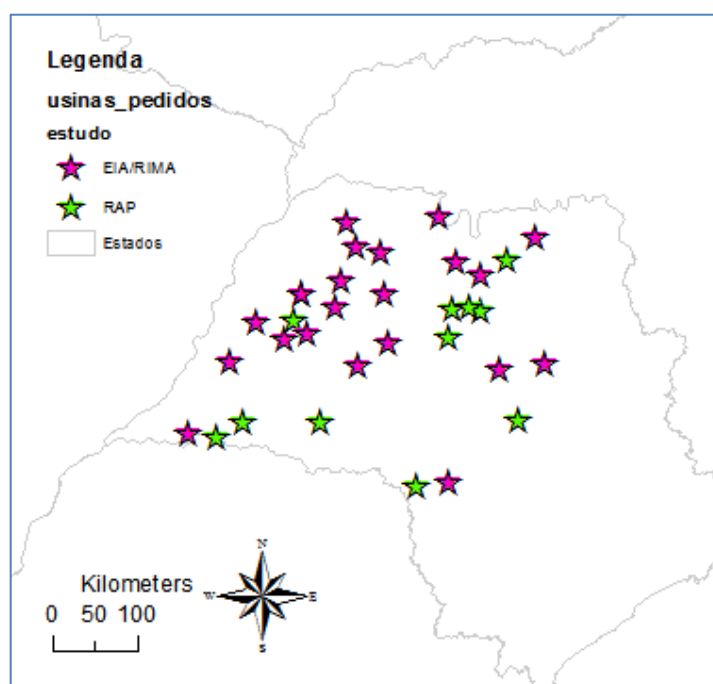
Para propósitos analíticos e baseado nas diretrizes legais do ZAA-SP e nas características de sua elaboração, esta etapa considerou que:

- zonas 'inadequadas' não devem ser alocadas para novos empreendimentos, tal qual no zoneamento original;
- as zonas 'adequadas com restrições' devem utilizar os EIA/RIMAs como tipo de estudo avaliativo, visto que, dentro do zoneamento aplicado, estas são as zonas mais restritivas que ainda permitem o desenvolvimento do setor, inferindo uma maior sensibilidade destas áreas para o desenvolvimento de atividades agroindustriais, principalmente no entorno das UCs;
- os empreendimentos localizados nos outros dois tipos de zonas podem ser avaliados por RAPs, desde que se reconheçam as ameaças a ambientes sensíveis dentro das áreas de influência de cada empreendimento localizado nestas zonas, bem como outros riscos

ao meio ambiente e à biodiversidade, o que mais uma vez realça a necessidade de refinamento do instrumento.

A Resolução SMA nº 88 aponta que, além das unidades industriais, as áreas de plantio também devem ser avaliadas (SÃO PAULO, 2008b, art.1º). Para isso foram feitas a sobreposição de “áreas de influência”<sup>7</sup> destes pedidos para cálculo da diferença entre os cenários elaborados e o ZAA-SP com relação à expansão da atividade agrícola. Considerou-se como áreas de influência uma distância padrão de 30km a partir da localização das unidades industriais. Este valor foi definido com base em aspectos técnicos (CNA, 2007), pressupondo um menor custo ambiental e financeiro quanto menor a distância entre as áreas plantadas e a usina.

A figura 3.5 aponta a localização das unidades industriais destes pedidos. Já a Tabela 3.2 aponta as unidades cujos pedidos foram referenciados para esta etapa e os tipos de estudos aplicados nos processos de licenciamento ambiental.



**Figura 3.5.** Localização das plantas industriais dos pedidos de licenciamento protocolados na SMA/SP e o tipo de estudo apresentado.

**Tabela 3.2.** Discriminação dos pedidos de licenciamento ambiental considerados para análise de correlação com as zonas desenvolvidas nos diferentes cenários.

<sup>7</sup> Nesta análise, a denominação ‘área de influência’ não representa necessariamente as áreas de influência direta ou indireta, ou ainda as áreas diretamente afetadas, espaços estes que devem ser definidos nas etapas iniciais do processo de AIA e apresentados em seus respectivos estudos ambientais.

<b>Nome da Unidade Industrial</b>	<b>Tipo de estudo</b>
<b>Açúcar Guarani S/A - Unidade Cruz Alta</b>	EIA/RIMA
<b>Açúcar Guarani S/A</b>	EIA/RIMA
<b>Alcoeste</b>	EIA/RIMA
<b>ARALCO S/A Indústria e Comércio</b>	EIA/RIMA
<b>Branco Peres Açúcar e Álcool S/A</b>	EIA/RIMA
<b>Brazil Flex Energy Açúcar e Álcool Ltda. - Piqueroibi</b>	EIA/RIMA
<b>Cereale Brasil Agroindustrial Ltda.</b>	RAP
<b>CEVALE Central Energética Vale do Tietê Ltda.</b>	RAP
<b>Clealco Açúcar e Álcool Ltda. - Unidade Queiroz</b>	EIA/RIMA
<b>COCAL - Comércio Indústria Cana, Açúcar e Álcool Ltda.</b>	RAP
<b>Cocal - Comércio Indústria Cana, Açúcar e Álcool Ltda.</b>	RAP
<b>COPLASA Açúcar e Álcool Ltda. - Planalto</b>	EIA/RIMA
<b>COSAN S/A Açúcar e Álcool - Filial UNIVALEM</b>	RAP
<b>COSAN S/A Açúcar e Álcool</b>	RAP
<b>Da Mata S/A Açúcar e Álcool - Filial Santa Marina</b>	EIA/RIMA
<b>DA MATA S/A. Açúcar e Álcool</b>	EIA/RIMA
<b>Destilaria Alcídia S/A</b>	EIA/RIMA
<b>Guarani</b>	RAP
<b>Renuka do Brasil S/A</b>	EIA/RIMA
<b>Rio Vermelho Açúcar e Álcool S/A</b>	EIA/RIMA
<b>Santa Cruz S/A Açúcar e Álcool</b>	EIA/RIMA
<b>TGM Destilaria de Álcool e Aguardente Ltda.</b>	EIA/RIMA
<b>UMOEBioenergy S/A - Unidade II</b>	RAP
<b>Unialco S/A Álcool e Açúcar</b>	EIA/RIMA
<b>Usina Açucareira Guaira Ltda</b>	EIA/RIMA
<b>Usina Colombo S/A Açúcar e Álcool</b>	RAP
<b>Usina Itajobi Ltda. Açúcar e Álcool</b>	RAP
<b>Usina Lagoa Dourada</b>	EIA/RIMA
<b>Usina Moema Açúcar e Álcool Ltda.</b>	EIA/RIMA
<b>Usina Noroeste Paulista Ltda. - Unidade Sebastianópolis do Sul, SP</b>	EIA/RIMA
<b>Usina Santa Fé S/A - Unidade Nova Europa</b>	EIA/RIMA
<b>Usina São Domingos Açúcar e Álcool S/A</b>	RAP

## **4. Referencial teórico**

### **4.1. Zoneamento ambiental e instrumentos de políticas ambientais**

Zoneamento é a identificação e a delimitação de unidades territoriais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos (RANIERI et al., 2005, SILVA; SANTOS, 2004), em que usos específicos são atribuídos para cada uma dessas unidades de acordo com estas características (SABATINI et al., 2007). O instrumento zoneamento ambiental (ZA) busca auxiliar a tomada de decisão nas suas diversas instâncias, viabilizando o planejamento e ordenamento territorial sob diferentes óticas de elaboração, de acordo com a área que se propõe atuar (SANTOS; RANIERI, 2013, SILVA; SANTOS, 2011, SOUZA, 2009).

Diante dos múltiplos usos atribuídos ao ZA (SANTOS, 2004), é evidente o potencial deste em auxiliar e, até mesmo, subsidiar o desenvolvimento dos outros instrumentos da PNMA. Souza (2009), assim como Becker e Egler (1996), sugerem a utilização dos zoneamentos ambientais como instrumentos de diagnóstico, por meio da definição de padrões de qualidade e capacidade de suporte do território, já que não há no Brasil um instrumento específico para tal fase do planejamento ambiental. No entanto, as diversas etapas da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), bem como todos os sistemas voltados à Gestão Ambiental, podem se beneficiar com o estabelecimento de zoneamentos assim como as etapas de diagnóstico. Baseado em Oliveira, Montañó e Souza (2009), o Quadro 4.1 aponta como pode se dar a integração entre as etapas de AIA e o ZA.

Podemos ainda definir a tipologia de um zoneamento a partir da definição do objetivo e do objeto de sua elaboração, podendo estar associado aos objetivos diversos da AIA, mas também voltados a outros instrumentos de outras políticas ambientais, como no caso de planos diretores para os centros urbanos e os planos de manejo para áreas protegidas.

**Quadro 4.1.** Integração entre as etapas de AIA\* e o instrumento zoneamento ambiental (baseado em OLIVEIRA; MONTAÑO; SOUZA, 2009).

Etapas de AIA*	Integração com o ZONEAMENTO AMBIENTAL
<b>DIAGNÓSTICO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na triagem, auxilia na indicação de áreas potenciais e sensíveis e ainda permite a escolha das alternativas locais e das avaliações a serem realizadas.</li> <li>2. Nas etapas de escopo, aponta diretrizes para a elaboração dos Termos de Referência.</li> <li>3. Auxilia na delimitação das áreas de influência (Áreas Diretamente Afetadas – ADA, Áreas de Influência Direta – AID, Áreas de Influência Indireta - AII).</li> </ol>
<b>IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite a integração entre a tipologia do empreendimento e a localização das propostas nestes mapas-síntese.</li> <li>2. Auxilia na qualificação dos impactos quanto à: ocorrência, significância, temporalidade e, principalmente, abrangência.</li> </ol>
<b>ANÁLISE E REVISÃO DOS ESTUDOS APRESENTADOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite o rápido confronto entre as atividades avaliadas e indicações de prioridades para a ocupação do território.</li> <li>2. Estabelece previamente áreas inapropriadas, as quais não deveriam ser autorizadas determinadas atividades.</li> </ol>
<b>TOMADA DE DECISÃO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durante o processo de AIA decisões são tomadas em todas as etapas. Nesta etapa aqui referida, o zoneamento prévio aponta diretrizes quanto à localização, mas também é essencial para a definição de medidas mitigadoras e, se for o caso, de compensação, como nos casos de compensação de áreas como as Reservas Legais (especialmente no caso das agroindústrias).</li> <li>2. Subsidiaria a elaboração de Políticas, Planos e Programas.</li> </ol>
<b>MONITORAMENTO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite a espacialização das informações quanto à ocupação do território pelas espécies da região afetada, apontando os riscos e as ameaças à conservação da biodiversidade, além de servir de base para modelos preditivos de aspectos ecológicos e ambientais.</li> <li>2. Transmite informações necessárias para a realocação de esforços de monitoramento devido ao acompanhamento dos impactos gerados, tanto os previstos quanto aqueles que venham a surgir no decorrer do monitoramento.</li> </ol>

\*De acordo com SÁNCHEZ, 2006)

Por exemplo, o ZA é essencial para o estabelecimento de áreas protegidas, quando este auxilia na definição de áreas prioritárias para a conservação, com a indicação de novas áreas a serem especialmente protegidas ou mesmo recuperadas (MOILANEN; ARPONEN, 2011, TAMBOSI et al., 2014). Pode-se ainda determinar graus de proteção para áreas mais sensíveis ou que se pretende restringir usos antrópicos dentro destas áreas protegidas (AP), partindo sempre do conhecimento sobre o território (GENELETTI; DUREN, 2008, ZHANG et al., 2013). É comum a definição de áreas como Zona Intangível, Zona Primitiva, Zona de Uso Extensivo, Zona de Uso Intensivo, Zona Histórico-Cultural, Zona de Recuperação e Zona de Uso Especial (SILVA; SANTOS 2011). Nestes casos o uso do zoneamento pode ainda focar em espécies-alvo para determinação de ações voltadas a beneficiar o modo de vida destas (LIU; LI, 2008).

Outros exemplos são os zoneamentos agrícolas e os urbanos. Os primeiros, , permitem ordenar a expansão de atividades do setor baseados em critérios climáticos e pedológicos, evitando a incompatibilidade entre a localização dos cultivos e suas demandas (ALVES et al., 2011, NEAMATOLLAHI et al., 2012, XU et al., 2006). No caso de esta atividade agrícola ser potencialmente causadora de danos ambientais podem, e devem, ser incluídos critérios associados aos riscos para o meio ambiente inerentes a estas atividades, agilizando o processo de AIA. Nestes casos podem ser denominados de zoneamentos agroambientais.

Já os zoneamentos ambientais utilizados para o ordenamento dos espaços urbanos (zoneamentos urbanos, industriais) são voltados à regulação de atividades econômicas e para planejamento da expansão da ocupação nestas áreas, onde também antecipam informações ambientais que podem influenciar a tomada de decisão quanto ao desenvolvimento ou à restrição de determinadas atividades ou construções. Critérios utilizados variam entre fatores socioeconômicos, aspectos climáticos e físico-químicos (WILSON et al., 2003) ou ainda baseados nas diretrizes legais para ocupação do território (BRASIL, 2001). O próprio conhecimento do espaço urbano em relação a sua estrutura viária, distribuição da população, áreas de risco, entre outros fatores, permite o planejamento de ações preventivas quanto a desastres ou mesmo para a recuperação de espaços urbanos degradados.

O zoneamento é peça-chave para o desenvolvimento de planos diretores, instrumentos do Estatuto das Cidades responsáveis pela definição das diretrizes de desenvolvimento territorial em áreas urbanas (BRASIL, 2001). Santos (2014) ainda discute o potencial destes instrumentos (plano diretor e seus zoneamentos) para o ordenamento das zonas rurais e aponta deficiências sobre a consideração destes espaços nos planejamentos de municípios.

Outra discussão acerca dos ZAs como instrumento de planejamento e apoio à tomada de decisão está no seu caráter normativo ou indicativo. Estes aspectos serão abordados nas próximas seções, em que serão apresentadas e discutidas as considerações sobre o instrumento no contexto brasileiro e os métodos utilizados para o seu desenvolvimento.

#### **4.2. Zoneamento ambiental no Brasil**

No Brasil, o zoneamento ambiental foi regulamentado como Zoneamento-Ecológico-Econômico (ZEE), pressupondo um caráter multidisciplinar do instrumento. O Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002, que regula o instrumento, define ZEE (BRASIL, 2002, grifo nosso):

(...) instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Assim, os ZAs no Brasil devem incorporar aspectos ambientais aliados ao ordenamento do desenvolvimento econômico e social (SANTOS; RANIERI, 2013). Deve-se considerar, na definição dos usos do território, “(...) a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas” (BRASIL, 2002).

Apesar da existência de bases legais para a elaboração de ZA, observa-se no Brasil uma lacuna no desenvolvimento do instrumento quanto à sua aplicação devido à influência que diferentes escalas de planejamento têm sobre a definição dos objetivos e a escolha de critérios (MONTAÑO et al., 2007). De acordo com a Lei Complementar nº 140, de 2011, as responsabilidades pela elaboração dos ZEEs são da União, na esfera nacional e regional (Macro-ZEE), dos estados federativos na esfera de seus territórios, e dos municípios, no que tange a elaboração dos planos diretores (BRASIL, 2011). No entanto, a deficiência na integração entre as diversas instâncias governamentais acabam reduzindo a efetividade do planejamento ambiental, seja o objetivo que for (LIMA; MUNIZ; MARCO JR., 2010).



Em termos práticos há uma regionalização do instrumento e uma tendência a normatizar e restringir os usos de acordo com os Macro-ZEEs, de caráter indicativo (MMA, 2006). Segundo o Decreto Federal nº 4.297, de 2002, o instrumento elaborado deve ser “obrigatoriamente seguido” (BRASIL, 2002, art.2º), o que contradiz algumas recomendações e as práticas acerca do instrumento. Para Ranieri et al. (2005), a excessiva carga de informações apontadas pelas diretrizes metodológicas do ZEE faz com que o cumprimento destas normas seja prejudicado. Desta forma, a utilização do ZEE como instrumento de planejamento ambiental possui um caráter muito mais indicativo do que propriamente de definição de restrições.

A primeira tentativa de elaboração de um ZEE nos moldes preconizados pela legislação foi feita nos estados da Amazônia Legal e serviram de base para a elaboração das diretrizes gerais do Programa Zoneamento-Ecológico-Econômico (PZEE). Outros estados iniciaram seus processos de elaboração, no entanto diversos obstáculos foram encontrados, como custo financeiro, integração entre os agentes envolvidos e concatenação das diversas etapas (MMA, 2006). Atualmente, no Brasil, as iniciativas de ZEE foram estendidas para o ordenamento de biomas, bacias hidrográficas e zona costeira, sendo a maior parte das iniciativas na região Norte e Centro-Oeste (Anexo A).

Na esfera estadual, alguns estados já estabeleceram seus ZEEs e muitos ainda estão em elaboração (vide Anexo A). No caso do estado de São Paulo, o planejamento vem se desenvolvendo, principalmente com a organização de seminários voltados à discussão das etapas de elaboração do ZEE estadual (SÃO PAULO, 2012). Isso porque já existem ZEEs elaborados para o Litoral Norte, Baixada Santista e Vale do Ribeira.

Cabe ressaltar que a nova lei florestal, a Lei Federal nº 12.651, de 2012, estipula o prazo de 5 anos após sua promulgação para que os estados elaborem seus ZEEs, pressupondo um horizonte relativamente curto para aqueles que ainda estão em fases iniciais de desenvolvimento.

Apesar do caráter multidisciplinar e da disposição de uma abordagem sistêmica na elaboração do ZEE, do ponto de vista operacional esta visão deve permanecer no âmbito estratégico e se devem buscar alternativas mais objetivas para a inclusão de fatores sociais, econômicos e ambientais (MMA, 2006). O desafio da proposição de zoneamentos está na incorporação de fatores ambientais compatíveis com suas escalas de planejamento e atuação,

observando diretrizes metodológicas e as boas práticas apontadas por especialistas nestes instrumentos e pela legislação específica.

#### **4.3. Métodos aplicados à elaboração do zoneamento ambiental e a definição de critérios e indicadores conservacionistas**

Silva e Santos (2011) recomendam três passos para o desenvolvimento de instrumentos como o zoneamento: a definição de indicadores, o levantamento de dados referentes aos indicadores e a elaboração das informações relevantes a serem incorporadas para a delimitação das zonas.

Considerando as etapas levantadas nesta recomendação, existem abordagens metodológicas para a execução de cada uma delas. A primeira etapa (definição de indicadores) é essencial para o desenvolvimento de instrumentos eficientes na gestão ambiental e para planejamento e monitoramento de ações em conservação. Cada critério que se propõe avaliar no desenvolvimento de instrumentos de políticas ambientais pressupõe uma série de indicadores que, de acordo com a disponibilidade de dados, pode gerar informações para a deliberação e tomada de decisão (OECD, 2003, SEGNESTAM, 2002).

Indicadores devem ser práticos, ou seja, de fácil implementação e imediatamente assimiláveis e reproduzíveis. Além disso, estes também devem ser úteis, relevantes e com sensibilidade às variações do que se pretende mensurar (BÉLANGER et al., 2012). No entanto, lidar com a definição de critérios, indicadores e seus limites nunca é uma tarefa fácil (MAXIM et al., 2009, MEYER; PRIESS, 2014, SEGNESTAM, 2002, SMITH et al., 2010). Isto se deve à complexidade em integrar diferentes sistemas envolvidos na elaboração de estratégias de ação com objetivos comuns ou variáveis (DRAY et al., 2012, SEGNESTAM, 2002).

A abordagem para seleção de critérios e indicadores conhecida como ‘Força motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta’, do inglês ‘*Driven forces-Pressure-State-Impact-Response*’ (DPSIR), foi desenvolvida inicialmente como abordagem ‘Pressão-Estado-Resposta’ (PER ou PSR, do acrônimo em inglês) pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD, do acrônimo em inglês) com o objetivo de atender a

demanda da sociedade por uma consideração maior sobre as questões ambientais no desenvolvimento de setores econômicos (OECD, 1993)<sup>8</sup>.

Em suma, as forças motrizes (*driven forces*) são as demandas e as atividades humanas, as quais exercem pressões (*pressure*) no estado (*state*) do meio ambiente, causando impactos (*impact*) e exigindo ações, ou respostas (*response*) para combater estes cenários (GENG et al., 2014). Portanto, as etapas são ligadas como fatores causais, passando pelas pressões e eventos relevantes decorrentes de mudanças ambientais até as respostas a essas alterações (POTSCHIN, 2009).

Este modelo é amplamente utilizado, por exemplo, para analisar a perda de polinizadores (KULDNA et al., 2009), a gestão da água (BIDONE & LACERDA., 2004; MATTAS et al, 2014), a avaliação de riscos ambientais (MAXIM et al., 2009, SPANGENBERG et al., 2009), além de aspectos sobre diversidade genética (WHITHAM et al, 2006) e serviços ecossistêmicos (LEVREL et al., 2009).

A abordagem DPSIR permite adaptações a sua estrutura, de acordo com o objeto de análise (GENG et al., 2014, MAXIM et al., 2009). No caso de estudo, a adaptação da abordagem ao objetivo da pesquisa presumiu que o ZAA-SP é uma ‘resposta’ aos fatores ambientais relacionados às atividades do setor sucroalcooleiro (Subseção 4.4). Isto permitiu relacionar a elaboração do instrumento, e seus parâmetros ambientais selecionados como base, com a busca de uma maior conformidade do instrumento às questões sobre biodiversidade. Além disso, por questões analíticas outra adaptação ao modelo foi que as ‘pressões’ e os ‘impactos’ do setor foram discutidos em conjunto pelo fato de, por definição, estes estarem intrinsecamente relacionados (GENG et al., 2014, OECD, 1993, 2003, SEGNESTAM, 2002).

Outros métodos podem ser utilizados para definição de indicadores, como o modelo MESMIS (Panorama de Avaliação de Sustentabilidade baseada em Indicadores, do acrônimo em espanhol), adotado para indicadores de sustentabilidade voltados ao manejo de pequenas propriedades rurais (ASTIER et al, 2012), ou ainda o SISUC (Sistema de Indicadores Socioambientais para Unidades de Conservação), voltado à conservação de UCs na Amazônia (MARINELLI, 2011).

A seleção dos indicadores só é possível com a disponibilização de dados relacionados a determinadas estratégias. No Brasil, a criação do sistema nacional de informações ambientais

---

<sup>8</sup>Desenvolveu-se um programa inteiramente voltado ao desenvolvimento de indicadores de “performance ambiental” baseados na casualidade do modelo PSR para, assim, avaliar o desempenho de seus membros quanto a esses indicadores e propor ações.

e a instituição dos Relatórios de Qualidade do Meio Ambiente são instrumentos da PNMA e também de leis posteriores, em suas diversas vertentes, voltadas à proteção ao meio ambiente (BRASIL, 1981, 1997, 2010).

Independentemente do método escolhido, o levantamento de dados ecológicos voltados à conservação ambiental é vital e pode ser realizado através de buscas em bases de dados de órgãos públicos e instituições de pesquisa (dados secundários), ou na ausência destas informações, podem-se efetuar levantamentos em campo (dados primários). No caso de diagnósticos ambientais, a inclusão de novos atributos, com novas estratégias de monitoramento, tem custo elevado (SEGNSTAM et al. 2002), o que faz com que bases de dados secundárias sejam mais comumente usadas para este propósito. No entanto, temas como viabilidade de espécies, sustentabilidade, resiliência e interações entre ecossistemas e economia é ainda tema a ser pesquisado, pois ainda há muitas incertezas e riscos (ATKINSON et al., 2000, ).

Diante destas ponderações, um fator que influencia esta discussão a respeito do conhecimento da biodiversidade e o estado de sua conservação e que também é muito caro à questão de elaboração de políticas e instrumentos é a escala, seja ela temporal ou espacial (CASH et al., 2006, METZGER et al., 2009, NABE-NIELSEN et al., 2013, NASSAUER; OPDAM, 2008, SCHNEIDER, 2001).

Em estudos ecológicos a base teórica da ecologia de paisagem procura correlacionar a estrutura e distribuição das espécies em determinada região e suas respostas em diferentes escalas de análise (DRAY et al., 2012, HENRY; COSSON; PONS, 2010, METZGER, 2001). O conhecimento sobre a dinâmica de interferências humanas e a capacidade de respostas das espécies em relação aos diferentes usos do solo, permite a seleção de “paisagens” mais favoráveis à conservação e sugere alternativas de gestão (LIRA et al., 2012, METZGER, 2001). Esta abordagem é recomendada ao processo de licenciamento ambiental (KOBBLITZ et al., 2011), sem falar da sua utilização para o planejamento ambiental, no desenvolvimento de sistemas de indicadores (SOBRAL et al., 2015) e na elaboração de zoneamentos e diferentes planos de ação (RODRIGUES; BONONI, 2008, SANTOS, 2004).

No entanto, para a utilização destas informações nestas políticas e instrumentos há a necessidade de levantamento de dados confiáveis sobre espécies e suas relações com outras populações e aspectos abióticos do meio em que vivem. Considerando o caráter estratégico da aplicação de um zoneamento, os dados (primários ou secundários) devem ser compatíveis para que não haja perda de informações, nem que sejam feitas inferências equivocadas (SILVA; SANTOS, 2011).

Em termos legais, quanto às escalas espaciais de aplicação do ZEE, de acordo com o decreto regulamentador do instrumento, recomenda-se que se aplique as escalas de apresentação 1:5.000.000 e de referência 1:1.000.000 para o ZEE nacional. Já nos ZEE macrorregionais a escala de referência deve ser 1:1.000.000 ou maiores e nos ZEE dos Estados ou de Regiões as escalas de referência de 1:1.000.000 a 1:250.000 (nas Macro Regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste) e de 1:250.000 a 1:100.000 (nas Macro Regiões Sudeste, Sul e na Zona Costeira). No ZEE local as escalas de referência são de 1:100.000 e maiores.

De acordo com o objetivo, estipula-se ainda: a escala de 1:1.000.000, para indicativos estratégicos de uso do território, definição de áreas para detalhamento do ZEE, utilização como referência para definição de prioridades em planejamento territorial e gestão de ecossistemas; as escalas de 1:250.000 e maiores, para indicativos de gestão e ordenamento territorial estadual ou regional, tais como, definição dos percentuais para fins de recomposição ou aumento de reserva legal; e as escalas locais de 1:100.000 e maiores, para indicativos operacionais de gestão e ordenamento territorial, tais como planos diretores municipais, planos de gestão ambiental e territorial locais (BRASIL, 2007).

No caso do Brasil, apesar de o levantamento de dados ambientais ter sido facilitado pela evolução das ferramentas de geoprocessamento e dos sistemas de informações geográficas (SIG), a estrutura organizacional das entidades públicas responsáveis pela produção da informação dificulta o compartilhamento desta, bem como a qualidade destes dados varia consideravelmente, já que diferentes organizações utilizam diferentes metodologias (FARINACI; BATISTELLA, 2012, VARJABEDIAN 2010). Esta etapa pode então se tornar dispendiosa em termos de custo e de tempo, caso haja necessidade de levantamento de muitos dados primários. Mesmo assim, estes diagnósticos dificilmente observam as escalas adequadas de tempo e espaço (MANDELIK et al., 2012).

De qualquer forma, com os dados disponíveis é necessário ainda escolher os métodos de seleção e integração das informações relevantes para a delimitação final das zonas, que podem variar de acordo com os objetivos traçados. Apesar do foco deste trabalho ser a discussão da dimensão ecológica e da conservação da biodiversidade, deve-se ressaltar o caráter multidisciplinar dos zoneamentos ambientais, que em geral também englobam aspectos econômicos e sociais em suas bases. Isto dificulta ainda mais esta integração, já que muitos destes atributos, sociais principalmente, não podem ser facilmente inventariados e modelados (CHENG; DANIELS, 2003, DRAY et al, 2012).

Visando à dinamização do entendimento acerca da espacialização das informações, é comum a separação das avaliações em mapas temáticos e/ou grupos relacionados. Por exemplo, a análise SWOT – Potencialidades (*Strengths*) / Fraquezas (*Weaknesses*) / Oportunidades (*Opportunities*) / Ameaças (*Threats*) – ou as suas derivações são utilizadas para o reconhecimento, avaliação e gestão das condições do território (COMINO et al., 2014; KURTTILA et al., 2000). Comino et al. (2014) dividiram suas análises em dois mapas-síntese, um considerando aspectos naturais (*naturalness*) e outro com as pressões antrópicas exercidas na área de estudo (*pressure*). Já Kurttila et al. (2000) utilizaram o Processo de Análise Hierárquica (AHP, do acrônimo em inglês) associada à análise SWOT.

Basicamente (com ou sem separação dos temas), os métodos de integração podem ser divididos em: abordagem qualitativa e abordagem quantitativa (SILVA; SANTOS, 2011). Na primeira a delimitação das zonas é resultante do somatório das informações contidas nas unidades originais, geralmente mapas temáticos com informações sobre atributos ambientais, gerando mapas intermediários, cruzados dois a dois, e gerando um mapa final, ou mapa-síntese (PEJON; ZUQUETE, 1995, SILVA; SANTOS, 2011).

Abordagens baseadas simplesmente na sobreposição, apesar de não recomendadas, são aplicadas de maneira mais comum. Neste método, cada um dos temas originais pode possuir peso igual, sem ponderação ou hierarquização dos atributos considerados, provenientes de cada mapa temático, ou pode ter pesos diferentes, em função de sua importância na caracterização desta nova unidade, relacionada à finalidade do zoneamento em si (PEJON; ZUQUETTE 1995).

Atualmente, enfatiza-se a necessidade de uma abordagem hierárquica, que considerem componentes, critérios e indicadores, bem como suas interações (SILVA; SANTOS, 2004). Há a necessidade de incorporar análises quantitativas e estatísticas a estes projetos, visando integrar os diferentes temas abordados (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998, MAGNUSSON, 1999). Além disso, os métodos quantitativos permitem uma revisão rápida e confiável, podendo-se atualizá-los facilmente (SABATINI et al. 2007). Desta maneira se procura reduzir a subjetividade na tomada de decisão baseada em indicadores quantitativos.

Este tipo de abordagem se baseia em análises estatísticas para a definição de suas zonas, com a utilização (e.g.) de métodos de agrupamento e análises hierárquicas, o que permite a integração de dados de uma maneira mais objetiva e dinâmica. Diversos sistemas de apoio à decisão foram desenvolvidos procurando reduzir a subjetividade das avaliações qualitativas na incorporação de preocupações ambientais no processo de tomada de decisão (COMINO et al., 2014, MARGULES; PRESSEY, 2000, PAPATHANASIOU; KENWARD, 2014). O

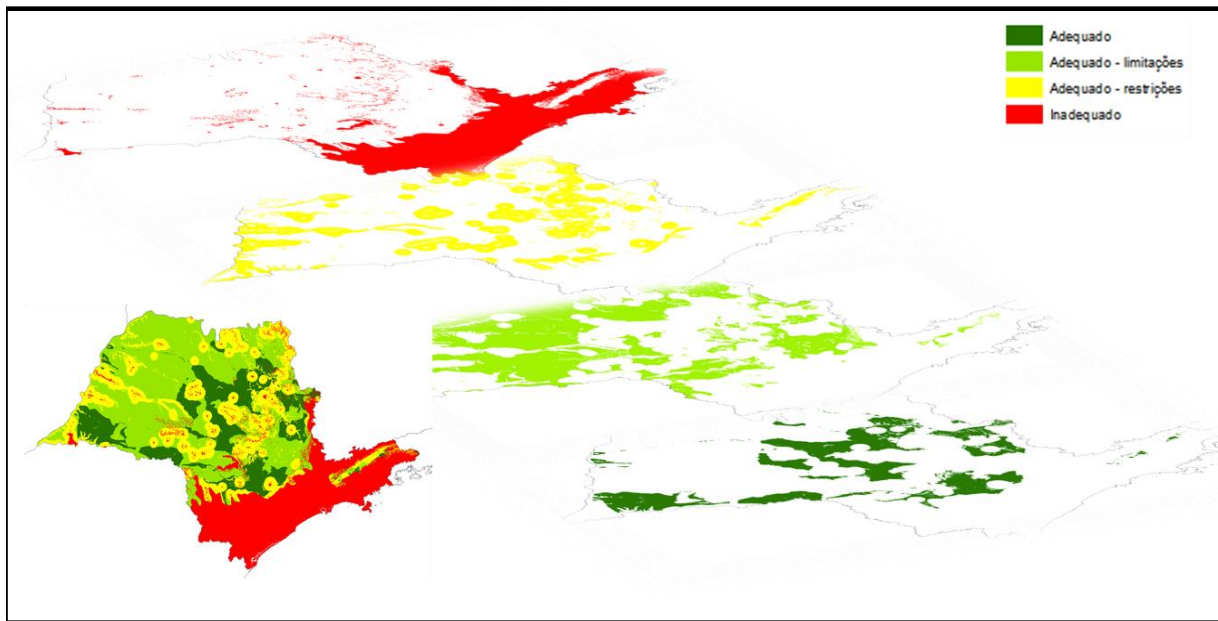
Planejamento Sistemático da Conservação é uma destas ferramentas, sendo muito utilizada para a definição de áreas protegidas, geralmente baseadas no desenvolvimento de algoritmos computacionais e programas específicos (DI MININ; MOILANEN, 2012, MOILANEN; ARPONEN, 2011, SMITH et al., 2010).

Far-se-á, a seguir, uma análise do ZAA-SP, com base no contexto levantado pelo referencial teórico e na adoção do modelo DPSIR, procurando justificar e dar subsídios ao desenvolvimento desta pesquisa.

#### **4.4. O ZAA-SP como ‘resposta’ aos impactos do setor sucroalcooleiro**

A análise do desenvolvimento do ZAA-SP foi realizada visando ao reconhecimento das abordagens adotadas pelos elaboradores do instrumento, bem como dos critérios abordados, e para posterior desenvolvimento dos cenários comparativos, onde se procurou utilizar as mesmas metodologias de elaboração adotadas pelo ZA original. O conhecido processo de expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo impôs às partes interessadas no setor a necessidade de agir urgentemente com vistas a mitigar os impactos adversos ao meio ambiente decorrentes de suas atividades. Este foi um dos fatores motivacionais para a elaboração do ZAA-SP. Ele foi criado como uma ‘resposta’ para incorporar as questões ambientais "estrategicamente", servindo posteriormente como instrumento de apoio às etapas de triagem dentro do processo de licenciamento ambiental.

Apesar de ser apenas indicativo, o ZAA-SP é considerado um instrumento de planejamento ambiental, com o objetivo de disciplinar a ocupação do solo pelo setor canavieiro, até pelo protagonismo dado a ele pelos instrumentos legais de licenciamento no estado (SÃO PAULO, 2008a, 2008b). Sua elaboração utilizou informações geradas por órgãos públicos e projetos de pesquisa de diversas fontes. Com base em métodos qualitativos, os atributos selecionados foram definidos como camadas (*layers*) em que informações espacializadas foram sobrepostas para estabelecer os limites das zonas do ZAA-SP, originando quatro áreas com aptidões diferentes para a cultura da cana-de-açúcar (Fig 4.1, 4.2).



**Figura 4.1.** Desenho esquemático da sobreposição (*overlay*) de critérios ou camadas (*layers*) utilizadas no ZAA-SP.

De acordo com a Resolução conjunta da Secretaria de Meio Ambiente (SMA) e Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) de nº 4, de 18 de setembro de 2008, que instituiu o instrumento, estas áreas foram assim delimitadas (SÃO PAULO, 2008a, artigo 1º):

I - Adequada, que corresponde ao território com aptidão edafoclimática favorável para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar e sem restrições ambientais específicas;

II - Adequada com Limitações Ambientais, que corresponde ao território com aptidão edafoclimática favorável para cultura da cana-de-açúcar e incidência de Áreas de Proteção Ambiental (APA); áreas de média prioridade para incremento da conectividade, conforme indicação do Projeto Biota/FAPESP; e as bacias hidrográficas consideradas críticas;

III - Adequada com Restrições Ambientais, que corresponde ao território com aptidão edafoclimática favorável para a cultura da cana-de-açúcar e com incidência de zonas de amortecimento das Unidades de Conservação de Proteção Integral - UCPI; as áreas de alta prioridade para incremento de conectividade indicadas pelo Projeto Biota/FAPESP; e áreas de alta vulnerabilidade de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, conforme publicação IG-CETESB-DAEE - 1997; e



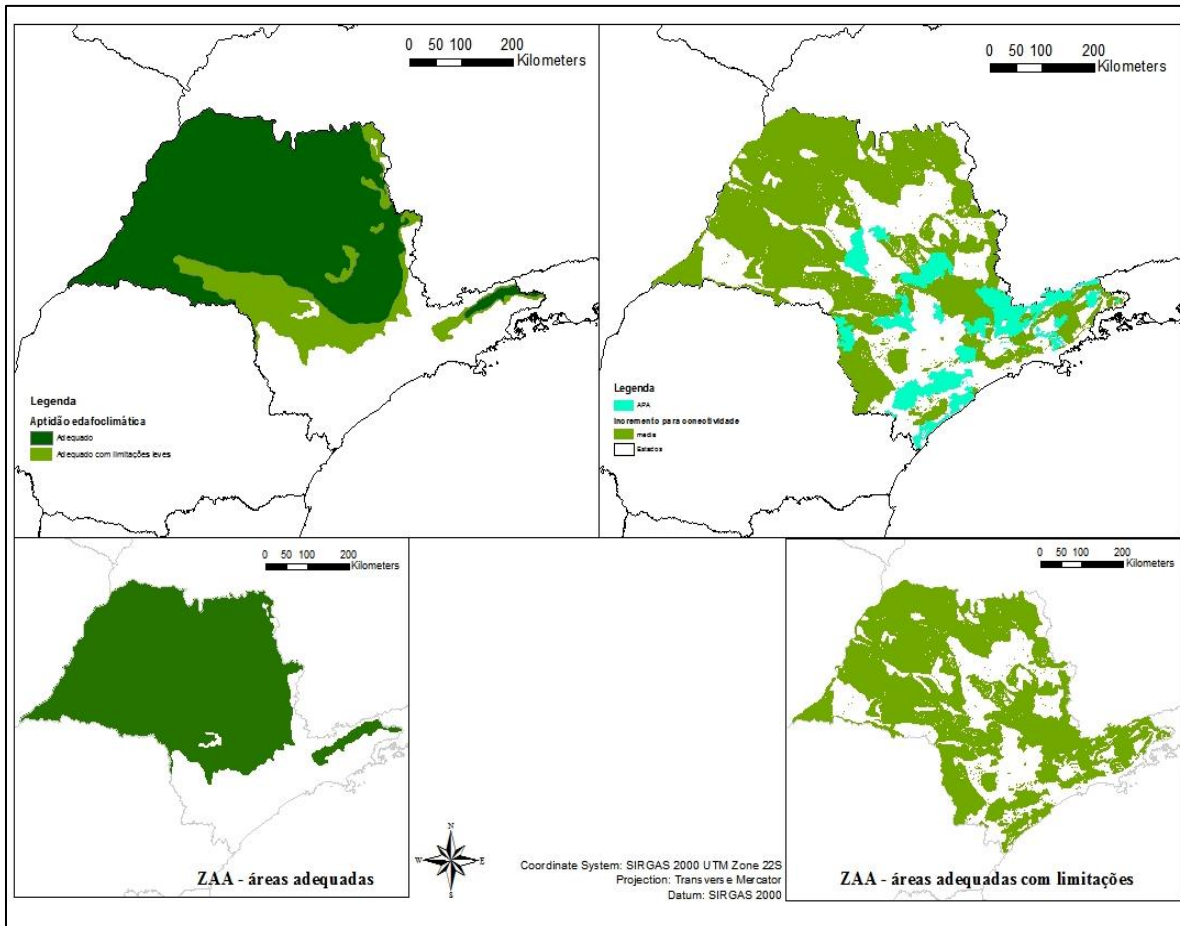
IV - Inadequada, que corresponde às Unidades de Conservação de Proteção Integral - UCPI Estaduais e Federais; aos fragmentos classificados como de extrema importância biológica para conservação, indicados pelo projeto Biota/FAPESP para a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral - UCPI; às Zonas de Vida Silvestre das Áreas de Proteção Ambiental - APAs; às áreas com restrições edafoclimáticas para cultura da cana-de-açúcar; e às áreas com declividade superior a 20%.

Já os dados disponibilizados pelo sítio eletrônico do Programa Etanol Verde<sup>9</sup> apontam que foram utilizados os seguintes atributos ambientais para definição do ZAA-SP: condições climáticas e do solo (zoneamento edafoclimático), qualidade do ar, relevo, disponibilidade de águas superficiais e vulnerabilidade de águas subterrâneas, APAs e Unidades de Proteção Integral (UPI ou UCPI), além de áreas prioritárias para o incremento da conectividade e de interesse para a conservação da biodiversidade.

A figura 4.2 mostra a base de critérios adotados para a definição das áreas ADEQUADAS (Res. SMA-SAA 04, de 2008, art.1º, inciso I) e ADEQUADAS COM LIMITAÇÕES (Res. SMA-SAA 04, de 2008, art.1º, inciso II) para a cana-de-açúcar e as figuras 4.3 e 4.4 mostram, respectivamente, como as áreas INADEQUADAS (Res. SMA-SAA 04, de 2008, art.1º, inciso IV) e as áreas ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (Res. SMA-SAA 04, de 2008, art.1º, inciso III) foram estabelecidas no instrumento original.

---

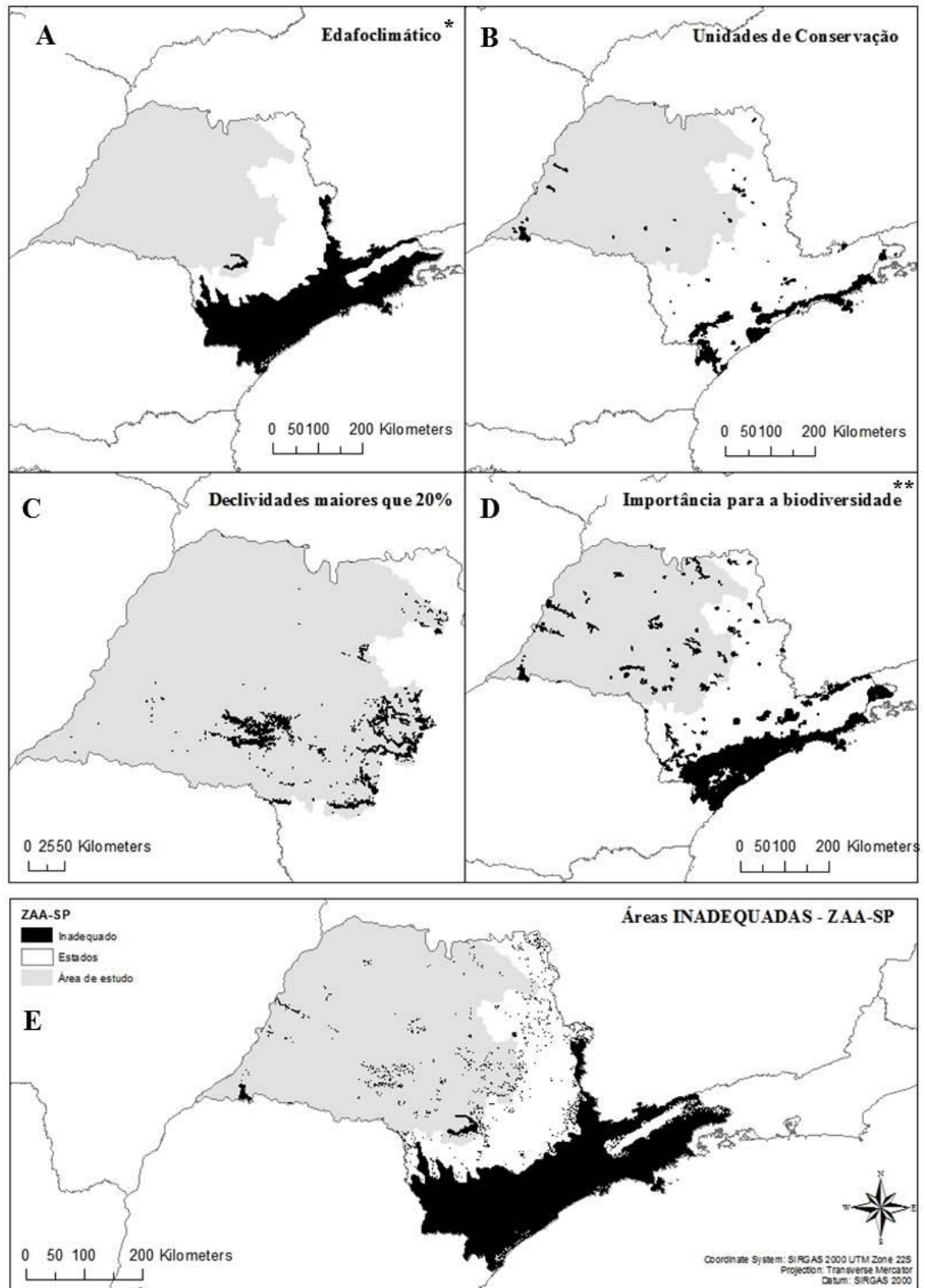
<sup>9</sup> O Programa Etanol Verde apresenta uma série de medidas a serem adotadas pelo setor sucroalcooleiro, junto ao poder público, para a adequação deste aos fatores de pressão e impactos ambientais. Inclui o ZAA-SP e o Protocolo Agroambiental para produtores e fornecedores do setor, entre outros programas.



**Figura 4.2.** Mapas indicando as áreas ADEQUADAS e as áreas ADEQUADAS COM LIMITAÇÕES utilizadas no ZAA-SP<sup>10</sup>.

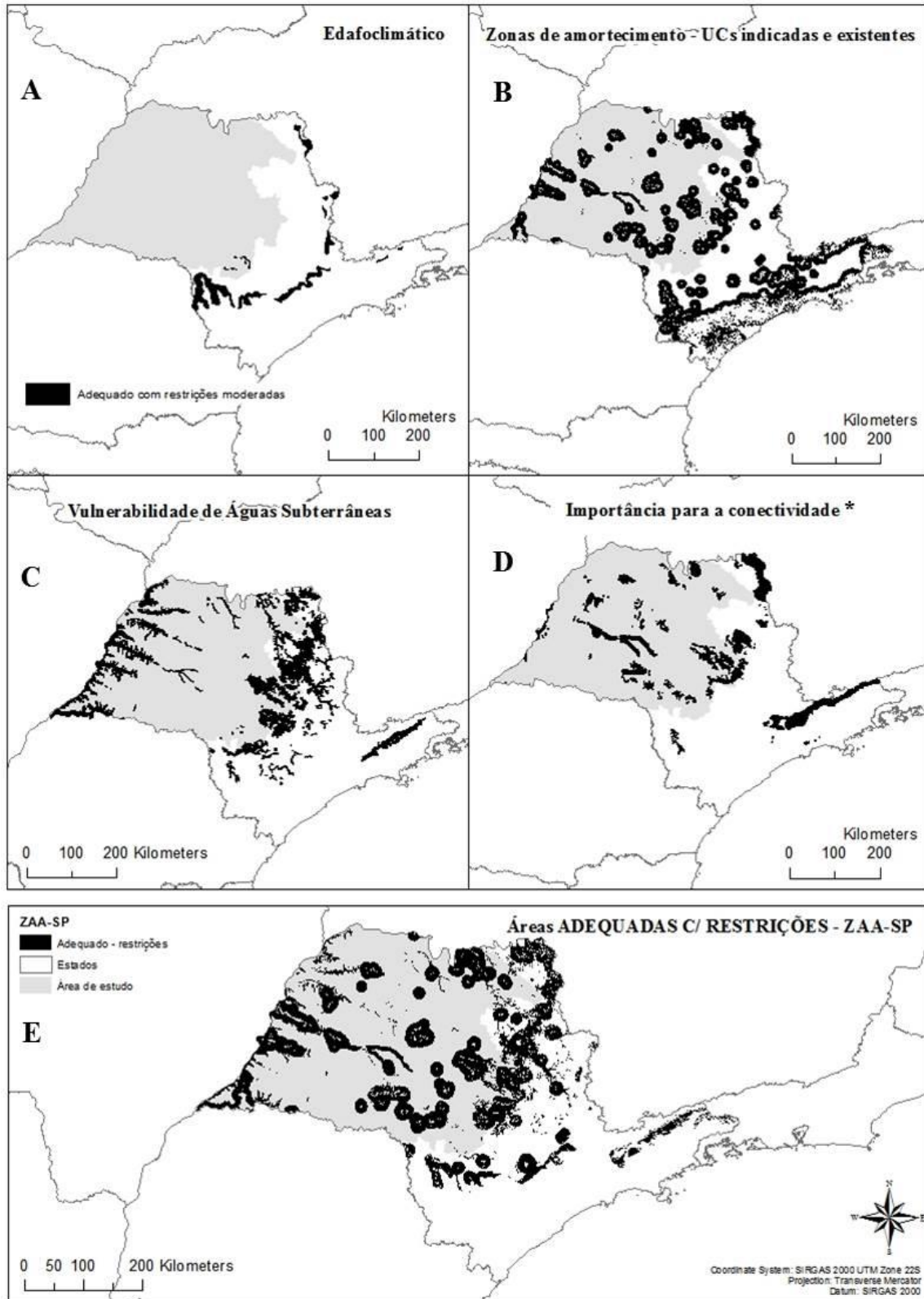
Algumas destas informações, apesar da afirmação de que foram consideradas na elaboração do ZAA-SP, devem ser avaliadas cautelosamente. No caso da qualidade do ar, a consideração deste fator se deu pela existência de legislação regulamentadora de indicadores para este indicador. No entanto, a capacidade de monitorar estes parâmetros é questionável, dada a quantidade reduzida de estações para tal acompanhamento em escala regional, principalmente nas regiões do interior do estado (CETESB, 2013, disponível em: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/configuracao-da-rede-automatica/>). Já o critério de disponibilidade de águas superficiais apresenta apenas uma bacia em estado crítico, aquela que abastece a Grande São Paulo, região em que a expansão do setor sucroalcooleiro não é representativa.

<sup>10</sup> A base destas zonas não será alterada nas análises espaciais.



*\*Áreas INAPTAS; \*\*Áreas de ALTA importância para a conservação da biodiversidade*

**Figura 4.3.** Mapas dos critérios utilizados para a delimitação das áreas INADEQUADAS (A - D) e a delimitação final do limite desta zona no instrumento ZAA-SP (E).



\*Áreas de ALTA importância para a conectividade

**Figura 4.4.** Mapas dos critérios utilizados para a delimitação das áreas ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (A - D) e a delimitação final do limite desta zona no instrumento ZAA-SP (E).

Desta forma, a relação inerente das zonas definidas pelo ZAA-SP com os mapas-síntese do Programa Biota/FAPESP (Fig. 3.3) (METZGER; RODRIGUES, 2008) mostra que a linha de base em questões envolvendo aspectos ecológicos no ZAA-SP é proveniente deste projeto temático, assim como para outras políticas públicas desenvolvidas no estado de São Paulo. Estes dois mapas-sínteses foram baseados nas informações de diversos projetos de pesquisa em conservação – principalmente diagnósticos de fauna e flora – em que são apontadas diretrizes de ação para conservação no território do estado (METZGER; RODRIGUES, 2008).

Não se discute aqui a importância ou a credibilidade das informações do Programa Biota/FAPESP para o desenvolvimento de políticas públicas no estado de São Paulo, o cerne da preocupação é a inabilidade do poder público de avaliar a compatibilização destas informações no desenvolvimento de políticas e instrumentos, sem mencionar a falta de participação pública, essencial ao processo de tomada de decisão (MONTAÑO; SOUZA, 2015, SANCHÉZ, 2013).

Mesmo depois de grandes avanços científicos no conhecimento biológico, o desenvolvimento de leis e instrumentos ambientais é dificultado em razão da deficiência em traduzir a teoria para os profissionais de campo e para os tomadores de decisão (CASTELLA et al., 2014, GIBBONS et al., 2011). Pode-se ainda mencionar as deficiências em capacitação de técnicos e analistas dos órgãos públicos desenvolvedores destas políticas (LIMA; MUNIZ; MARCO JR., 2010).

Políticas e instrumentos ambientais com o objetivo de dar "respostas" às mudanças na natureza precisam incorporar os conhecimentos científicos atualizados constantemente pela evolução das pesquisas desenvolvidas em todo o mundo (ARTMANN, 2014). Deve-se considerar que a interface entre conhecimento científico e o desenvolvimento de políticas é uma etapa complexa, sobretudo as voltadas ao desenvolvimento sustentável, que associam os aspectos econômicos e sociais às preocupações ambientais (GIBBONS et al, 2011, LIMA; MUNIZ; MARCO JR, 2010). Esta interface é o cenário do desenvolvimento desta pesquisa, que procurou avaliar a elaboração do instrumento ZAA-SP e os desdobramentos do seu papel de instrumento indicativo na etapa de triagem de processos de licenciamento ambiental no estado de São Paulo.

## **5. Resultados e Discussão**

Os primeiros resultados mostram as bases teóricas para o desenvolvimento do “Panorama da Biodiversidade” baseado no modelo DPSIR e as relações com o setor em questão. Posteriormente são apresentados os resultados das análises espaciais decorrentes deste panorama e de outros aspectos levantados pelo referencial teórico e, finalmente, são apresentadas as correlações com o processo de tomada de decisão, no que diz respeito às etapas de triagem do licenciamento ambiental estadual para novos empreendimentos e expansão de existentes no estado de São Paulo.

### **5.1. “Panorama da Biodiversidade” e relações com o setor sucroalcooleiro.**

O Quadro 5.1 apresenta a síntese do “Panorama da Biodiversidade” desenvolvido de acordo com o modelo DPSIR. Nele são apresentados os temas relevantes abordados pela literatura científica em cada subseção do modelo, além de suas bases de referência. Posteriormente, em cada subseção os respectivos temas são detalhados, relacionando-os ao setor sucroalcooleiro.

**Quadro 5.1.** Panorama do setor sucroalcooleiro e a conservação da biodiversidade baseado no modelo DPSIR\*.

DPSIR	Temas abordados	Referências
<b>Força-motriz (D)</b>	<b>Demanda por biocombustíveis</b>	EC, 2009; LEAL et al., 2013; USA, 2007; USEPA, 2010
	<b>Mudanças climáticas</b>	LEAL et al., 2013; MACEDO et al., 2008; MEYER; PRIESS, 2014
	<b>Produção de açúcar</b>	FAO, 2014; USDA, 2014; WALTER et al., 2011;
	<b>Veículos bicombustíveis</b>	ANFAVEA, 2013;
	<b>Vantagens econômicas sobre a gasolina</b>	FREITAS; KANEKO, 2011; GOLDEMBERG et al., 2008
<b>Estado (S)</b>	<b>Cobertura florestal</b>	DURIGAN et al., 2007; KLINK; MACHADO 2005; IF, 2010; RIBEIRO et al., 2009; RODRIGUES; BONONI, 2008
	<b>Hotspots de biodiversidade</b>	KLINK; MACHADO 2005, MYERS et al., 2000, RIBEIRO et al., 2009
	<b>Unidades de Conservação</b>	BRASIL, 2000; CNUC, 2014; MMA, 2007; RODRIGUES; BONONI, 2008., 2008
	<b>APP, RL e estrutura fundiária</b>	MARTINELLI et al., 2010; SILVA; RANIERI, 2014; SPAROVEK et al., 2012;
<b>Pressões (P) e Impactos (I)</b>	<b>Espécies ameaçadas</b>	ICMBio, 2011; IUCN, 2013; SÃO PAULO, 2014;
	<b>Mudanças no uso da terra</b>	GORDON et al.; 2009; MIYAKE et al., 2012; TABARELLI; GASCON, 2005; WALTER et al., 2011
	<b>Expansão de estradas; aumento no tráfego de veículos</b>	ANDREWS, 1990; EGESKOG et al., 2014; LIU et al., 2014
	<b>Práticas de queima da palha da cana-de-açúcar</b>	AGUIAR et al., 2011; AZEVEDO et al., 2013; FRANÇA et al., 2014
	<b>Redução da heterogeneidade da paisagem</b>	DAUBER et al., 2003; GALLARDO; BOND, 2011; ROLDÁN-MARTIN et al., 2006; RUDORFF et al., 2010
	<b>Degradação do solo</b>	CEDDIA et al., 1999
	<b>Redução de áreas protegidas (áreas sensíveis)</b>	BRASIL, 2012; SOARES-FILHO et al., 2014, SPAROVEK et al., 2010
	<b>Efeitos de borda</b>	BANKS-LEITE et al., 2010, VILASEÑOR et al., 2015
	<b>Emissão de GEE</b>	EGESKOG et al., 2014; FRANÇA 2014; WALTER et al. 2011
	<b>Dispersão de poluentes; contaminação</b>	BELTRÃO; MEDEIROS; RAMOS, 2009; CHRISTOFOLETTI et al., 2013; CORBI et al., 2006, CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008
	<b>Ameaças a fauna e flora</b>	CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008; DURIGAN et al., 2007
	<b>Qualidade do ar</b>	CETESB, 2013

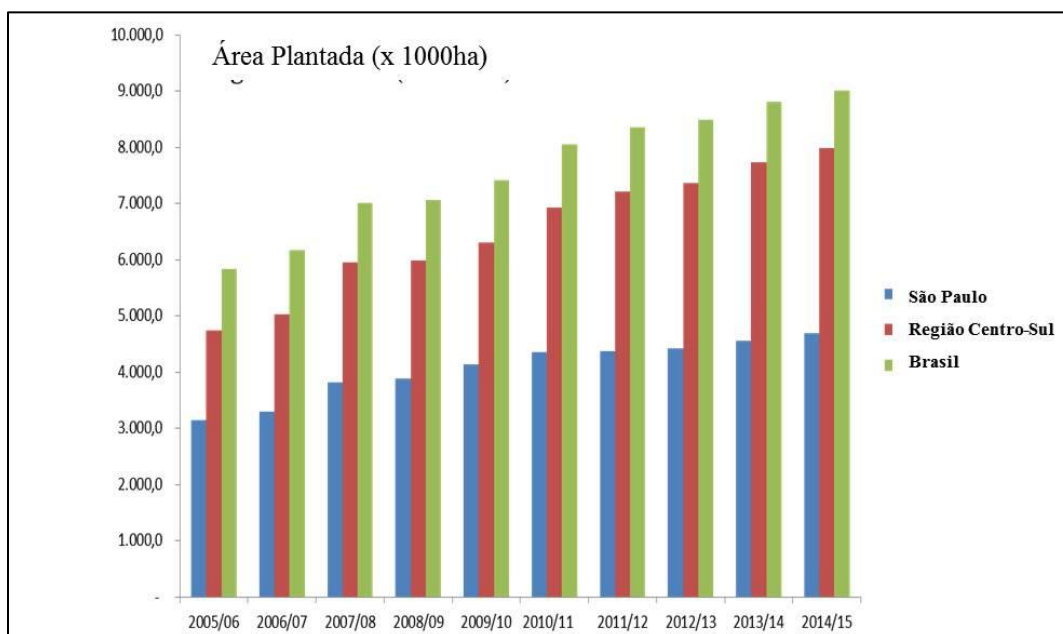
\*ZAA-SP é a 'resposta' deste modelo.

### 5.1.1. Força motriz

Esta subseção é a única que não está diretamente focada no tema diversidade biológica. O foco aqui é estabelecer uma visão geral dos biocombustíveis e da produção de açúcar, uma vez que estes são os produtos principais do setor canavieiro, sendo assim a demanda por eles a ‘força motriz’ da expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

Historicamente, o setor foi impulsionado por subsídios e políticas públicas para seu desenvolvimento desde os anos 1980, principalmente como fator de desenvolvimento rural (MARTINELLI et al., 2011). Com o aumento da demanda, sua expansão foi visível, principalmente na última década (Fig. 5.1), e a tendência é que o setor cresça e se espalhe por outras regiões do país além do estado de São Paulo, maior produtor do Brasil (MIYAKE et al., 2012).

Sobre os biocombustíveis, no caso o etanol, a demanda tem sido crescente a cada ano, como substituto de combustíveis fósseis ou como aditivo para eles, principalmente porque se trata de um combustível renovável e reduz as emissões de gases de efeito de estufa (GEE), combatendo alterações climáticas e promovendo a diversificação do uso de energias renováveis (LEAL et al., 2013, MACEDO et al., 2008, MEYER; PRIESS, 2014, WANG et al., 2014).



**Figura 5.1.** Gráfico com os valores comparados de área plantada de cana-de-açúcar no Brasil, na região Centro-Sul e no estado de São Paulo, nas últimas dez safras (2005 - 2015). *Fonte:* CONAB, UnicaData.



No cenário internacional, acordos e protocolos ambientais estabeleceram metas para a redução de emissão de GEE baseados no incremento da utilização de combustíveis renováveis (UNFCCC, 1992). Uma Diretiva da União Européia estabeleceu que 20% de toda a demanda de combustível, e 10% no setor de transporte, é a meta a ser alcançada nas próximas décadas (EC, 2009). Os Estados Unidos também têm suas recomendações para promover a expansão dos combustíveis renováveis (EISA, 2007; EPA, 2010). Apesar de o país ser o maior produtor de etanol de milho, eles são os maiores importadores do etanol brasileiro (LEAL et al., 2013, UNICADATA, disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>).

Com relação ao mercado interno, o principal fator para a expansão da cana-de-açúcar foi o advento dos veículos *flex-fuel* (bicomcombustível) e o estabelecimento dessas plataformas na indústria automobilística nacional desde os primeiros anos do século 21. Atualmente, esta frota corresponde a quase 90% da produção total de veículos (ANFAVEA, 2013). Outro fator que aumenta a demanda do etanol é que ele apresenta uma vantagem de preço sobre a gasolina (FREITAS; KANEKO, 2011, GOLDEMBERG et al., 2008).

Tão importante quanto o etanol, a produção de açúcar também é uma fator importante para a expansão do setor canavieiro, uma vez que o mercado de *commodities* regula os percentuais de produção destes produtos. Não obstante, o Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar, com mais de 30 milhões de toneladas produzidas em 2014 (FAO, 2014, IBGE, 2014, USDA, 2014).

Mudanças na produção relativa entre açúcar e etanol são reguladas pela necessidade do mercado ou por acontecimentos climáticos. O que não muda é a matéria-prima e a demanda por produtos à base de cana-de-açúcar está em crescimento (FAO, 2014), servindo de força motriz para a expansão de lavouras no estado de São Paulo e em outras regiões (MARTINELLI; FILOSO, 2008).

### 5.1.2. Estado da natureza no estado de São Paulo

Antes de relacionar as pressões e impactos do setor sucroalcooleiro à biodiversidade é necessário saber como o ambiente se apresenta. Sem este diagnóstico o risco de se optar por estratégias de desenvolvimento equivocadas é maior. Isto porque a falta de conhecimento ou informações reduz a confiabilidade dos instrumentos e, conseqüentemente, das políticas (CLARK, 1992).

Sabe-se que a perda da biodiversidade está aumentando a um ritmo sem precedentes na história (CBD, 1992, LEADLEY et al., 2010), sendo ainda mais acentuada em áreas urbanas e onde há altos níveis de fragmentação e alterações nos usos da terra (GORDON et al., 2009, TABARELLI; GASCON, 2005). Visto que São Paulo é a região mais desenvolvida e populosa do Brasil, o estado enfrenta o maior obstáculo para a conservação ambiental: as distâncias entre fragmentos e a ausência de corredores ecológicos, reduzindo a conectividade da paisagem e o movimento de espécies pela matriz predominantemente agrícola (FAHRIG, 2003, FAHRIG et al, 2011, LYRA-JORGE et al., 2010).

O estado possui cerca de 17% da cobertura florestal original, com remanescentes pequenos e recortados (METZGER et al., 2008, IF, 2010). O estado de conservação da vegetação natural em São Paulo foi avaliado pelo Instituto Florestal (ligado à Secretaria de Meio Ambiente) em 2010. Este diagnóstico mostrou um incremento no quesito área de cobertura em relação ao levantamento de 2005, sendo este último a base do ZAA-SP. Apesar de alguns autores afirmarem que a região está de fato passando por um aumento da cobertura florestal, a aplicação de imagens de satélite com maiores resoluções tem melhorado a precisão no processo de diagnóstico remoto da vegetação, sendo parcialmente responsável por este cenário de transição florestal<sup>11</sup> (FARINACI; BATISTELA, 2012, IF, 2010, KRONKA et al., 2005).

Dois importantes biomas ocorrem em seu território, ambos considerados *hotspots* de biodiversidade: a Mata Atlântica e o Cerrado (MYERS et al., 2000). O Cerrado apresenta uma perda de 88% da cobertura original durante os últimos 30 anos, ultrapassando as taxas de desmatamento da floresta amazônica (ROMA; VIANA, 2009). Estima-se que 44% da flora do Cerrado é endêmica e mais de 20% das espécies ameaçadas estão desprotegidas (DURIGAN et al., 2007, KLINK; MACHADO, 2005, RODRIGUES; BONONI, 2008., 2008). Sua ocorrência vai desde os estados da região Norte e Nordeste do Brasil, ocupando parte do Planalto Central e regiões mais ao Sul, incluindo estados do Sudeste.

Já em relação ao bioma Mata Atlântica, que se estende ao longo da costa brasileira, chegando a algumas áreas mais interiores ao sul do Brasil, estima-se que exista apenas 11,26% da cobertura original remanescente, apresentando a maioria dos fragmentos (83,4%) tamanhos menores que 50 ha (RIBEIRO et al., 2009). Em São Paulo este cenário não é diferente, fragmentos maiores estão em sua maioria restritos à região da Serra do Mar (boa parte sob algum tipo de proteção). Já no interior se encontram apenas manchas de habitat

---

<sup>11</sup> Transição florestal se contrapõe ao cenário de degradação e/ou desmatamento, caracterizado pelo incremento da cobertura florestal.

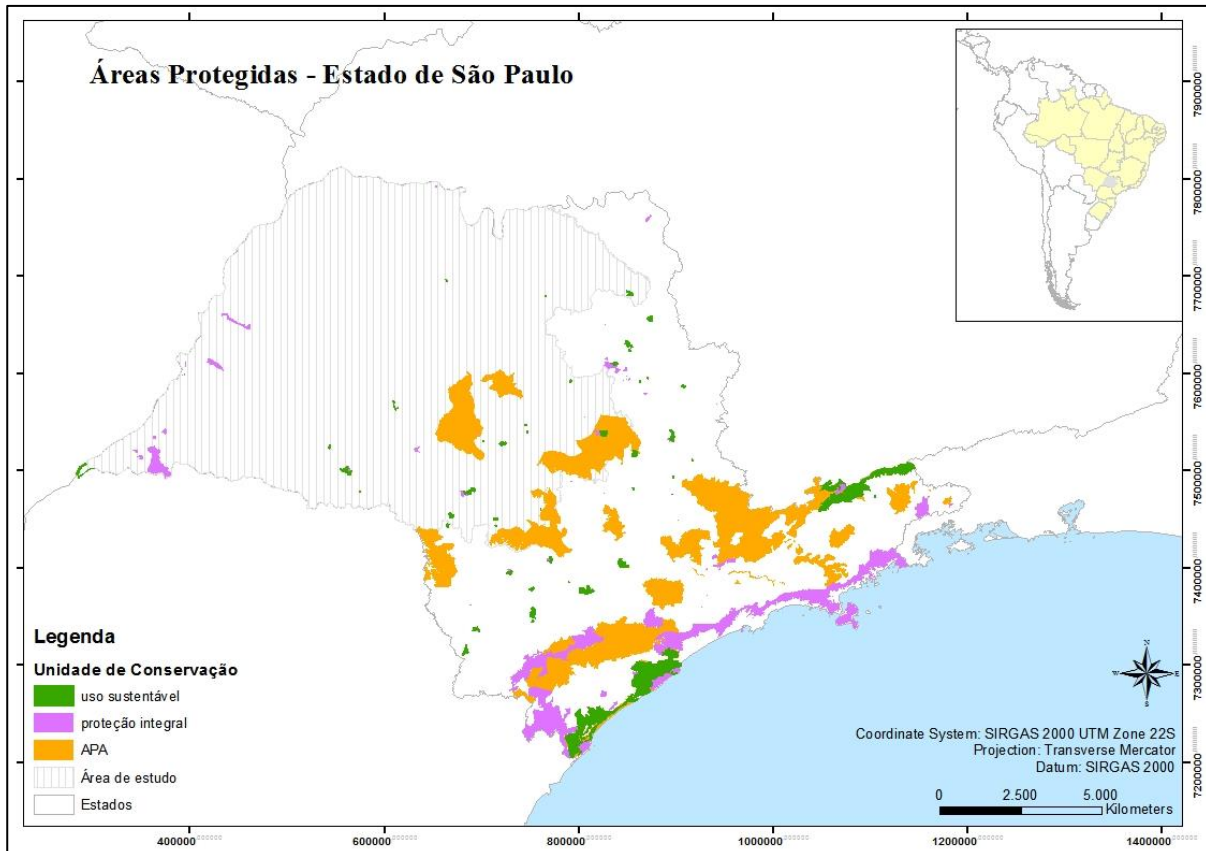
pequenas e isoladas (principalmente de Floresta Estacional Semidecidual), misturadas com manchas de fitofisionomias do Cerrado.

Ambos os biomas têm leis específicas (Mata Atlântica em nível nacional e Cerrado em nível estadual) apontando alvos de conservação e regras para gestão e conservação (BRASIL, 2006; SÃO PAULO, 2009). Elas distinguem as fitofisionomias dentro desses biomas, que devem ser consideradas em programas de compensação ambiental ou mesmo para a seleção de novas áreas protegidas.

Sobre o tema áreas protegidas (AP), o Brasil possui seu Sistema Nacional de Unidades de Conservação, o SNUC. Criado por lei, este sistema divide as áreas protegidas (Unidades de Conservação – UC) em duas categorias de acordo com o nível de proteção: as Unidades de Proteção Integral (UPI) – áreas onde se permitem usos indiretos como pesquisa e contemplação – e as Unidades de Uso Sustentável (UUS) – com usos diretos permitidos, desde que baseados no desenvolvimento sustentável – as quais possuem diferentes tipologias de áreas legalmente protegidas, em sua maioria de domínio público (BRASIL, 2000).

Este sistema inclui UCs federais, estaduais e municipais. No entanto, como visto para cobertura vegetal, São Paulo apresenta uma pequena porcentagem de Unidades de Conservação, concentradas nas proximidades da costa atlântica (Fig. 5.2, Tabela 5.1). Estas regiões próximas ao litoral apresentam em sua maioria domínios da Mata Atlântica, negligenciando a proteção das Florestas Estacionais do interior, além de áreas de domínio Cerrado.

Há também uma falta de corredores naturais de ligação destas áreas protegidas, devido principalmente ao descumprimento da lei florestal vigente que determina a proteção de áreas sensíveis como corredores ripários e cabeceiras de bacias (BRANCALION; RODRIGUES, 2010, SPAROVEK et al., 2010, 2012). Isto reduz a eficiência das UCs em conservar a biodiversidade, já que a adoção destes espaços protegidos não garante o sucesso da conservação biológica e necessita de complementações para reduzir impactos sobre a biodiversidade, principalmente em ambientes muito fragmentados (PARDINI et al., 2010, SBPC;ABC, 2011).



**Figura 5.2.** Áreas protegidas no estado de São Paulo, divididas por categoria de proteção (APAs em destaque dentro do grupo de UUS). Fonte: Programa Biota/FAPESP.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) indicou áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade em nível federal, com diversas prioridades de ação para todo território, inclusive para o estado de São Paulo (MMA, 2007). Neste estado (SP) o Programa Biota-FAPESP sobre conservação da biodiversidade apontou mais de 3 milhões de hectares a serem protegidos por algum tipo de UPI (RODRIGUES; BONONI, 2008, 2008). Apesar disso, pouco foi alterado quanto ao número de áreas protegidas no estado nos últimos anos.

**Tabela 5.1.** Quantidade de áreas protegidas (em hectares) no estado de S. Paulo e na área de estudo.

Categoria	Estado de SP*		Área de estudo**	
	Área	%	Área	%
<b>Proteção Integral</b>	869.803,89	3,50	70.368,78	0,53
<b>Uso Sustentável</b>	349.726,54	1,41	20.552,55	0,15
<b>APA</b>	2.800.301,73	11,27	679.089,97	5,08

\*Área do Estado de SP: ~ 24,85 Mha; \*\*Área de estudo: ~13,37 Mha.

A criação de novas UCs de domínio público (principalmente aquelas de proteção integral) pressupõe arranjos institucionais e econômicos que superam as preocupações ambientais. Por exemplo, ao estabelecer a criação de um Parque Estadual (UPI), a legislação não permite a existência de propriedades privadas dentro de seus limites, portanto é necessário que ocorra desapropriações das terras que estejam na área estipulada para o parque, o que nem sempre acontece de acordo com a lei. E quando ocorrem acabam trazendo custos financeiros altos aos cofres públicos, sem contar os processos judiciais inerentes ao processo, reconhecidamente morosos.

A alternativa em termos de gestão é o estabelecimento de UUS, notadamente as Áreas de Proteção Ambiental (APA), que permitem atividades de exploração em terras particulares dentro de seus limites, reduzindo a necessidade de desapropriações. No entanto, muitas vezes a tentativa de estabelecer restrições a atividades econômicas nestas áreas enfrenta protestos e desmandos, principalmente do setor econômico, contrários a muitas medidas de proteção que possam trazer algum tipo de custo. Desta forma a figura protetiva das APAs é muito limitada, quando não totalmente nulas (ROMA; VIANA, 2009).

Diante deste cenário, as áreas protegidas em terras rurais privadas desempenham importante papel na consecução dos objetivos de conectar a paisagem ou mesmo como áreas de habitat protegidas, no caso das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) ou das figuras protetivas da lei florestal (BRASIL, 2000, 2012). A lei florestal brasileira, recentemente alterada, impõe dois tipos de AP obrigatórias em terras privadas, as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL), cada uma englobando diferentes funções na paisagem e nos ciclos naturais (METZGER, 2010; SOARES-FILHO et al., 2014).

De acordo com a lei nº 12.651/12, o estabelecimento das APPs e RLs deve considerar o tamanho da propriedade para a contagem da área a ser protegida. Assim, torna-se essencial a avaliação acerca da estrutura fundiária dos territórios, buscando a criação de sistemas de áreas legalmente protegidas fora das UCs de domínio público, melhorando a eficiência da conservação da biodiversidade.

No Brasil, 0,3% das propriedades rurais representa quase 30% da área do território nacional, enquanto a grande maioria (82,47%) são propriedades menores que 100ha, (MARTINELLI et al., 2010). Em São Paulo 66% das propriedades são consideradas como sendo pequenas propriedades, mas em área total elas representam apenas 15% do território do estado (IBGE, 2006). Estas propriedades possuem um déficit de área protegida, somente em relação às RLs, de cerca de 36 milhões de hectares (SPAROVEK et al., 2010). Para Soares-Filho et al. (2014), o déficit das duas áreas protegidas (RL e APP), que seria de 50 milhões de

hectares de acordo com o Código Florestal de 1965, foi reduzido para pouco mais de 20 milhões com as alterações da lei em 2012.

Em termos de espécies, com foco nas ameaçadas, levantamentos de agências ambientais e institutos de pesquisa estimam que exista cerca de 500 espécies de fauna ameaçadas no território paulista, considerando-se os critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) (SÃO PAULO, 2014). A lista de espécies ameaçadas (*redlist*) incluiu em sua última edição várias espécies nomeadas como prioritárias para novos inventários segundo o Programa Biota/FAPESP, mostrando que a falta de informação ainda é um obstáculo para estabelecimento de ações estratégicas de conservação (RODRIGUES; BONONI, 2008., 2008).

Neste quesito, apesar do grande número de dados levantados em São Paulo, em grande parte devido ao grande número de centros de pesquisa e ensino, a sistematização destas informações ainda é um grande obstáculo. Há ainda muito material de coleta biológica aguardando especialistas para descrevê-los em coleções e museus destas instituições.

Um exemplo deste tipo de sistema de informação, que vem sendo desenvolvido para fornecer dados sobre a biodiversidade no estado de São Paulo, é o *SpeciesLink*. Este sistema de informações biológicas reúne uma rede de dados de museus de história natural, coleções, levantamentos em campo e outros bancos de dados (disponível em <<http://smlink.cria.org.br/>>), com o objetivo de sistematizar e permitir o acesso aos interessados sobre a ocorrência de espécies.

Higgs (1999) enfatiza que o desenvolvimento de sistemas para disponibilização de informações ambientais em plataformas de SIG é perfeitamente plausível, até aconselhável. Porém deve se preocupar com as limitações impostas pela acurácia dos dados utilizados, visto que integrar diferentes fontes necessita de uma avaliação sobre a qualidade destas informações. O próprio *SpeciesLink* aponta em seus indicadores que menos de 50% dos registros disponíveis dos quais ele tem acesso estão georreferenciados.

Finalizando, vale destacar alguns aspectos relevantes à biodiversidade na região Noroeste do estado de São Paulo (área de estudo). Nessas regiões ambas as pressões e degradação estão localizadas na mesma área, aumentando os impactos sinérgicos das ações humanas sobre a biodiversidade. Ela apresenta a maior expansão dos canaviais e usinas do estado (GALLARDO; BOND, 2011; RUDORFF et al, 2010).

O mais preocupante no cenário da biodiversidade se deve às deficiências de informações quanto ao estado de conservação dos remanescentes, grau de fragmentação e isolamento (RODRIGUES; BONONI, 2008, 2008, NECCHI JR., 2011). Além disso, UCs de

proteção integral representam apenas 0,5% da região e a cobertura florestal da área de interesse desta pesquisa é de 7,49%, enquanto que a média do estado é mais que o dobro disso (Tabela 5.2).

**Tabela 5.2.** Áreas absolutas e relativas de UCs e da cobertura florestal no estado de São Paulo e na área de estudo, segundo as bases adotadas.

Tema	Categoria	Estado de SP		Área de estudo		
		Área	%	Área	%	%*
UCs	Proteção Integral	869.803,89	3,50	70.368,78	0,53	0,28
	Uso Sustentável	349.726,54	1,41	20.552,55	0,15	0,08
	APA	2.800.301,73	11,28	679.089,97	5,08	2,73
Cobertura Florestal	KRONKA et al., 2005	3.468.832,72	13,97	729.490,45	5,45	2,94
	IF, 2010	4.364.094,22	17,57	1.001.372,25	7,49	4,03

\*Em relação ao estado de SP

Soma-se a isto a falta de compromisso ambiental por parte dos proprietários de terras, que aliada às questões econômicas reduz o cumprimento legal das APPs e RLs (MARQUES; RANIERI, 2012), afetando consequentemente a resiliência das espécies devido à falta de corredores naturais em áreas sensíveis, tais como linhas ribeirinhas ou encostas mais íngremes (BELTRÃO; MEDEIROS; RAMOS, 2009). Alia-se ainda a redução no número total de áreas protegidas em decorrência da mudança na lei florestal e a anistia aos desmatadores (SOARES-FILHO et al., 2014)

### 5.1.3. Pressões e Impactos sobre a biodiversidade paulista

As pressões são as causas dos problemas ou impactos (SEGNESTAM, 2002). Esta concepção varia entre os diferentes estudos de acordo com o objeto das alterações, as suas relações, características e o nível de detalhe (MAXIM et al., 2009). Descrevem-se aqui, concomitantemente, as pressões e impactos do setor sucroalcooleiro sobre a biodiversidade, buscando facilitar a correlação entre os diversos fatores levantados.

As alterações do uso do solo (LUC, do acrônimo em inglês *Land Use Change*) foram apontadas como uma das maiores pressões para a diversidade biológica (PARDINI et al.,

2010). Visto que a expansão da cana-de-açúcar é um fator relevante para estas mudanças (MIYAKE et al., 2012, WALTER et al., 2011), os efeitos da cultura sobre o status da biodiversidade são múltiplos. Campos de pesquisa e abordagens independentes indicam interferências em recursos bióticos e abióticos em paisagens agrícolas, as quais podem ser prejudiciais para a biodiversidade como um todo, para a provisão de serviços ecossistêmicos<sup>12</sup> e mesmo para o cenário de mudanças climáticas (CROUZEILLES; LORINI; GRELE, 2010, EGESKOG et al., 2014, HODGSON et al., 2009).

Apesar disso, o estabelecimento destas lavouras não tem sido considerado uma pressão para a biodiversidade em São Paulo porque a expansão está sendo dada por meio de substituição de culturas alimentares e áreas de pastagem, sem exigir novos desmatamentos em áreas naturais (EGESKOG et al., 2014, GOLDEMBERG et al., 2008, RUDORFF et al., 2010, SMEETS et al., 2008, WALTER et al., 2011). Nota-se, portanto, que as pressões e impactos do setor canavieiro em escala local e regional não estão necessariamente ligados a perdas de habitats, mas sim a características destas paisagens, principalmente a matriz predominante, e as interações entre os diversos usos da terra (PREVEDELLO; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2011).

Embora as taxas de desmatamento em São Paulo estejam sob controle, a produção de cana-de-açúcar como monocultura de grande escala é uma grande pressão para a conservação biológica porque a expansão destes tipos de manejo implica na homogeneização da paisagem, decorrentes da redução de mosaicos de uso da terra e redução de interações em áreas de contato entre estes diferentes usos (FAHRIG et al., 2011, MOREIRA et al., 2015).

Estas áreas são de extrema relevância ecológica, haja vista a influência que fenômenos físico-químicos e biológicos sofrem, afetando a resiliência ecológica das populações locais, positiva e negativamente (EWERS; BANKS-LEITE, 2013, LIMA-RIBEIRO, 2008). São, portanto, relevantes para a avaliação de alterações na estrutura e relações da paisagem (MEA, 2005, ROLDAN-MARTIN et al., 2006).

As áreas de contato entre fragmentos e matriz influencia a composição destas áreas naturais de formas diferentes. A redução no número destas fronteiras pode: (i) causar extinção de populações sensíveis que interagem nestes domínios, (ii) aumentar os efeitos de borda e (iii) facilitar a colonização de espécies exóticas ou aquelas com comportamento generalista (CHIARELLO, 2000; GASCON et al., 1999, PARDINI et al., 2010, SHIRLEY; SMITH, 2005).

---

<sup>12</sup> O conceito de serviços ecossistêmicos se refere aos benefícios diretos e indiretos para o bem-estar humano advindos do bom funcionamento dos ecossistemas.



Além disso, paisagens dominadas por culturas agrícolas tendem a ser mais fragmentadas do que aquelas dominadas por pastagens, exigindo diferentes abordagens de conservação (CARVALHO et al., 2009). Por exemplo, Prevedello e Vieira (2010) demonstraram que a orientação de linhas de plantio pode influenciar o movimento de animais pelos talhões em paisagens agrícolas.

Já Pardini et al. (2010) e Andrén (1994) apontaram que o efeito da fragmentação varia de acordo com a cobertura florestal das paisagens analisadas e que diferentes espécies respondem de modo diferente às alterações do meio. Diante do cenário fragmentado da cobertura florestal do estado (Tab. 5.2) o desafio é evitar a perda de novas áreas de mata nativa e ainda estabelecer programas de restauração florestal, que por sua vez devem ser elaborados considerando diferentes aspectos da paisagem (TAMBOSI et al., 2014).

Há uma série de aspectos ambientais e/ou ecológicos baseados em padrões de paisagem que influenciam no estado de conservação e na priorização de ações de proteção e restauração (BOSCOLO; METZGER, 2011, HODGSON et al., 2010, MARTENSEN et al., 2008, 2012, UEZU et al., 2008). Os principais aspectos discutidos estão relacionados com a extensão e distribuição das áreas protegidas e dos sistemas naturais, com o desmatamento e a fragmentação de habitats, com o isolamento e a qualidade da matriz, além da degradação da qualidade ambiental (fatores biofísicos). Aspectos inerentes ao desenvolvimento e atual cenário de expansão do setor sucroalcooleiro (FILOSO et al., 2015).

As áreas sensíveis também são uma preocupação. As afirmações alegando que as áreas de expansão da cana-de-açúcar estão longe de biomas sensíveis não são verdadeiras. No território de São Paulo temos diferentes fitofisionomias de Mata Atlântica e Cerrado, considerados *hotspots* de biodiversidade (MYERS et al., 2000), que já enfrentam pressões antrópicas porque seus remanescentes encontram-se fragmentados e isolados (DURIGAN et al, 2007; RIBEIRO et al, 2009; IF, 2010; SOARES-FILHO, 2014). Outra pressão da expansão de culturas canavieiras no Centro-Sul do Brasil é a expansão da fronteira agrícola aos estados da região amazônica, gerando impactos diretos na biodiversidade dessas áreas (LAPOLA et al., 2010, MARTINELLI; FILOSO, 2008, SÁ; PALMER; DiFALCO, 2013).

Numa escala local de análise do setor, as atividades de manejo, juntamente com as pressões de alteração do uso do solo, são capazes de exercer impactos diretos e indiretos sobre a fauna e flora associadas, dependendo das características da paisagem e o nível de degradação (DUARTE et al, 2013, FAHRIG et al., 2011, WALTER et al., 2011). Com relação às atividades agrícolas, as lavouras de cana-de-açúcar têm que ser preparadas,

semeadas, fertilizadas, manejadas e colhidas, além do transporte de matérias-primas, resíduos e produtos gerados nas usinas.

Dois aspectos estão diretamente ligados ao aumento das pressões do setor canavieiro como atividade agrícola e como matriz predominante de paisagens sobre a biodiversidade: o aumento de redes de estradas e corredores de tráfego interno nestas áreas (próximas a refúgios de fauna e de recursos ambientais) e o uso de técnicas de manejo de colheita com uso de fogo (AGUIAR et al., 2011, EGESKOG et al., 2014, LIU et al., 2014).

Os efeitos das estradas podem ser: perda de habitat e modificações nas populações diretamente afetadas, cometimento de efeitos de borda para regiões mais interiores dos fragmentos, criação de barreiras e respectivo isolamento de populações sensíveis, torna-se fonte de distúrbio (pressão) constante ao entorno, aumenta a taxa de atropelamentos e aumenta a acessibilidade do homem a ambientes antes inalterados (ANDREWS, 1990). Pesquisas relacionadas aos impactos de estradas sobre populações mostram que estradas próximas a fragmentos florestais apresentam taxas mais elevadas atropelamento de fauna (CÁCERES et al., 2012, COSTA; DIAS, 2013).

Só para pontuar, a fauna edáfica é comumente negligenciada por avaliações ambientais porque em escalas de análise regionais ou de paisagem, outros fatores parecem sobrepor a sua relevância, mas em escalas locais estes animais desempenham papéis importantes em sistemas agroecológicos (ANDERSON, 2009). Áreas naturais apresentam índices de diversidade da macrofauna edáfica maiores que em áreas de plantio de cana-de-açúcar, e o manejo do solo na última pode afetar o tamanho destas populações (PASQUALIN et al., 2012). Assim, processos erosivos e a compactação dos solos podem atenuar os efeitos sobre estes animais.

No que tange o monitoramento da qualidade ambiental de paisagens agrícolas, estas espécies funcionam como indicadores de qualidade ambiental. Tal qual para o grupo de macroinvertebrados aquáticos e peixes, onde a riqueza de espécies é reduzida em riachos cercados por canaviais e espécies generalistas são dominantes nessas áreas (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008, BELTRÃO; MEDEIROS; RAMOS, 2009).

Já para aves, estudos mostram comportamentos diferenciados destes animais quanto à qualidade e tipos de uso do solo na matriz (ANTOGIOVANNI; METZGER, 2005, LAURANCE, GOOSEM; LAURANCE, 2009, MARTENSEN et al., 2012, PARDINI et al., 2010). O primeiro mostrou que entre sete espécies de sub-bosque, algumas aves ocupavam pequenos fragmentos próximos a grandes áreas naturais contínuas, outras espécies mais sensíveis não conseguiam chegar a estas pequenas manchas ou nem mesmo atingir a matriz nas proximidades (ANTOGIOVANNI; METZGER, 2005).

Para mamíferos, principalmente os de médio e grande porte, os impactos são muito sentidos pela maior necessidade de deslocamento na paisagem, em busca de alimento e abrigo (BUENO; FAUSTINO; FREITAS, 2013). Além disso, aumenta os riscos para os seres humanos envolvidos em acidentes com estes animais. As sugestões de mitigação para este tipo de impacto, baseados em aspectos ecológicos e estruturais, indicam ações de sensibilização e cautela no uso de áreas mais sensíveis sob o aspecto ecológico, como em regiões mais úmidas próximas a rios e outros corpos d'água, que é muito usado para dessedentação de diversas espécies, incluindo algumas mais associadas a estes ambientes, como anuros e capivaras (BUENO; FAUSTINO; FREITAS, 2013, COELHO et al., 2012).

Quanto à questão das queimadas, devido a impedimentos tecnológicos a colheita mecanizada só é possível atualmente em áreas apresentando declividades menores que 12% (SÃO PAULO, 2002, 2003). Por causa disso, a queima de palha de cana-de-açúcar é uma prática comum para a colheita manual, mesmo em áreas onde elas deveriam ser evitadas (AGUIAR et al., 2011).

Independentemente da redução do uso desta prática nos últimos anos, ela ainda é uma pressão sobre os ecossistemas agroecológicos. De acordo com Aguiar et al. (2011), ~ 44% da colheita total de lavouras de cana ainda utilizavam tais práticas. Dados do projeto CanaSAT, do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) apontam que quase 30% da colheita em 2012 foram previamente queimadas.

Apesar de não ser foco deste trabalho, vale mencionar ainda outra preocupação em relação às queimadas que são as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Estes exercem indiretamente pressão sobre a biodiversidade através da aceleração de mudanças climáticas (EGESKOG et al., 2014, FILOSO et al., 2015). No entanto estas emissões ainda precisam ser melhores estimadas. França et al. (2014) mostraram diferentes taxas de emissão para alguns GEE em comparação com conjuntos de dados oficiais da companhia ambiental de São Paulo (CETESB, 2011), apontando a necessidade de uma padronização de metodologias e critérios em relação ao tema, principalmente na quantificação destas práticas do setor em questão.

O compromisso para se acabar com a queima da palha feita no Protocolo Agroambiental<sup>13</sup> para o setor foi eficaz no primeiro ano (2008), no entanto se observou nos anos posteriores uma redução da adesão pelo setor agrícola (AGUIAR et al., 2011, FRANÇA

---

<sup>13</sup> Este protocolo faz parte do Programa Etanol Verde, da SMA-SP. Firmou compromissos ambientais e de manejo de recursos e práticas, como a cessão de uso de práticas de queimadas e redução de uso da água na cadeia de produção.

et al., 2014) . Houve ainda um descumprimento por parte do setor em encerrar estas práticas nas áreas mecanizáveis (com declividades inferiores a 12%) até o ano de 2014.

As incidências de queimadas no ano de 2014 foram particularmente elevadas por causa do período de seca maior, o que aumentou a taxa de incêndios no estado em mais de 120% (INPE, 2014). Mesmo as práticas controladas de incêndio ainda trazem riscos potenciais, devido à baixa umidade do ar, o que pode causar queimadas inesperadas em áreas protegidas, afetando espécies ameaçadas. Além dos riscos aos remanescentes de vegetação, o manejo errado das queimadas também podem causar diversas mortes de animais silvestres que estejam ocupando a área no momento da queimada, encurralando-os nos talhões, que são queimados de fora para dentro.

Assim como para as fases de colheita, o relevo é um aspecto fundamental também nas fases de fertilização dos cultivos. As pressões sobre fatores abióticos relacionados ao equilíbrio ecológico, por exemplo, a contaminação de corpos d'água superficiais e de águas subterrâneas, são realçadas devido ao excesso de adubação química e uso de agrotóxicos, principalmente herbicidas e fertirrigação em campos de cultivo (ABRASCO, 2012, ARMAS et al., 2005;. ARMAS et al., 2007, CHRISTOFOLETTI et al., 2013). Associado a declividades mais acentuadas, o escoamento superficial aumenta a carga de matéria orgânica levada para rios e represas, principalmente pelo uso consolidado de APPs ripárias (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

As bacias hidrográficas predominantemente ocupadas por lavouras de cana-de-açúcar apresentaram índices elevados e prejudiciais de resíduos bioquímicos em córregos e na fauna e flora associadas (BELTRÃO; MEDEIROS; RAMOS, 2009, CORBI et al., 2006;. EGLER, 2012). O uso de agrotóxicos ainda afeta populações de polinizadores e a provisão de serviços ambientais essenciais a própria agricultura (KULDNA et al., 2009, MEA, 2005).

É importante ressaltar que as pressões e impactos apresentados nesta subseção podem afetar populações de espécies endêmicas e/ou ameaçadas (NECCHI Jr., 2011). Considerando-se que São Paulo ainda precisa ser mais bem avaliado em termos de conhecimento da riqueza e abundância de espécies (VARJABEDJIAN, 2010, TAMBOSI et al., 2014, SÃO PAULO, 2014), a precaução deve pautar o desenvolvimento do setor nestas regiões já bastante fragmentadas, já que estas informações ainda estão sendo sistematizadas e a falta de conhecimento pode trazer consequências negativas para o meio ambiente.

#### *5.1.4. Desdobramentos para o desenvolvimento de indicadores*

O desenvolvimento de indicadores é um desdobramento possível a partir deste panorama, desde que haja informação disponível em bases confiáveis (DURIGAN, 2009, GIBBONS et al., 2011). Apesar do número excessivo de indicadores desenvolvidos nas últimas décadas (GENG et al., 2014), o intuito destes é dinamizar o acompanhamento das mudanças (BÉLANGER et al., 2012, GIBBONS et al., 2011). Por isso quanto maior for o número de dados ecológicos disponíveis, maior é a possibilidade de se obter bons indicadores.

O uso do modelo DPSIR neste estudo foi utilizado pela sua capacidade de adaptação a múltiplas escalas de análise de processos e porque permite avaliar as causas e consequências de políticas voltadas a combater a perda de biodiversidade (KULDNA et al. 2009). Muitos autores têm indicado o uso deste modelo ligado a outras ferramentas de auxílio à tomada de decisões (ARTMANN, 2014, COMINO et al. 2104, MAXIM et al., 2009). No entanto, o seu uso isolado aqui foi capaz de indicar demandas da cadeia de produção, pressões e impactos do setor sucroalcooleiro de uma forma satisfatória.

Como a utilização do modelo DPSIR foi com objetivo de estabelecer um panorama para seleção de novos critérios e indicadores pertinentes ao estudo de caso, foi criado um quadro-resumo com observações acerca dos fatores levantados pelo modelo (Quadro 5.2).

Vale destacar que após o lançamento da publicação “Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo” (RODRIGUES; BONONI, 2008., 2008), esta passou a ser a linha de base para o desenvolvimento de políticas e ações ligadas ao tema conservação da biodiversidade no estado de São Paulo. Diversas leis e decretos se apoiaram nas informações do Programa para o desenvolvimento de instrumentos e estratégias de ação. Este foi o caso do desenvolvimento do ZAA-SP (SÃO PAULO, 2008a, 2008b), onde as indicações dos pesquisadores serviram de base para a definição das zonas de aptidão dentro do instrumento.

**Quadro 5.2.** Panorama DPSIR e desdobramentos para definição de indicadores (continua).

DPSIR	Fatores	Observações a respeito do desenvolvimento de critérios e indicadores
<b>Força-motriz (D)</b>	Demanda por biocombustíveis	Para este tópico deve se relacionar o acompanhamento da demanda nacional e internacional dos mercados de commodities e de veículos. Sua espacialização em ambientes de SIG se torna um pouco difícil, daí sua importância para o planejamento de ações voltadas à antecipação das demandas.
	Mudanças climáticas	
	Veículos bicompostíveis	
	Produção de açúcar	
	Vantagens econômicas sobre a gasolina	
DPSIR	Fatores	Observações a respeito do desenvolvimento de critérios e indicadores
<b>Estado (S)</b>	Cobertura florestal	Podem ser inúmeros indicadores, principalmente relacionados a métricas de paisagens e dados biológicos para reconhecimento da qualidade de fragmentos.
	<i>Hotspots</i> de biodiversidade	Acompanhamento de fatores como desmatamento e degradação nos domínios.
	Unidades de Conservação	A quantidade relativa de áreas protegidas é um bom parâmetro para acompanhamento deste fator. Pode se basear, por exemplo, no alcance das Metas de Aichi.
	APP, RL e estrutura fundiária	Respeito aos valores determinados em lei para a proteção destas áreas, principalmente nas APPs pelo seu papel de proteger recursos hídricos. No caso da Reserva Legal é necessário o conhecimento da estrutura fundiária, para cálculo de déficits e planejamento de compensações, visando ao incremento da conectividade.
	Espécies ameaçadas	As listas de espécies ameaçadas ( <i>redlists</i> ) estão em constante elaboração e atualização. Há somente a necessidade de se melhorar a disponibilização desta informação em plataformas georreferenciadas, com dados de ocorrências e áreas favoráveis, por exemplo.

**Quadro 5.2.** Panorama DPSIR e desdobramentos para definição de indicadores (continuação).

DPSIR	Fatores	Observações a respeito do desenvolvimento de critérios e indicadores
<b>Pressões (P) e Impactos (I)</b>	Fertilização e uso de agrotóxicos	Diversos atributos podem ser usados como indicadores, ou mesmo na união destes para criação de índices. Dados relevantes são o tipo de solo, declividade, carga de aplicação (escala local). Fatores climáticos também influenciam estes fatores.
	Criação de estradas; aumento no tráfego de veículos	Estes fatores devem ser planejados para evitar a proximidade de áreas ambientalmente sensíveis, tais como zonas úmidas e próximas a fragmentos.
	Práticas de queima da palha da cana-de-açúcar	A declividade também influencia este fator (pressão), portanto deve-se evitar a expansão para áreas onde não é possível a colheita mecanizada. Podem-se considerar ainda as emissões decorrentes destas práticas e os efeitos sobre a saúde (humana) e qualidade ambiental.
	Redução da heterogeneidade da paisagem	O conhecimento do uso do solo é fator essencial para este fator. Paisagens heterogêneas, teoricamente, possuem maior resiliência ao abrigarem maior diversidade de espécies. Indicadores que podem ser utilizados passam por áreas relativas dos usos na escala temporal, a quantificação de regiões de contato entre os diversos usos (mosaicos), entre outros.
	Mudanças no uso da terra	Este é o fator de pressão para o impacto de redução de heterogeneidade da paisagem. Podem-se associar indicadores e índices correlatos a ambos os fatores, além de dados sobre forças motrizes para alterações futuras.
	Degradação do solo	O estudo dos solos é uma parte da ciência bastante desenvolvida, porém a base de dados georreferenciados ainda são apresentadas em escalas muito pequenas. O acompanhamento de processos erosivos e a expansão sobre áreas sensíveis podem indicar melhores práticas e ações mitigatórias.
	Redução de áreas protegidas (áreas sensíveis)	Alterações na legislação ambiental tem reduzido o tamanho de áreas protegidas. Pode-se acompanhar a taxa de conformidade quanto à legislação, como as áreas de uso consolidado, as áreas pra compensação e reflorestamento. Torna-se necessário o planejamento de ações de restauração, com a indicação de áreas prioritárias para estas ações.

**Quadro 5.2.** Panorama DPSIR e desdobramentos para definição de indicadores (conclusão).

DPSIR	Fatores	Observações a respeito do desenvolvimento de critérios e indicadores
Pressões (P) e Impactos (I)	Efeitos de borda	Diferentes espécies têm respostas diferentes às perturbações causadas por efeitos de borda, que incluem perturbações em fatores bióticos e abióticos, desde a poluição sonora até a invasão de espécies exóticas dentro dos fragmentos. Pode-se associar o tamanho deste efeito nas regiões do interior do fragmento e definir valores condizentes com a estrutura ecológica da área em avaliação
	Emissão de GEE	Há diversos índices e parâmetros para este cálculo, cada um com seu método. A dificuldade está na definição de metodologia para cálculo de toda a cadeia produtiva. Cabe definir qual melhor se adapta para o objetivo traçado.
	Ameaças à fauna e flora	Conhecimento sobre as relações entre os diversos tipos de atividades do setor em questão. É possível o monitoramento da taxa de atropelamentos em áreas de cultivo, o uso de áreas consolidadas pela fauna, a redução das populações, a presença de espécies exóticas, etc.. É possível estabelecer, a partir de parâmetros definidos, zonas intangíveis ou mesmo áreas de preservação especiais, como corredores e trampolins ecológicos.
	Qualidade do ar	Indicadores como: material particulado, concentração de GEE podem ser utilizados. No entanto, há a necessidade distribuição de estações de monitoramento em áreas de expansão.

Diante das observações do quadro 5.2, nota-se que o conhecimento sobre o território, incluindo dados físicos, químicos e ecológicos, é essencial ao desenvolvimento de indicadores ambientais para o setor sucroalcooleiro. As etapas de diagnósticos dentro dos processos de AIA possuem vantagens ao ter que considerar o levantamento de informações na escala local.

No entanto, há um paradoxo entre as informações levantadas nestas etapas com o desenvolvimento das etapas de avaliação e monitoramento. Isto porque, como mencionado anteriormente, os processos ecológicos possuem diferentes escalas, tanto espaciais quanto temporais, assim como a própria biodiversidade, que deve ser avaliada em termos de espécies, de ecossistemas e de variabilidade genética (KHERA; KUMAR, 2010), o que significa que



nem todo conhecimento é possível sobre o meio e nem todos os dados adquiridos são relevantes para a avaliação de impactos.

Comparando-se os resultados obtidos pela análise de vulnerabilidade de Jordão e Moretto (2015) com os temas levantados pelo modelo DPSIR aqui aplicado, observam-se aspectos convergentes. Ambos os estudos enfatizam as necessidades para melhorar o instrumento, adicionando mais questões relacionadas com a conservação da biodiversidade, tais como:

a) Consideração da estrutura da paisagem: principalmente quanto à homogeneização da matriz pela monocultura, que empobrece as interações ecológicas e afeta as condições ambientais (bióticas e abióticas);

b) Preocupações com a cadeia de produção de cana-de-açúcar: as atividades agrícolas e métodos intrínsecos afetam direta ou indiretamente a biodiversidade devido à poluição do ar, ao uso de químicos, ao esgotamento de recursos (solo, água), ao desmatamento e fragmentação, ao atropelamento de fauna e ao uso de práticas de fogo nas colheitas;

c) Aperfeiçoamento de sistemas de áreas protegidas: incluindo áreas protegidas públicas e em terras privadas, que devem cumprir as exigências legais em suas terras (APP e RL).

Neste caso de estudo, a tomada de decisão quanto ao tipo de estudo ambiental com apoio no ZAA-SP desconsidera características locais relevantes para o planejamento do setor e perde a oportunidade de salvaguardá-las de maneira estratégica. Portanto é necessária a adaptação do instrumento às suas características e atualização das bases de dados utilizadas.

## **5.2. Cenários comparativos ao ZAA-SP**

São apresentados a seguir os resultados e a discussão acerca das análises espaciais, decorrentes da elaboração dos diferentes cenários para a área de estudo. Primeiramente, são apresentados os resultados da espacialização dos indicadores utilizados para a definição das zonas ‘inadequadas’ em ambos os grupos, bem como as bases utilizadas (Tab. 5.3). Este passo é importante pois a definição destas áreas influencia na delimitação das outras zonas, por exemplo, quando se aloca as zonas de amortecimento das UPIs (existentes e indicadas) como ‘áreas adequadas com restrições’.

**Tabela 5.3.** Total das áreas (em hectares) dos atributos fixos e alterados em cenários desenvolvidos para as áreas INADEQUADAS.

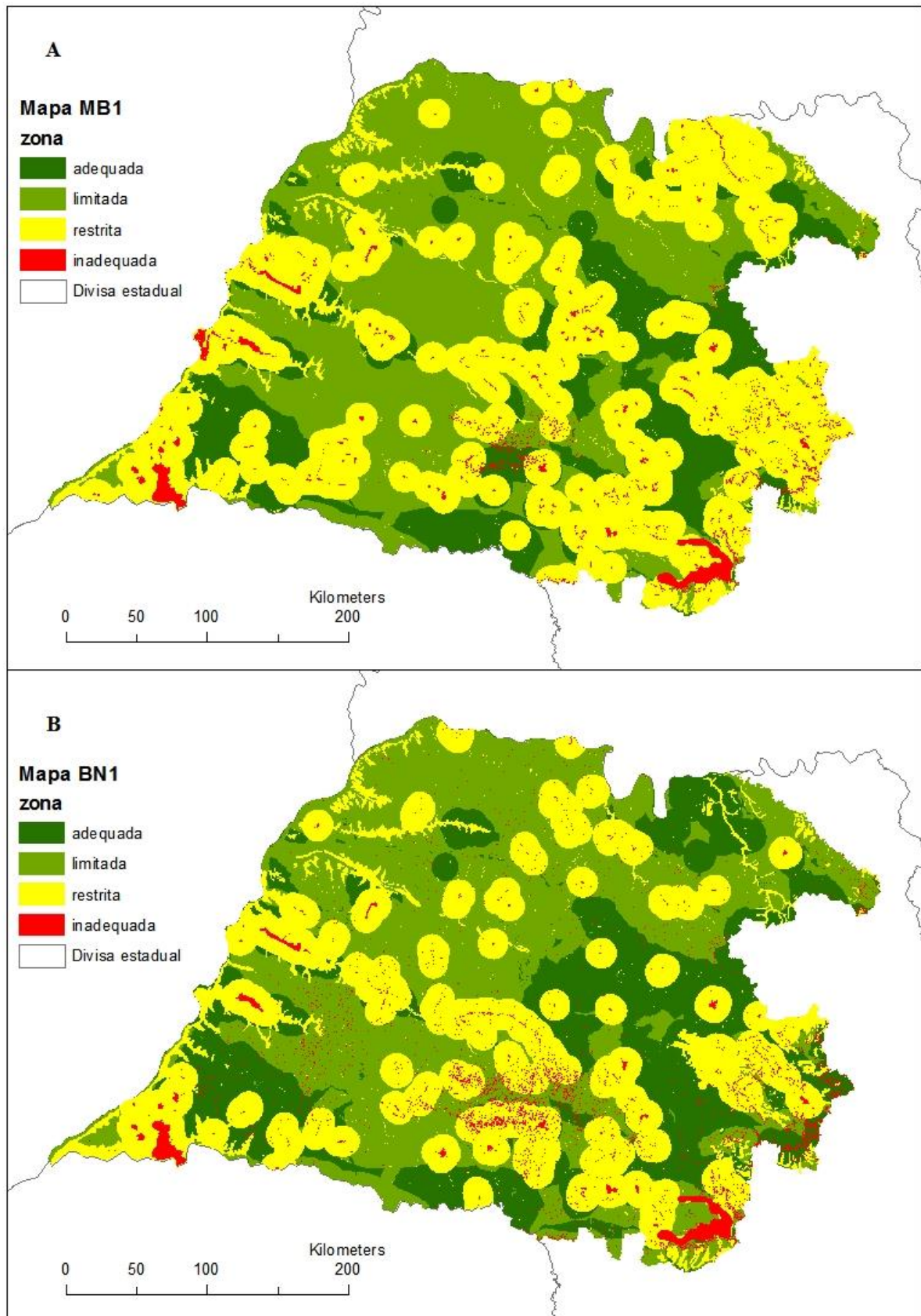
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO				
CATEGORIAS	Grupo MB		Grupo BN	
	Fonte: Biota/FAPESP		Fonte: IUCN/WDPA	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Proteção integral	70.368,78	0,53	85.276,96	0,64
Uso Sustentável	696.920,63	5,21	1.062.751,59	7,94
APA	679.089,97	5,08	1.047.089,35	7,83
Outras AP	20.552,55	0,15	15.662,23	0,12
ÁREAS INDICADAS SEGUNDO MÉTRICAS DE PAISAGEM				
CRITÉRIO	Grupo MB		Grupo BN	
	Fonte: KRONKA et al., 2005		Fonte: IF, 2010	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
A e B	162.721,53	1,22	55.562,83	0,42
C	130.302,57	0,97	77.258,68	0,58
A, B e C	293.024,10	2,19	132.821,51	0,99
ÁREAS NÃO-MECANIZÁVEIS				
CLASSES	Grupo MB		Grupo BN	
	Fonte: TOPODATA		Fonte: DEM – CPLA/SMA <sup>14</sup>	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
>20	89.605,83	0,67	284.302,05	2,12
>12	375.586,39	2,81	1.067.702,93	7,98
APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA (2 Grupos)				
Áreas inadequadas	IGC/CIAGRO		69.365,29	0,52

O total de áreas alocadas em cada zona nos mapas elaborados dentro dos grupos MB e BN são apresentados na tabela 5.4 e as figuras 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 apresentam, dois a dois, os mapas equivalentes entre os grupos (Quadro 3.1), com a espacialização das zonas dentro da área de estudo. Diante destas informações são discutidos a seguir os dois tipos de análises propostos nesta pesquisa para posterior comparação e análise da influência destes cenários dentro dos processos de licenciamento.

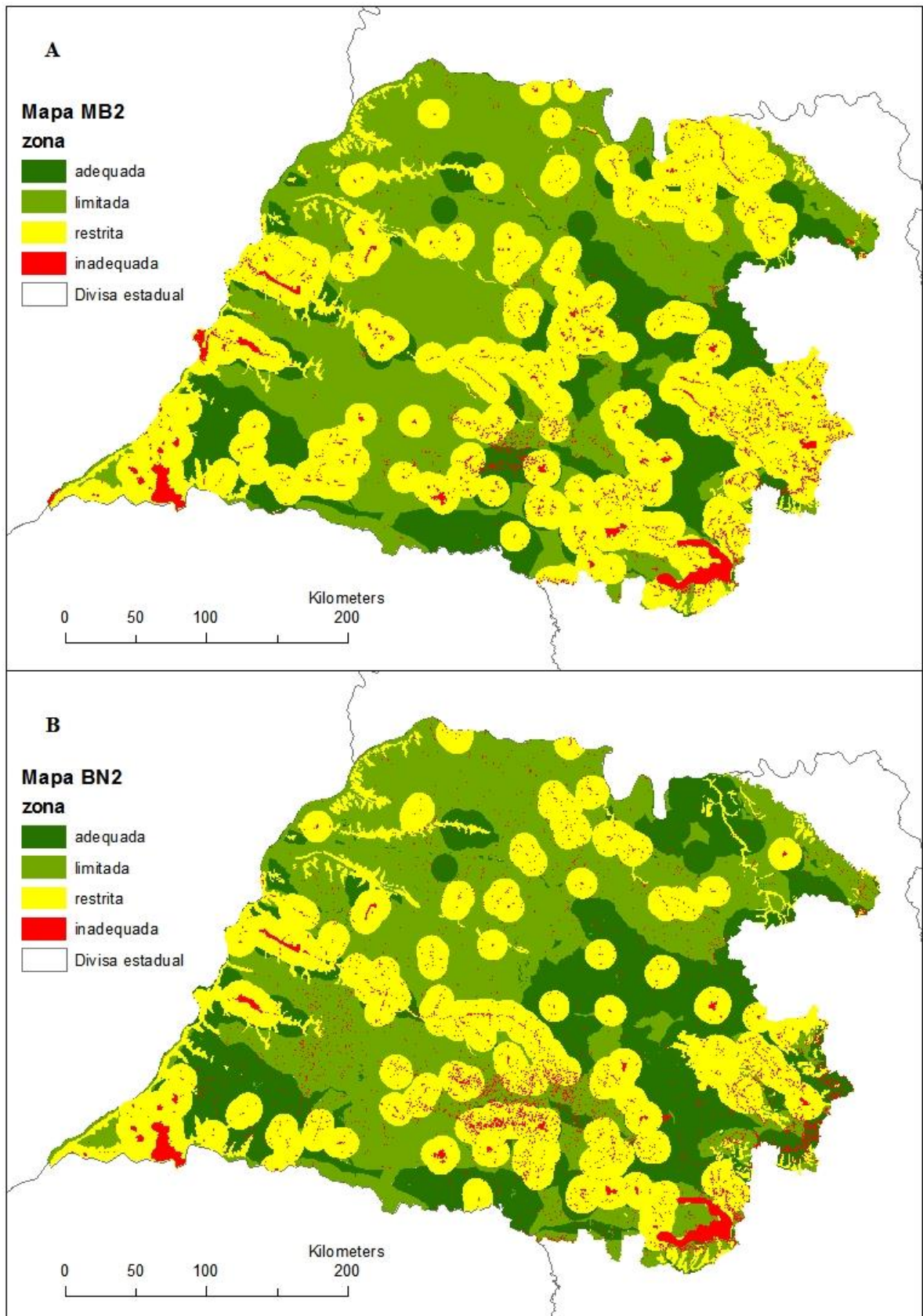
<sup>14</sup>Modelo Digital de Elevação do Estado de São Paulo gerado a partir das curvas de nível do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Geográfico Geológico (IGG) e Departamento de Serviços Geográficos do Exército, na escala 1:50.000 (projeto GISAT) – projeção horizontal 30m.

**Tabela 5.4.** Total de áreas (em hectares) de cada zona de aptidão para o setor sucroalcooleiro de São Paulo (na região de estudo) nos mapas dos grupos MB e BN (Área de estudo: 13.377.507,56ha).

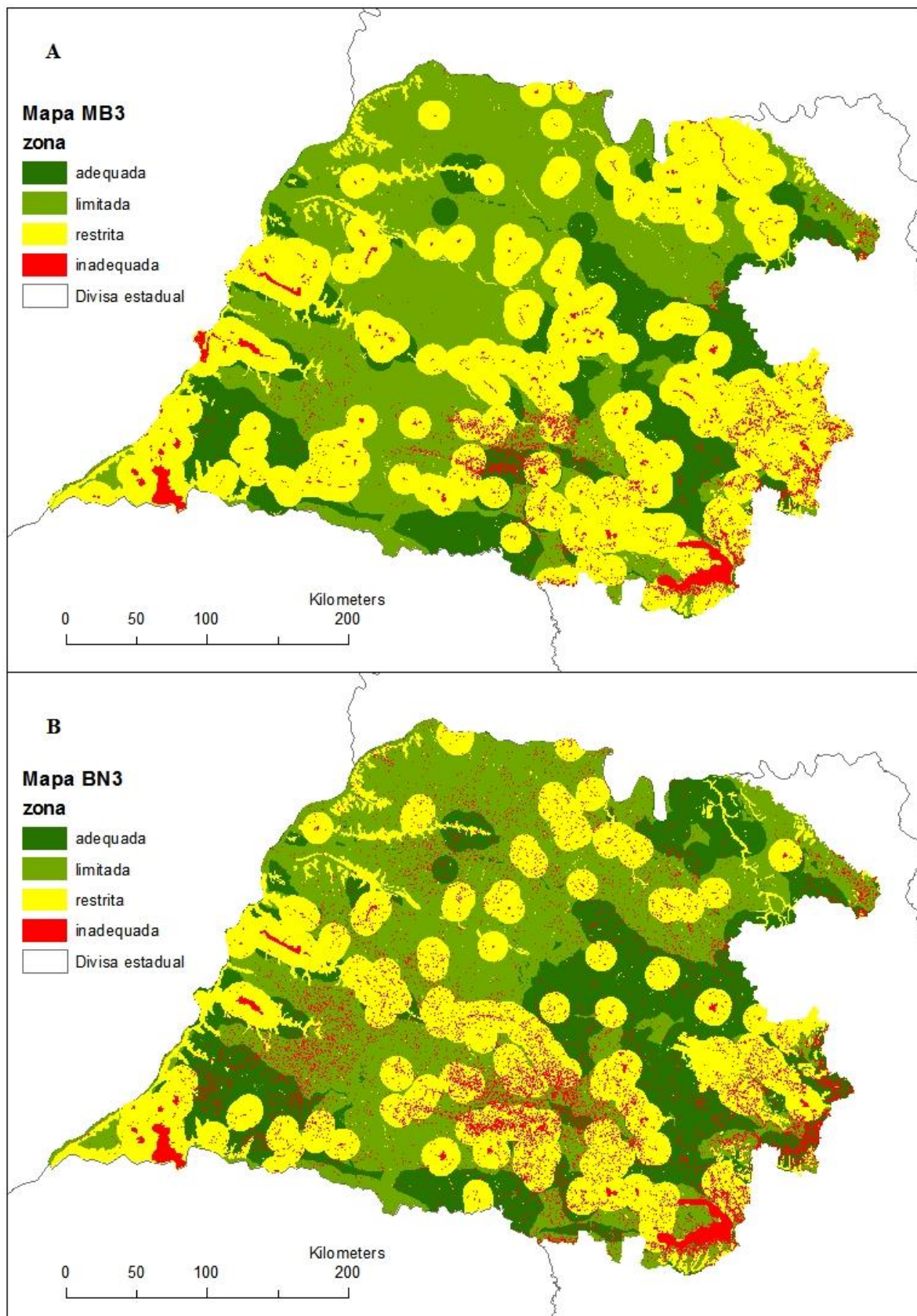
<b>Grupo MB</b>		<b>Adequadas</b>	<b>Adequadas com limitações</b>	<b>Adequadas com restrições</b>	<b>Inadequadas</b>
<b>Mapa MB1</b>	Area (ha)	2.142.539,34	4.720.619,75	6.170.503,29	343.845,18
	%	16,02	35,29	46,13	2,57
<b>Mapa MB2</b>	Area (ha)	2.141.708,91	4.718.484,10	6.038.693,06	478.621,49
	%	16,01	35,27	45,14	3,58
<b>Mapa MB3</b>	Area (ha)	2.078.226,85	4.447.301,07	6.232.095,13	619.884,51
	%	15,54	33,24	46,59	4,63
<b>Mapa MB4</b>	Area (ha)	1.911.267,39	4.324.845,33	6.391.638,51	749.756,32
	%	14,29	32,33	47,78	5,60
<b>Grupo BN</b>		<b>Adequadas</b>	<b>Adequadas com limitações</b>	<b>Adequadas com restrições</b>	<b>Inadequadas</b>
<b>Mapa BN1</b>	Area (ha)	3.030.571,56	5.047.478,22	4.836.578,12	462.879,67
	%	22,65	37,73	36,15	3,46
<b>Mapa BN2</b>	Area (ha)	3.028.794,23	5.047.417,06	4.761.500,34	539.795,93
	%	22,64	37,73	35,59	4,04
<b>Mapa BN3</b>	Area (ha)	2.860.707,27	4.753.436,31	4.532.352,43	1.231.011,54
	%	21,38	35,53	33,88	9,20
<b>Mapa BN4</b>	Area (ha)	2.733.051,20	4.533.182,80	4.807.016,67	1.304.256,90
	%	20,43	33,89	35,93	9,75
<b>ZAA-SP</b>	Area (ha)	2.437.045,03	6.963.234,54	3.635.544,80	341.974,70
	%	18,22	52,05	27,18	2,56



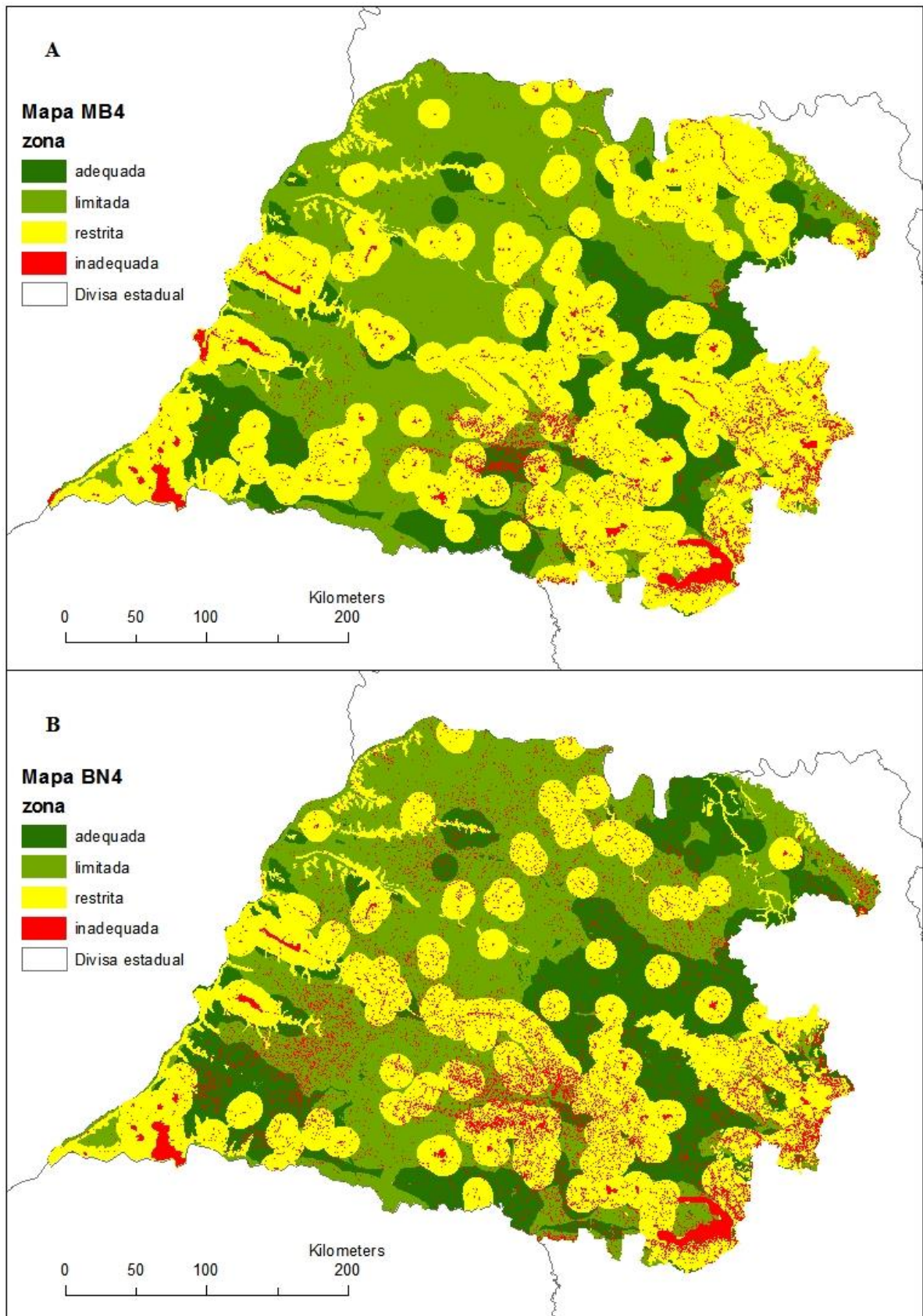
**Figura 5.3.** Delimitação das zonas nos mapas “iniciais”. **A.** Mapa MB1; **B.** Mapa BN1.



**Figura 5.4.** Delimitação das zonas nos mapas “intermediários”. **A.** Mapa MB2; **B.** Mapa BN2.



**Figura 5.5.** Delimitação das zonas nos mapas “intermediários”. **A.** Mapa MB3; **B.** Mapa BN3.



**Figura 5.6.** Delimitação das zonas nos mapas “finais”. **A.** Mapa MB4; **B.** Mapa BN4.

### 5.2.1. Avaliação das mudanças de parâmetros

Para todos os efeitos, como justificativa para os resultados apresentados nesta subseção, é preciso entender que o objetivo desta etapa foi analisar como a adoção de parâmetros mais adaptados ao contexto do setor sucroalcooleiro alteraria a conformação das zonas dentro do instrumento original. Esta é uma análise intragrupos, onde são analisados os dois grupos de cenários (MB e BN) independentemente.

Mesmo assim, enfatizar-se-á a discussão acerca dos mapas do grupo MB, tendo como premissa que, a partir das mesmas bases de dados utilizadas pelo ZAA-SP, tem-se um cenário que remete ao tempo de sua elaboração (ano de 2008), onde àquela época já se poderiam ter diferentes conformações para o instrumento somente adotando novos parâmetros para seus indicadores e que posteriormente serão avaliados quanto à influência nas decisões (Seção 5.3). Quando pertinente à discussão dos desdobramentos para o contexto da pesquisa, as devidas considerações sobre o grupo BN serão feitas.

Esta análise se baseou no referencial teórico, o qual aponta a necessidade de adaptação dos indicadores (e seus valores) selecionados ao contexto de sua utilização. Para o indicador de ‘pressão’ avaliado, o ZAA-SP adotou o valor de 20% de declividade como fator limitante para o desenvolvimento da cultura canavieira. No entanto, a literatura técnica e científica, bem como as diretrizes legais, aponta o valor de 12% como declividade máxima para a colheita mecanizada (SÃO PAULO, 2002, 2003).

A alteração do limite do indicador de declividade para que fossem respeitadas características do setor em questão indica um aumento de mais de 250 mil hectares de áreas ‘inadequadas’ em decorrência da adoção de parâmetros mais restritivos. O mapa MB3 evidencia isto ao apresentar o cenário de variação do indicador de declividade (Tab.5.4, Fig. 5.5 – A).

Determinadas áreas inaptas deste ponto de vista acabaram sendo delimitadas equivocadamente em outras zonas menos restritivas devido à falta de consideração adequada destas características, podendo gerar opções metodológicas equivocadas a partir da triagem de processos de licenciamento, com influência sobre as outras etapas de tomada de decisão e, conseqüentemente, sobre a biodiversidade e paisagens afetadas.



Para a adequada consideração da estrutura da paisagem neste contexto de mecanização da colheita de cana-de-açúcar é essencial à devida consideração dos impedimentos tecnológicos que não permitem a expansão de práticas menos impactantes, principalmente evitando-se as queimadas. Adiciona-se ainda à importância deste indicador, a sua relevância para outros temas levantados pelo panorama do setor, onde os usos de agrotóxicos e fertirrigação devem ser planejados considerando, entre outros fatores, o relevo. Essas características influenciam a aplicação e o escoamento destes produtos e melhores práticas evitariam maiores impactos nos recursos hídricos e na fauna e flora associadas (BELTRÃO; MEDEIROS; RAMOS, 2009; CORBI et al., 2006, CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008, TUNDISI; TUNDISI, 2010)

No caso dos indicadores de estado da biodiversidade, representado aqui pelas áreas protegidas e indicadas para tal (e cuja variação exclusiva ocorreu no cenário do mapa MB2), pode-se questionar, dentro do ZAA-SP, o porquê de se definir as áreas indicadas pelo critério (regra) C (áreas menores, com alto valor de conectividade) como zonas ‘restritas’ e não zonas ‘inadequadas’. Levando em consideração que o Programa Biota/FAPESP ressalta a necessidade de manutenção de todos os remanescentes ainda existentes no território (METZGER et al., 2008, METZGER; RODRIGUES, 2008), tomou-se como princípio que estes fragmentos que possuem uma característica relevante para a conservação devam ser alocados como zonas ‘inadequadas’ nos cenários mais conservacionistas dentro deste critério (Mapas MB2 e MB4).

As zonas delimitadas pelo ZAA-SP em relação às zonas dos cenários elaborados apresentam uma mudança de conformação de seus limites (Figs. 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6). Primeiramente, no Mapa MB1, que seria o equivalente ao ZAA-SP considerando somente os atributos de estrutura da paisagem, já há um incremento de áreas ‘adequadas com restrições’ próximo de 70% (Tab. 5.5). Isto é bastante relevante, visto que estas são ainda consideradas adequadas para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro. Portanto, estas são as áreas mais sensíveis que se poderia expandir novos empreendimentos do setor, bem como seus canaviais. Assim, recomenda-se que nestas áreas sejam realizados estudos mais pormenorizados para que não se negligencie fatores de sensibilidade ambiental, sendo indicada a elaboração de estudos mais completos, tal como os EIA/RIMAs.

Com relação às áreas ‘inadequadas’, o destaque é o aumento de cerca de 120% quando se compara o mapa MB4 com o mapa MB1 (ou mesmo com o mapa original), cujo cenário é

considerado o mais conservacionista para elaboração do instrumento, sob as mesmas bases utilizadas no ZAA-SP (Tab.5-5). Lembrando que estas áreas são aquelas não recomendadas para a expansão do setor, sendo proibido o licenciamento nestas áreas (SÃO PAULO, 2008a). Sua maior expansão é devida aos parâmetros mais rigorosos de declividade apresentados pelo mapa MB3 (incremento de 80,28% de áreas inadequadas em relação ao MB1 contra 39,20% para os indicadores de áreas protegidas – mapa MB2).

A dispersão geográfica apresentada pelas áreas indicadas para criação de UPIs a partir da utilização das métricas adotadas pela base do ZAA-SP evidencia a hipótese de a subjetividade das indicações realizadas pelos especialistas do Programa Biota/FAPESP (para a definição dos atributos “importância para a biodiversidade” e “incremento de conectividade”) influenciar na definição das diferentes zonas dentro do instrumento original. Daí a recomendação para a adoção de métodos quantitativos, procurando evitar a subjetividade do elaborador do instrumento, decorrentes de seu nível de conhecimento e experiência (SABATINI et al., 2007).

A falta de um relatório de elaboração do instrumento não possibilita saber a justificativa para os valores adotados nos critérios (JORDÃO; MORETTO, 2015). Independentemente disto, a alocação de todos os fragmentos indicados (critérios A, B e C) nos mapas MB2 e MB4 como áreas inadequadas pode ser justificada pelo princípio da precaução e pela necessidade latente de recuperação da cobertura de vegetação natural nesta região (CUNHA et al., 2013, REIS, 2015, TAMBOSI et al., 2014), evidenciada pela baixíssima porcentagem de cobertura natural na região de estudo, que é de menos de 8% do território, sem mencionar a quantidade pequena de áreas de proteção integral (Tab. 5.3).

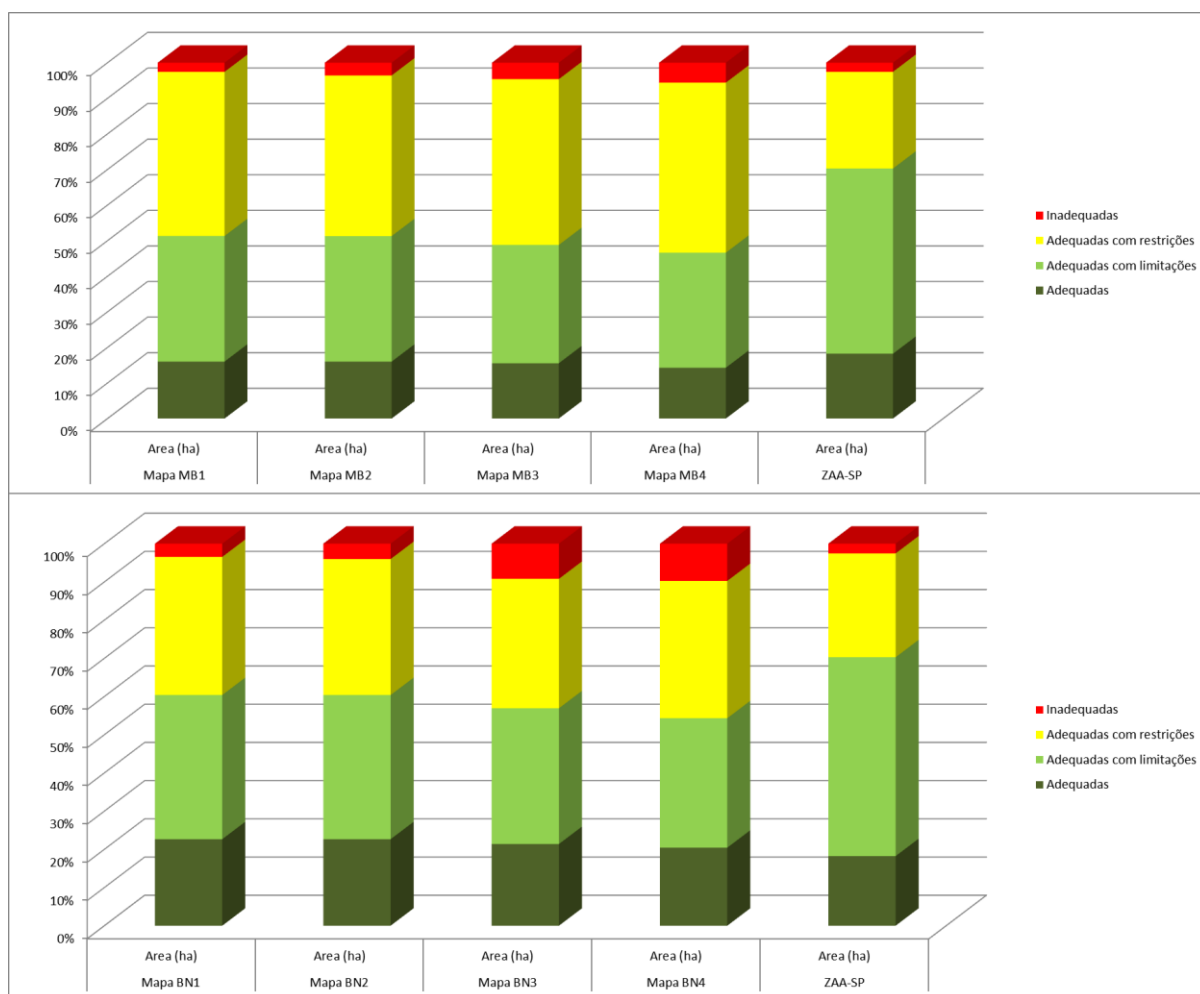
**Tabela 5.5.** Desvios percentuais (%) das áreas totais das zonas delimitadas nos cenários do Grupo MB (valores negativos em vermelho representam redução de tamanho).

MAPAS	ZONAS	CORRELAÇÃO COM O MB1	CORRELAÇÃO COM O ZAA-SP
MB1	Adequadas	∅	-12,08
	Adequadas com limitações	∅	-32,21
	Adequadas com restrições	∅	69,73
	Inadequadas	∅	0,55
MB2	Adequadas	-0,04	-12,12
	Adequadas com limitações	-0,05	-32,24
	Adequadas com restrições	-2,14	66,10
	Inadequadas	39,20	39,96
MB3	Adequadas	-3,00	-12,12
	Adequadas com limitações	-5,79	-36,13
	Adequadas com restrições	1,00	71,42
	Inadequadas	80,28	81,27
MB4	Adequadas	-10,79	-21,57
	Adequadas com limitações	-8,38	-37,89
	Adequadas com restrições	3,58	75,81
	Inadequadas	118,05	119,24

A utilização destes parâmetros no ZAA-SP pode ser discutida quanto à falta de preocupação em estabelecer critérios mais adaptados ao processo produtivo do setor sucroalcooleiro, sendo que poucas peculiaridades foram realmente incorporadas ao instrumento, tornando-o muito mais caracterizado por ser um zoneamento sobre a aptidão edafoclimática para a cultura de cana do que um instrumento voltado às preocupações ambientais (JORDÃO; MORETTO, 2015, SOUZA, 2009). Isto porque proíbe a atividade, majoritariamente, em áreas impróprias para a cultura ou aquelas legalmente protegidas.

### 5.2.2. Avaliação das mudanças de escalas

Os resultados da quantificação das áreas absolutas e relativas de todos os cenários foram apresentados na tabela 5.4 e estão resumidos na figura 5.7. Já a comparação entre os tamanhos de cada zona nos mapas BN em relação aos mapas MB equivalentes em critérios é apresentada na tabela 5.6.



**Figura 5.7.** Gráfico das áreas relativas a cada zona nos diversos mapas gerados.

Analisando o desvio percentual no tamanho das zonas é possível perceber um incremento de áreas ‘inadequadas’ e ‘adequadas’ entre os dois grupos, além de uma redução de áreas ‘adequadas com restrições’ (Tab.5.6). A base mais acurada do indicador de declividades não-mecanizáveis em relação às bases utilizadas pelo ZAA-SP foi o fator que mais influenciou no incremento das ‘áreas inadequadas’ com mais de 700 mil hectares

realocados (Tab. 5.3, Fig. 5.6). Já as reduções de áreas ‘adequadas com restrições’ é devido à indicação de menos áreas para novas UPIs em relação a base de dados utilizada pelo ZAA-SP.

Este fato parece inexplicável, já que houve um incremento no reconhecimento de áreas naturais pelos levantamentos oficiais (KRONKA et al., 2005, IF, 2010). A razão desta redução neste indicador pode ter ocorrido por duas razões. A primeira pode ser em decorrência da metodologia de normalização dos valores obtidos para PROX (conectividade) utilizada na base de dados do ZAA-SP, que, em razão da falta de especificação do método adotado, pode ter sido diferente da aplicada nas novas bases. A outra razão pode ser que, pelo fato de ter se utilizado uma base de dados de cobertura florestal mais acurada, o reconhecimento de fragmentos menores pode reduzir os valores de conectividade, já que um dos fatores determinantes desta métrica é o tamanho dos fragmentos vizinhos.

**Tabela 5.6.** Desvios percentuais (%) das áreas totais de cada zona dentro dos cenários do grupo BN em relação ao grupo MB (valores negativos em vermelho representam redução de tamanho).

ZONAS	Mapas #1	Mapas #2	Mapas #3	Mapas #4
Adequadas	41,45	41,42	37,65	43,00
Adequadas com limitações	6,92	6,97	6,88	4,82
Adequadas com restrições	- 21,62	- 21,15	- 27,27	- 24,79
Inadequadas	34,62	12,78	98,59	73,96

### 5.3. Correlação entre cenários elaborados e a definição do tipo de estudo ambiental.

A Resolução nº 88 da SMA/SP, que em seu artigo 1º estipula (SÃO PAULO, 2008b):

O tipo de Estudo Ambiental a ser apresentado para demonstrar a viabilidade do empreendimento sucroalcooleiro será definido de acordo com a localização da unidade industrial no Mapa “Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo”.

Desta forma, quando o instrumento ZAA-SP é indicado para se integrar ao instrumento licenciamento ambiental como auxiliar para a triagem de pedidos e definição do

escopo, é preciso avaliar se este é capaz de absorver as externalidades do setor que ele se propõe a regular.

O foco do modelo DPSIR para proposição de novos critérios e indicadores se baseou principalmente nos impactos gerados pelas atividades agrícolas do setor, como as mudanças do uso da terra, fragmentação, homogeneização da paisagem e outros mais. Dificilmente as unidades industriais são propostas em áreas inadequadas, pois não é permitido o licenciamento nestas zonas, já que nenhuma delas originalmente foi proposta nestes lugares. A localização das 32 unidades com pedidos de licenciamento ambiental no período de 2009 a 2013 em relação às zonas do ZAA-SP e dos zoneamentos alternativos pelos cenários das análises anteriores pode ser vista no Apêndice A.

Em relação aos desdobramentos das análises de correlação entre o tipo de estudo ambiental e a zona de localização das unidades industriais, os resultados indicaram que 17 pedidos (51,5%) tiveram alteração de zona em alguns dos cenários elaborados quanto ao instrumento original (Apêndice A).

Considerando somente o mapa MB1 (cenário mais parecido com o instrumento) e o mapa BN4 (cenário “ideal”, mais conservacionista e atualizado), 40,6% dos pedidos (13) tiveram mudanças na localização em relação ao mapa original (Quadro 5.3). Mais especificamente, e comparando o ZAA-SP com o mapa BN4, nove destas alterações foram para áreas mais restritivas e entre o mapa MB1 e o mapa BN4, oito destes pedidos foram localizados em áreas mais restritas, isto é, com mais exigências ao processo de concessão de licença ambiental.

O mapa do ZAA-SP original em relação ao mapa BN4 tem um incremento em números absolutos de ‘áreas inadequadas’ de quase 1 Mha (um milhão de hectares), representando um aumento relativo de quase 4 vezes no tamanho desta zona, o que é equivalente a 7% da área de estudo. Entre estes mesmo cenários, as áreas ‘adequadas com restrições’ (áreas amarelas nos mapas) tiveram um incremento em relação ao ZAA-SP de 1.171.471,86ha. Somando estas duas áreas consideradas inaptas e com restrições ao desenvolvimento do setor, temos um incremento de 16% da área de estudo dentro destas zonas.

Estas alterações levaram a duas destas propostas ficarem localizadas em áreas ‘inadequadas’ no mapa BN4, o que inviabilizaria o próprio pedido de licença neste cenário, já que as regulamentações do ZAA-SP não autorizam tais localizações (Quadro 5.3). Mais preocupante em relação a esta constatação é que um destes processos foi avaliado através de

um RAP, o que pode levar ao enfraquecimento da AIA desta unidade em específico em uma área que, a partir de novas fontes de dados e de critérios, foi considerada inadequada para a localização de empreendimentos do setor. Além disso, 6 (seis) pedidos passaram de zonas menos restritivas para a zona ‘adequada com restrições’, sendo que um destes foi avaliado por meio de RAP, o que, segundo as premissas adotadas por estas análises, não deveria ter ocorrido.

A decisão pela utilização de RAPs, sem a exigência posterior de um estudo completo (EIA/RIMA), não garante que os empreendimentos sejam de fato social e ambientalmente adequados (KIRCHHOFF et al., 2007). Soma-se a este cenário a qualidade insatisfatória dos estudos ambientais de ambos os tipos, decorrentes, por exemplo, da qualidade baixa dos Termos de Referência, os quais são documentos produzidos pelo órgão ambiental e que pautam os planos de trabalho dos estudos ambientais exigidos, ou pela falta de acompanhamento das diretrizes abordadas por estes documentos (SÁNCHEZ, 2013).

O quadro 5.3 foi elaborado com os pedidos que sofreram alterações de localização das unidades industriais em relação às zonas e apontam o tipo de mudança ocorrida entre os cenários do ZAA-SP original, o mapa com os mesmos critérios e parâmetros considerando apenas os indicadores de métricas (mapa MB1) e o cenário mais conservacionista (mapa BN4), onde se alterou tanto a base de dados quanto os valores dos indicadores.

Considerando estes resultados, observou-se que a utilização do ZAA-SP como instrumento de apoio à decisão quanto ao tipo de estudo nos processos de licenciamento do setor sucroalcooleiro pode ter simplificado as exigências para a AIA destes empreendimentos supracitados, a partir da consideração dos limites do instrumento original, sem as adaptações de escalas e parâmetros para a sua função nestes processos. O órgão ambiental, no decorrer do processo pode exigir a elaboração de um EIA, no entanto não foi o caso destes pedidos.

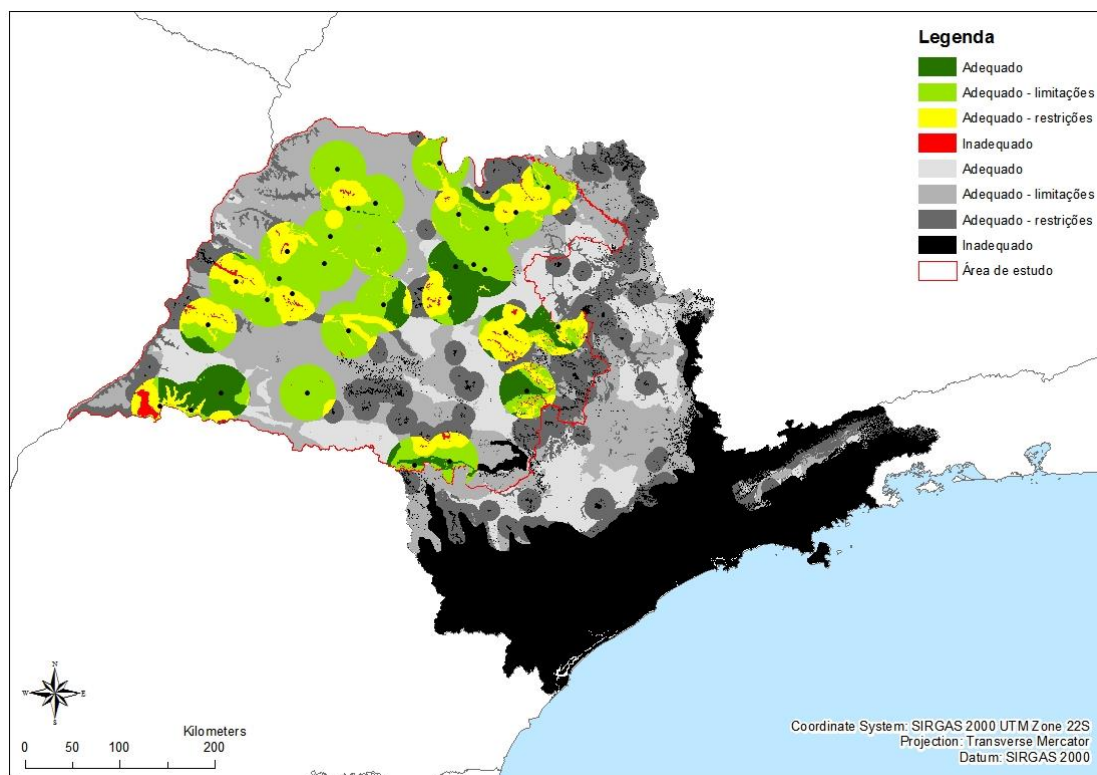
**Quadro 5.3.** Pedidos de licenciamento que sofreram alterações de zona para a localização da planta industrial. **Legenda:** As cores da localização respeitam a legenda original do ZAA-SP. Para as correlações: o símbolo ‘-’ representa a localização em área mais restritiva; ‘#’ para mesma zona; ‘+’ para localização em área menos restritiva.

USINA	Estudo	Localização			Tipo de alteração		
		ZAA	MB1	BN4	ZAA→MB1	ZAA→BN4	MB1→BN4
COCAL - Comércio Indústria Cana, Açúcar e Álcool Ltda.	RAP				#	-	-
Guarani	RAP				#	+	+
Cocal - Comércio Indústria Cana, Açúcar e Álcool Ltda.	RAP				-	-	#
COSAN S/A Açúcar e Álcool - filial UNIVALEM	RAP				#	-	-
Santa Cruz S/A Açúcar e Álcool	EIA				#	-	-
TGM Destilaria de Álcool e Aguardente Ltda.	EIA				-	#	+
Açúcar Guarani S/A - Unidade Cruz Alta	EIA				#	-	-
CEVALE Central Energética Vale do Tietê Ltda.	RAP				+	+	#
Usina Santa Fe S/A, Nova Europa	EIA				#	+	+
Clealco Açúcar e Álcool Ltda. - Unidade Queiroz	EIA				#	-	-
COPLASA Açúcar e Álcool Ltda., Planalto	EIA				#	-	-
Usina Lagoa Dourada	EIA				+	-	-
Usina Moema Açúcar e Álcool Ltda.	EIA				#	-	-

Em relação às áreas de expansão dos canais, a avaliação das Áreas de Influência (AI) destes empreendimentos foi calculada por meio das áreas distantes 30km das unidades (áreas coloridas na figura 5.8) e os tamanhos absolutos e relativos das áreas consideradas nesta etapa de análise estão apresentadas na tabela 5.7. Já os desvios percentuais (incremento ou decréscimo) de áreas em cada zona e para cada cenário estão apresentadas na tabela 5.8.

Observou-se, somente nestas AIs, um acréscimo de 392 mil hectares de áreas ‘inadequadas’ (6% da área avaliada) entre o cenário BN4 e o MB1. Ou seja, a expansão dos canais atingiu, ou poderá atingir, áreas inaptas do ponto de vista dos indicadores utilizados no cenário ideal para a conservação.





**Figura 5.8.** Mapa do ZAA-SP apontando a localização das áreas consideradas para as análises das AIs dos pedidos de licenciamento (em colorido).

**Tabela 5.7.** Valores das áreas absolutas e relativas das AIs somadas para os 32 pedidos – área total das AIs: 6.400.097, 93ha (continua).

Grupo MB	Zona	Área	% AI
1	adequada	889.577,78	13,90
	limitada	2.378.424,40	37,16
	restrita	3.012.858,81	47,08
	inadequada	119.236,81	1,86
2	adequada	889.353,63	13,90
	limitada	2.377.475,22	37,15
	restrita	2.950.002,89	46,09
	inadequada	183.266,06	2,86
3	adequada	880.655,05	13,76
	limitada	2.357.822,44	36,84
	restrita	2.973.136,53	46,45
	inadequada	188.483,77	2,95
4	adequada	835.509,46	13,05
	limitada	2.283.400,45	35,68
	restrita	3.030.915,47	47,36
	inadequada	250.272,42	3,91

**Tabela 5.7.** Valores das áreas absolutas e relativas das AIs somadas para os 32 pedidos (conclusão).

Grupo BN	Zona	Área	% AI
1	adequada	1.348.512,33	21,07
	limitada	2.491.060,51	38,92
	restrita	2.404.455,30	37,57
	inadequada	156.069,65	2,44
2	adequada	1.348.512,33	21,07
	limitada	2.491.060,51	38,92
	restrita	2.367.723,95	37,00
	inadequada	192.801,00	3,01
3	adequada	1.278.036,32	19,97
	limitada	2.357.826,97	36,84
	restrita	2.287.563,36	35,74
	inadequada	476.671,14	7,45
4	adequada	1.251.222,15	19,55
	limitada	2.315.558,49	36,18
	restrita	2.321.459,21	36,27
	inadequada	511.857,95	8,00
ZAA-SP	adequada	1.042.591,09	16,29
	limitada	3.491.130,16	54,55
	restrita	1.751.088,21	27,36
	inadequada	115.357,33	1,80

**Tabela 5.8.** Comparação das Áreas de Influência (AI) dos empreendimentos com pedidos de licenciamento junto ao órgão ambiental (buffer - 30km). Valores negativos representam decréscimo de área relativa e estão representados em vermelho.

Grupo MB	Zona	Comparação com o ZAA-SP	Grupo BN	Comparação com o ZAA-SP	Comparação entre os grupos
1	adequada	- 14,68	1	29,34	51,59
	limitada	- 31,87		- 28,65	4,74
	restrita	72,06		37,31	-20,19
	inadequada	3,36		35,29	30,89
2	adequada	-14,70	2	29,34	51,63
	limitada	-31,90		- 28,65	4,78
	restrita	68,47		35,21	-19,74
	inadequada	58,87		67,13	5,20
3	adequada	-15,53	3	22,58	45,12
	limitada	-32,46		-32,46	0,00
	restrita	69,79		30,64	-23,06
	inadequada	63,39		313,21	152,90
4	adequada	-19,86	4	20,01	49,76
	limitada	-34,59		-33,67	1,41
	restrita	73,09		32,57	-23,41
	inadequada	116,95		343,72	104,52

Os resultados desta avaliação indicam que há um grande incremento de áreas ‘inadequadas’ confrontando o ZAA-SP com os novos cenários. Destacam-se os mapas MB4 e BN4, onde houve um acréscimo relativo de 116,95% e 343,72%, respectivamente. O que se tem é um cenário em que a expansão da cultura de cana-de-açúcar para abastecer as unidades produtoras se mostrou tão preocupante para a conservação da biodiversidade quanto as próprias destilarias, já que, de acordo com o cenário BN4, durante estes 7 anos de vigência do ZAA-SP mais de 400 mil hectares foram ou poderão ser ocupados com respaldo no instrumento.

Não basta, portanto, a decisão pelo tipo de estudo ambiental se basear apenas na localização das plantas industriais, deve-se considerar a distribuição das áreas de cultivo a fim de evitar a expansão em áreas sensíveis e de promover paisagens favoráveis à manutenção do equilíbrio ambiental e ecológico.

Outro aspecto relevante nestes processos de integração entre os dois instrumentos, ZA e licenciamento, é que os estudos de impacto realizados em escalas maiores (1:20.000, 1:10.000) que o planejamento de um instrumento como o ZAA-SP justificam sua localização sem as devidas considerações e adequações dos critérios para as escalas locais. O refinamento das escalas de dados utilizados representou um incremento de 104,52% na quantidade de áreas ‘inadequadas’ Isto indica que a heterogeneidade existente dentro das zonas de mapas com escalas menores só pode ser avaliada com o mesmo nível, ou escala, de detalhamento em que se pretende situar os novos empreendimentos.

Vale ressaltar que em todos os cenários do grupo BN obteve-se um aumento de áreas ‘adequadas’, ou seja, respeitando-se estas novas delimitações ter-se-ia uma maior proteção a áreas de interesse ecológico ao mesmo tempo em que outras áreas se tornaram aptas pelos indicadores e parâmetros adotados (Tab.5.8).

Concluindo acerca do instrumento ZAA-SP e sua regulamentação como instrumento indicativo para os processos de tomada de decisão quanto ao tipo de estudos ambientais (o ZAA-SP como ‘resposta’ aos impactos do setor da cana-de-açúcar), observa-se que, dos fatores levantados pelo panorama desenvolvido (Tabela 5.1), poucos foram considerados pelo idealizador do instrumento. Os critérios adotados pelo ZAA-SP não foram satisfatoriamente consistentes quanto a sua adaptação aos objetivos devido a considerações parciais de aspectos de vulnerabilidade ambiental inerentes ao desenvolvimento do setor (JORDÃO; MORETTO,

2015). Isto enfraquece o instrumento, já que em termos de conservação da biodiversidade este fato se repete.

## 6. Conclusões

O desenvolvimento de estratégias para conservação de biodiversidade e sua incorporação nos processos de tomada de decisão não é uma tarefa simples devido à complexidade inerente aos processos ecológicos, bem como dos aspectos socioeconômicos. As múltiplas interações entre espécies, ecossistemas e atividades econômicas devem constantemente ser avaliadas e aprimoradas, procurando a melhor adaptação de instrumentos voltados à gestão do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

A definição de indicadores é o primeiro passo nestes processos. Neste sentido, a utilização do modelo DPSIR se mostrou uma ferramenta satisfatória ao permitir que fosse feita uma análise causal dos processos relacionados ao setor sucroalcooleiro no estudo de caso desenvolvido. De acordo com os temas abordados, atributos como tipos de usos de solo, interação com outros setores econômicos, resiliência dos ecossistemas, pressões antrópicas, entre outros, não foram adotados no instrumento ZAA-SP porque suas bases de indicadores em conservação são oriundas do Programa Biota/FAPESP, não desenvolvidas especificamente para as características de suas atividades.

Não que as informações do Biota/FAPESP sejam deficientes, pelo contrário, a iniciativa de se diagnosticar a situação da biodiversidade no estado é primordial para o desenvolvimento sustentável. O fato é que é preciso considerar as peculiaridades de cada setor econômico para a escolha das informações adequadas em que adaptações e refinamentos (de escala e de critérios) sejam realizados de acordo com a necessidade do setor a ser regulado por estes instrumentos.

Mais que isso, há também a necessidade de atualização e incorporação de novos critérios. Desta forma, os resultados apresentados podem guiar o desenvolvimento de novos indicadores, que passa a ser uma consequência da disponibilização de dados confiáveis sobre o meio e sua composição nas diferentes regiões do estado de São Paulo, sendo o poder público obrigado a levantar e disponibilizar estas informações aos cidadãos.

A escolha de estudos ambientais mais simplificados em decorrência da utilização do ZAA-SP como justificativa para tal acaba minando o potencial do instrumento como ferramenta de apoio ao licenciamento. Esta não é uma peculiaridade do setor aqui avaliado. Os RAPs são parte do processo de licenciamento no estado de São Paulo, sendo utilizados

constantemente em outros setores de produção para a “dinamização” do processo de licenciamento ambiental, o que pode acarretar em prejuízos incomensuráveis para a biodiversidade associada a estes empreendimentos, devido principalmente à escala (espacial e temporal neste caso) de planejamento do licenciamento.

O mérito de se elaborar um ZA como instrumento de auxílio à tomada de decisão é que se procura antecipar esta deficiência encontrada no licenciamento. No entanto o ZA não pode ser deturpado por avaliações incompatíveis com o nível de informação que estes instrumentos se propõem a ordenar. Isto ficou claro nas avaliações desta pesquisa quando as escalas de entrada dos dados foram refinadas, o que aumentou consideravelmente as áreas inaptas para a expansão do setor de cana-de-açúcar e influencia diretamente a tomada de decisão quanto à necessidade de estudos mais completos nas áreas com restrições ambientais.

Em termos gerais, por se tratar de um setor reconhecidamente causador de impactos ambientais e de alterações dos usos do solo, e também pela importância do setor na economia do estado de São Paulo, o estudo de caso aplicado aponta algumas conclusões preocupantes para a conservação da biodiversidade. Pode-se citar:

- A ausência de clareza na definição de parâmetros de qualidade ambiental adotados ameaça áreas sensíveis, como nascentes e outras áreas úmidas, além de áreas especialmente protegidas e fragmentos remanescentes, que funcionam como corredores e trampolins ecológicos.
- A inadequação das informações ambientais adotadas como critérios para o desenvolvimento do instrumento não engloba todas as características do setor, resultando em perda de informações relevantes para a avaliação de impactos;
- A simplificação dos processos de licenciamento pode negligenciar a real sinergia entre as atividades impactantes dos setores produtivos e características ecológicas relevantes, sendo necessária, portanto, a adaptação do instrumento diante de seu papel.

Cabe ao poder público, na figura dos órgãos ambientais responsáveis pelo processo de licenciamento ambiental, analisar criteriosamente as demandas por novas licenças baseadas no que diz a Resolução SMA nº 88/2008, haja vista a necessidade e possibilidade de atualização e adaptações do instrumento que rege a tomada de decisão quanto ao tipo de estudo.

Concluindo, os ZAs podem ser muito úteis na gestão territorial de atividades agroindustriais que impactam diretamente a biodiversidade, atuando nestes processos, por exemplo, na definição de alternativas locacionais, mas não como instrumento normativo de tomada de decisão. Como visto no estudo de caso, apesar de o ZAA-SP apresentar caráter indicativo, isto não o impede de influenciar a tomada de decisão, decorrente de sua função definida em regulamentação específica, o que pode reduzir as exigências quanto ao conhecimento da biodiversidade afetada localmente e prejudicar o planejamento de ações de conservação, como recuperação de áreas degradadas, proteção de recursos naturais e manutenção de serviços ecossistêmicos.

## 7. Considerações finais

A utilização dos ZAs como ferramentas de apoio aos processos de licenciamento são prerrogativas para o desenvolvimento de um sistema eficaz de avaliação de impactos. Estas iniciativas permitem a antecipação de externalidades negativas, fazendo com que o processo seja mais rápido e dinâmico, onde o ZA assume o papel de ferramenta de diagnóstico e antecipação de informações.

Esta prática deve ser avaliada com cautela, já que muitos fatores influenciam a assimilação de informações ambientais de forma adequada, tal qual a escolha de valores limites para seus indicadores, bem como as bases de dados a ser utilizada, que deve ser confiável e robusta. O setor econômico costuma enxergar as exigências ambientais em processos de AIA como um fardo para o processo de desenvolvimento e, qualquer tipo de lacuna que exista no conhecimento dos riscos inerentes a cada atividade aumenta a probabilidade de prejuízos à conservação da biodiversidade e ao meio ambiente quando um dos lados age de forma equivocada.

Torna-se necessário o investimento em capacitação técnica dos órgãos públicos ambientais para que estes sejam capazes de elaborar instrumentos e políticas públicas eficazes em termos de conservação. Dever-se-ia buscar a integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo pelas pesquisas científicas e pelas boas práticas em gestão ambiental à evolução dos sistemas de informações ambientais, em especial nas fases de diagnósticos.

Recomenda-se a disponibilização das informações adquiridas por levantamentos de empresas privadas de consultoria nestas plataformas. Isto traria vantagens para a fiscalização dos dados através da transparência dos diagnósticos ambientais, permitindo, por exemplo, que outros especialistas apontem correções de identificação de espécies levantadas, ou mesmo que a quantidade de dados ecológicos para o desenvolvimento de estudos e pesquisas seja incrementada, servindo como linha de base para a tomada de decisão, aprimorando o planejamento de ações em conservação da biodiversidade e dos ecossistemas.



## Referências bibliográficas

- AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SILVA, W. F.; ADAMI, M.; MELLO, M. P. Remote Sensing Images in Support of Environmental Protocol: Monitoring the Sugarcane Harvest in São Paulo State, Brazil. **Remote Sens.** v. 3, p. 2682-2703, 2011.
- ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; POZZA, E. A.; SANCHES, L.; MAIA, J. C. S. Ecological zoning of soybean rust, coffee rust and banana black sigatoka based on Brazilian climate changes. **Procedia Environmental Sciences.** 6: 35–49. 2011.
- ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna? **Pesq. agropec. Bras.**, v. 44, n. 8, p. 835-842, 2009.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **OIKOS.** 71: 355-366. 1994.
- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Carta da Anfavea.** n. 326, 2013.
- ANTONGIOVANNI, M.; METZGER, J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation.** 122: 441–451.
- ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Quim. Nova.**, v. 28, n. 6, p. 975-982, 2005.
- ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R.; ANTUNES, P. M.; SANTOS, M. A. P. F.; CAMARGO, P. B. Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do Rio Corumbataí e principais afluentes. **Quim. Nova.** v. 30, n. 5, p. 1119-1127, 2007.
- ARTMANN, M. Response-Efficiency-Assessment: a conceptual framework for rating policy's efficiency to meet sustainable development on the example of soil sealing management. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management.** v. 15, n. 4, p. 33, 2013.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1 - Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde. Carneiro, F. F.; Pignati, W.; Rigotto, R, M.; Augusto, L. G. S.; Rizzolo, A.; Faria, N. M. X.; Alexandre, V. P.; Friedrich, K.; Mello, M. S. C. Rio de Janeiro: ABRASCO, 88p. 2012.
- ASTIER, M., L.; GARCÍA-BARRIOS, Y.; GALVÁN-MIYOSHI, C. E.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL; MASERA, O. R. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). **Ecology and Society**. 17(3): 25. 2012.
- ATKINSON, S. F.; BHATIA, S.; SCHOOLMASTER, F. W.; WALLER, W. T. Treatment of biodiversity impacts in a sample of US environmental impact statements. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 18, n. 4, p.271–282, 2000.
- AZEVEDO, P. F. F.; SARTORI, A. A. C.; PUPO, H. F. F. Mapas de declividade da Área de Proteção Ambiental (APA), do município de Botucatu-SP, a partir das Cartas Topográficas do IGC e IBGE. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.
- BALFORS, B.; MÖRTBERG, U.; GONTIER, M.; BROKKING, P. Impacts of region-wide urban development on biodiversity in Strategic Environmental Assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 7, n. 2, p. 229-246, 2005.
- BANKS-LEITE, C.; EWERS, R. M.; METZGER, J. P. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. **Oikos**, v. 119, p. 918-926, 2010.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para Execução do CASH, D. W., zoneamento ecológicoeconômico pelos estados da Amazônia Legal**. 1996.
- BÉLANGER, V.; VANASSE, A.; PARENT, D.; ALLARD, G.; PELLERIN, D. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. **Ecol. Indic.** v. 23, p. 421-430, 2012.
- BELTRÃO, G. B. M.; MEDEIROS, E. S. F.; RAMOS, R. T. C. Effects of riparian vegetation on the structure of the marginal aquatic habitat and the associated fish assemblage in a tropical Brazilian reservoir. **Biota Neotrop.**, vol. 9, no. 4. 2009.
- BIDONE, E. D.; LACERDA, L. D. The use of DPSIR framework to evaluate sustainability in coastal areas. Case study: Guanabara Bay basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Reg Environ Change**. v.4, p.5–16, 2004.

BORMPOUDAKIS, D.; SUEUR, J.; PANTIS, J. D. Spatial heterogeneity of ambient sound at the habitat type level: ecological implications and applications. **Landscape Ecol.**, v.28, p. 495–506, 2013.

BOSCOLO, D.; METZGER, J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes **Ecography**. V.34(6):1018–1029, 2011.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na redução de áreas agrícolas: um estudo de caso da produção canavieira no Estado de São Paulo. **Biota Neotrop.**, v. 10, n.4, p. 63-66. 2010.

BRASIL. **Lei nº 6.938 de 31 de Agosto de 1.981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 de Set de 1981. Seção 1. p. 16509.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 1 de 23 de Janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

BRASIL (a) **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL (b) **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 237 de 19 de Dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto nº 4.339 de 22 de Agosto de 2002**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. D.O.U. 23 ago 2002.

BRASIL. **Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto nº 6.288 de 06 de Dezembro de 2007.** Dá nova redação ao Decreto no 4.297, de 10 de julho de 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140 de 8 de Dezembro de 2011.** Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de Maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

BUENO, C.; FAUSTINO, M. T.; FREITAS, S. R. Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway br-040, Southeastern Brazil. **Oecologia Australis**.17(2): 130-137, 2013 .

CÁCERES, N. C.; CASELLA, J.; GOULART, C. S. Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozool. neotrop.** v.19, n.1, 2012.

CARVALHO, F. M. V.; MARCO JR., P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation.** v. 142, p. 1392-1403, 2009.

CASH, D. W.; ADGER, W. N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. Scale and Cross-Scale Dynamics: Governance and Information in a Multilevel World. **Ecology and Society** 11(2): 8. 2006.

- CASTELLA, J. C.; BOURGOIN, J.; LESTRELIN, G.; BOUAHOM, B. A model of the science–practice–policy interface in participatory land-use planning: lessons from Laos. **Landscape Ecology**. v. 29, p. 1095–1107, 2014.
- CBD. CONVENION OF BIOLOGICAL DIVERSITY. **COP6 Decision VI/26 Strategic Plan for the Convention on Biological Diversity**. 2002. Disponível em: <<http://www.cbd.int/decisions/?dec=VI/26>>. Acesso em: 10 ago 2011.
- CEDDIA, M. B.; ANJOS, L. H. C.; LIMA, E.; RAVELLI NETO, A.; SILVA, L. A. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações Nas propriedades físicas de um solo podzólico amarelo o estado do Espírito Santo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.8, p.1467-1473. 1999.
- CHENG, A. S.; DANIELS, S. E. Examining the Interaction Between Geographic Scale and Ways of Knowing in Ecosystem Management: A Case Study of Place-Based Collaborative Planning. **Forest Science**. 49(6): 841-854. 2003.
- CHIARELLO, A. G. Conservation value of a native forest fragmentin a region of extensive agriculture. **Rev. Brasil. Biol.** v. 60, n.2, p. 237-247, 2000.
- CLARK, T. W. Practicing natural resource management with a policy orientation **Environmental Management**. v. 16, n. 4: 423-433. 1992.
- COELHO, I. P.; TEIXEIRA, F. Z.; COLOMBO, P.; COELHO, A. V. P.; KINDEL, A. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Environmental Management**. 112: 17-26, 2012.
- COMINO, E.; BOTTERO, M.; POMARICO, S.; ROSSO, M. Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. **Land Use Policy**. v. 36, p. 381-395, 2014.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Estimativa de Emissão dos Gases de Efeito Estufa na Queima de Resíduos Agrícolas no Estado de São Paulo: 1990 a 2008**. CETESB, São Paulo, SP. 2011.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Configuração da rede automática**. Disponível em <http://ar.cetesb.sp.gov.br/configuracao-da-rede-automatica/>. Acesso em: Ago/2013.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Cana-de-açúcar: orientações para o setor canavieiro. Ambiental, fundiário e contratos /** Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil ; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: CNA/ SENAR, 2007.

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; SANTOS, A.; DEL GRANDE, M. Environmental diagnostic of metals and organochlorated compounds in streams near sugar cane plantations activity (State of São Paulo, Brazil). **Quim. Nova**, v. 29, p.61-65, 2006.

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Relationship between Sugar Cane Cultivation and Stream Macroinvertebrate Communities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Vol. 51, n. 4 : pp.769-779, 2008.

COSTA, R. R. G. F.; DIAS, L.A. Mortality of vertebrate by running over in a stretch of the highway go-164 in the Southwest of Goiás. **Revista de Biotecnologia & Ciência**. v. 2, n. 2, 2013.

CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P; CORREIA, J. E.; MARINHO, J. F. U.; FONTANETTI, C. S. **Waste Management** <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.09.005>. 2013.

CROUZEILLES, R.; LORINI, M. L.; GRELLE, C. E. V. Deslocamento na matriz para espécies da Mata Atlântica e a dificuldade da construção de perfis ecológicos. **Oecologia Australis**, v.14, n.4,: p.872-900, 2010.

CUNHA, G. F.; PINTO, C. R. C.; MARTINS, S. R.; CASTILHOS JR., A. B. Princípio da precaução no brasil após a rio-92: impacto ambiental e saúde humana. **Ambiente & Sociedade**. v. XVI, n. 3: 65-82. 2013.

DAUBER, J.; HIRSCH, M.; SIMMERING, D.; WALDHARDT,R.; OTTE, A.; WOLTERS, V. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 98, p. 321–329, 2003.

DE MARCHI, G.; LUCERTINI, G.; TSOUKIAS, A. From Evidence-Based Making-Policy to Policy Analytics. **Cahier du LAMSADE**. v. 319, p. 32, 2012.

DI MININ, E.; MOILANEN, A. Empirical evidence for reduced protection levels across biodiversity features from target-based conservation planning. **Biological Conservation**. v. 153, p. 187-191, 2012.

- DRAY, S.; PELISSIER, R.; COUTERON, P.; FORTIN, M. J.; LEGENDRE, P.; PERES- NETO, P. R.; BELLIER, E.; BIVAND, R.; BLANCHET, F. G.; CÁCERES, M.; DUFOUR, A. B.; HEEGAARD, E.; JOMBART, T.; MUNOZ, F.; OKSANEN, J.; THIOULOUSE, J.; WAGNER, H. H. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. **Ecological Monographs**, v. 82, n. 3, p. 257–275, 2012.
- DUARTE, C. G.; GAUDREAU, K.; GIBSON, R. B.; MALHEIROS, T. M. Sustainability assessment of sugarcane-ethanol production in Brazil: A case study of a sugarcane mill in São Paulo state. **Ecological Indicators**. v. 30, p. 119–129, 2013.
- DURIGAN, G.; IVANAUSKAS, N. M.; NALON, M. A.; RIBEIRO, M. C.; KANASHIRO, M. M.; COSTA, H. B. Protocolo de avaliação de áreas prioritárias para a conservação da mata atlântica na região da Serra do Mar/Paranapiacaba. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 39-54, 2009.
- DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D. C. Threats to the Cerrado remnants of the State of São Paulo, Brazil. **Sci. Agric**, v.64, n.4, p.355-363, 2007.
- EC. European Council. 2009. Directive 28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April, 2009, on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- EGESKOG, A.; FREITAS, F.; BERNDES, G.; SPAROVEK, G.; WIRSENIUS, S. Greenhouse gas balances and land use changes associated with the planned expansion (to 2020) of the sugarcane ethanol industry in Sao Paulo, Brazil. **Biomass and Bioenergy**. v. 63, p. 280-290, 2014.
- ESRI. ArcGIS for Desktop: Release 10.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2013.
- ETANOL VERDE, Secretaria de Meio Ambiente. Resultado das Safras. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/resultadoSafras.php>>. Acesso em: 30 out 2011.
- EWERS, R. M.; BANKS-LEITE, C. Fragmentation Impairs the Microclimate Buffering Effect of Tropical Forests. **PLoS ONE** 8(3): e58093.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 34, p. 487-515, 2003.

- FAHRIG, L.; BAUDRY, J.; BROTONS, L.; BUREL, F.G.; CRIST, T.O.; FULLER, R.J.; SIRAMI, C.; SIRIWARDENA, G.M.; MARTIN, J. L. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. **Ecological Letters**. v. 14, p. 101-112, 2011.
- FAO - Food and Agriculture Organization. Food Outlook. Biannual report on global food markets. ISSN 1560-8182, 2014.
- FARINACI, J. S.; BATISTELLA, M. Variation on native vegetation cover in São Paulo: an overview of current knowledge. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 695-705, 2012.
- FILOSO, S.; CARMO, J. B.; MARDEGAN, S. F.; LINS, S. R. M.; GOMES, T. F.; MARTINELLI, L. A. Reassessing the environmental impacts of sugarcane ethanol production in Brazil to help meet sustainability goals. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 52: 1847–1856, 2015.
- FRANÇA, D.; LONGO, K.; RUDORFF, B.; AGUIAR, D.; FREITAS, S.; STOCKLER, R.; PEREIRA, G. Pre-harvest sugarcane burning emission inventories based on remote sensing data in the state of São Paulo, Brazil. **Atmospheric Environment**, v. 99, p. 446-456, 2014.
- FREITAS, L. C.; KANEKO, S. Ethanol demand under the flex-fuel technology regime in Brazil. **Energy Economics**. v. 33, p. 1146-1154, 2011.
- GALLARDO, A. L. C. F.; BOND, A. Capturing the implications of land use change in Brazil through environmental assessment: Time for a strategic approach? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, p. 261-270. 2011.
- GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JR., R. O.; MALCOLM, J. R.; STOUFFER, P. C.; VASCONCELOS, H. L.; LAURANCE, W. F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**. 91: 223-229. 1999.
- GENELETTI, D.; VAN DUREN, I. Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. **Landscape and Urban Planning**. 85: 97–110. 2008.
- GENG, Q.; WU, P.; ZHAO, X.; WANG, Y. A framework of indicator system for zoning of agricultural water and land resources utilization: A case study of Bayan Nur, Inner Mongolia. **Ecological Indicators**. 40 (2014) 43–50, 2014.
- GIBBONS, D. W.; WILSON, J. D.; GREEN, R. E. Using conservation science to solve conservation problems. **J. of Applied Ecology**. v. 48, p. 505–508, 2011.



- GIBSON, R. B. Beyond the pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**. v. 8, No. 3, pp. 259–280, 2006.
- GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; NASTARIC, P.M.; LUCOND, O. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**. v. 36, n. 6, p. 2086-2097, 2008
- GONTIER, M.; BALFORS, B.; MORTBERG, U. Biodiversity in environmental assessment—current practice and tools for prediction. **Environmental Impact Assessment Review**. 26: 268– 286. 2006.
- GORDON, A.; SIMONDSO, D.; WHITE, M.; MOILANEN, A.; BEKESY, S. A. Integrating conservation planning and land use planning in urban landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 4, p. 183-194. 2009.
- HENRY, M.; COSSON, J. F.; PONS, J. M. Modelling multi-scale spatial variation in species richness from abundance data in a complex neotropical bat assemblage. **Ecological Modelling**, 221: 2018–2027, 2010.
- HIGGS, G. Sharing environmental data across organizational boundaries: lessons from the rural Wales terrestrial database project. **Ann. Reg. Sci.**, v. 33, p. 233-249, 1999.
- HODGSON, J. A.; MOILANEN, A.; WINTLE, B. A.; THOMAS, C. D. Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. **J. of Applied Ecology**. v. 48, n. 1, p. 148–152, 2011.
- HODGSON, J. A.; THOMAS, C. D.; WINTLE, B. A.; MOILANEN, A. Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. **Journal of Applied Ecology**. v. 46, p. 964-969, 2009.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006- Agricultura familiar. Disponível em <[www.sidra.ibge.org.br](http://www.sidra.ibge.org.br)>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- IF. Instituto Florestal. Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/>>. Acesso em: 07 jun 2013.
- IUCN and UNEP-WCMC (2015), The World Database on Protected Areas (WDPA) [Online], [insert month/year of the version downloaded], Cambridge, UK: UNEP-WCMC. Available at: [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).

IUCN Red List Committee. **The IUCN Red List of Threatened Species™ Strategic Plan 2013 - 2020**. Version 1.0. Prepared by the IUCN Red List Committee, 2013.

JORDÃO, C. O.; MORETTO, E. M. The environmental vulnerability and the territorial planning of the sugarcane cultivation. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo v. XVIII, n. 1, p. 75-92, 2015.

KHERA, N.; KUMAR, A. Inclusion of biodiversity in environmental impact assessments (EIA): a case study of selected EIA reports in India. **Impact Assessment and Project Appraisal**, 28(3): 189–200. 2010.

KIRCHHOFF, D.; MONTAÑO, M.; RANIERI, V. E. L.; OLIVEIRA, I. S. D.; DOBERSTEIN, B.; SOUZA, M. P.. Limitations and drawbacks of using Preliminary Environmental Reports (PERs) as an input to Environmental Licensing in São Paulo State: a case study on natural gas pipeline routing. **Environmental Impact Assessment Review**, v.27, p. 301-318. 2007.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. v. 1., n. 1, p. 147-155, 2005.

KOBLITZ, R. V.; PEREIRA JR., S. J.; AJUZ, R. C. A. & GRELLE, C.E. V. Ecologia de Paisagens e Licenciamento Ambiental. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 244-248, 2011.

KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K.; KANASHIRO, M.M.; YWANE, M.S.S.; PAVÃO, M.; DURIGAN, G.; LIMA, L.M.P.R.; GUILLAUMON, J.R.; BAITELLO, J.B.; BORGO, S.C.; MANETTI, L.A.; BARRADAS, A.M.F.; FUKUDA, J.C.; SHIDA, C.N.; MONTEIRO, C.H.B.; PONTINHA, A.A.S.; ANDRADE, G.G.; BARBOSA, O.; SOARES, A.P. 2005. Inventário florestal da vegetação do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal. Ed. Imprensa Oficial, 200p.

KULDNA, P.; PETERSON, K.; POLTIMÄE, H.; LUIG, J. An application of DPSIR framework to identify issues of pollinator loss. **Ecological Economics**. v. 69, p. 32–42, 2009.

KURTTILA, M.; PESONEN, M.; KANGAS, J.; KAJANUS, M. Utilizing the analytic hierarchy process AHP. in SWOT analysis } a hybrid method and its application to a forest-certification case. **Forest Policy and Economics**. 1: 41-5, 2000.

LAPOLA, D. M.; SCHALDACH, R.; ALCAMOAC, J.; BONDEAUD, A.; KOCH, J.; KOELKING, C.; PRIESS, J. A. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 107, n. 8, p. 3388-3393, 2010.

- LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution** .v..24, n. 12. 2009.
- LEADLEY, P.; PEREIRA, H.M., ALKEMADE, R., FERNANDEZ-MANJARRÉS, J.F., PROENÇA, V., SCHARLEMANN, J.P.W., WALPOLE, M.J. **Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services**. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 50, 132 p.
- LEAL, M. R. L. V.; NOGUEIRA, L. A. H.; CORTEZ, L. A. B. Land demand for ethanol production. **Applied Energy**. v. 102, p. 266-271, 2013.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd. ed. Amsterdam: Elsevier Science, 853 p. 1998.
- LIMA, A. **Zoneamento Ecológico-Econômico: à luz dos Direitos Socioambientais**. Curitiba: Juruá. 2006.
- LIMA, F. P.; MUNIZ, J.N.; MARCO JR., P. Evaluating Brazilian Conservation Projects: the Weak Link between Practice and Theory. **Natureza & Conservação**. 8(1):41-45. 2010.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta bot. bras**. 22(2): 535-545, 2008.
- LIRA, P. K.; TAMBOSI, L. R.; EWERS, R. M.; METZGER, J. P. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. **Forest Ecology and Management**, 278: 80–89, 2012.
- LIU, S.; DONG, Y.; DENG, L.; LIU, Q.; DONG, S. Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley. **Ecological Indicators**. 36:160–168, 2014.
- LIU, Z.; LI, J. Scientific solutions for the functional zoning of nature reserves in China. **Ecological modelling**. 215: 237–246, 2008.
- LYRA-JORGE, M. C.; RIBEIRO, M. C.; CIOCHETI, G.; TAMBOSI, L. R.; PIVELLO, V. R. Influence of multi-scale landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. **Eur. J. Wildl. Res**. v. 56, p. 359–368, 2010.
- MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E. A.; SILVA, J. E. A. R.. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass and Bioenergy**. v. 32, p. 582–595, 2008.

- MAGNUSSON, W. E. Estatística, delineamento e projetos integrados: a falta de coerência no ensino e na prática. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 37-40, 1999.
- MANDELIK, Y; DAYAN, T.; FEITELSON, E. Planning for biodiversity: the role of Ecological Impact Assessment. **Conservation Biology**. 1254–1261, 2005.
- MANDELIK, Y.; DAYAN, T.; CHIKATUNOV, V.; KRAVCHENKO, V. The relative performance of taxonomic vs. environmental indicators for local biodiversity assessment: A comparative study. **Ecological Indicators**, 15: 171–180, 2012.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L.; Systematic conservation planning. **Nature**. v. 405, p. 243-253. 2000.
- MARINELLI, C. E. **De olho nas unidades de conservação: Sistema de Indicadores Socioambientais para Unidades de Conservação da Amazônia Brasileira.** / Carlos Eduardo Marinelli. -- São Paulo: Instituto Socioambiental. 2011.
- MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em Terras privadas: o caso das reservas legais do estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. XV, n. 1, p.131-145, 2009.
- MARTENSEN, A. C.; RIBEIRO, M. C.; BANKS-LEITE, C.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Associations of Forest Cover, Fragment Area, and Connectivity with Neotropical Understory Bird Species Richness and Abundance. **Conservation Biology**, v. 26, p. 1100-1111, 2012.
- MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. **Biological Conservation**. 141, p. 2184–2192, 2008.
- MARTINELLI, L. A.; JOLY, C. A.; NOBRE, C. A.; SPAROVEK, G. A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.
- MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. **Ecological Applications**, v. 18, p. 885-898. 2008.
- MATTAS, C.; VOUDORIS, K. S.; PANAGOPOULOS, A. Integrated Groundwater Resources Management Using the DPSIR Approach in a GIS Environment: A Case Study from the Gallikos River Basin, North Greece. **Water**. v. 6, p. 1043-1068, 2014.

- MAXIM, L.; SPANGENBERG, J. H.; O'CONNOR, M. An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. **Ecol. Economics**. v. 69, p. 12-23, 2009.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. **Ecosystems and human well-being. Biodiversity Synthesis**. World Resources Institute, Washington, D.C. 86 pp.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, 2001.
- METZGER J. P.; RODRIGUES, R. R. Mapas-síntese. **In: RODRIGUES, R. R., BONONI, V. L. R. (eds.) Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Brasil Cap. 7.1, pp 132-140. 2008.
- METZGER, J.P.; RIBEIRO, M. C.; CIOCHETI, G.; TAMBOSI, L.R. Uso de índices de paisagem para a definição de ações. **In: RODRIGUES, R. R., BONONI, V. L. R. (eds.) Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Brasil, Cap. 6.8 , pp 122-131. 2008.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza.**, v. 8, n.1, 2010.
- MEYER, M.A.; PRIESS, J.A. Indicators of bioenergy-related certification schemes e an analysis of the quality and comprehensiveness for assessing local/regional environmental impacts. **Biomass & Bioenergy**. v. 65, p. 151-169, 2014.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 2006. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/7529-diretrizes-metodologicas>> . Acesso em Ago/2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: **Série Biodiversidade**, 31, 2007.
- MIYAKE, S.; RENOUF, M.; PETERSON, A.; MCALPINE, C.; SMITH, C. Land-use and environmental pressures resulting from current and future bioenergy crop expansion: A review. **Journal of Rural Studies**. 28: 650-658, 2012.
- MOILANEN, A.; ARPONEN, A. 2011. Administrative regions in conservation: Balancing local priorities with regional to global preferences in spatial planning. **Biological Conservation**. v. 144, p. 1719-1725, 2011.

- MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. Impact assessment research in brazil: Achievements, gaps and future directions. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**. v. 17, n. 1: 1550009 (8 pages). 2015.
- MONTAÑO, M. O zoneamento ambiental e a sua importância para a localização de atividades. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n. 6, pp. 49–64, 2007.
- MOREIRA, E. F.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. **PLOS ONE**. doi:10.1371/journal.pone.0123628, 2015.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853-858, 2000.
- NABE-NIELSEN, J.; SIBLY, R. M.; FORCHHAMMER, M. C.; FORBES, V. E.; TOPPING, C. J. The effects of landscape modifications on the long-term persistence of animal populations **PLoS ONE**. 5(1): e8932.
- NASSAUER, J. I.; OPDAM, P. Design in science: extending the landscape ecology paradigm. **Landscape Ecol.** 23: 633-644. 2008.
- NEAMATOLLAHI, E.; BANNAYAN, M.; JAHANSUZ, M. R.; STRUIK, P.; FARID, A. Agro-ecological zoning for wheat (*Triticum aestivum*), sugar beet (*Beta vulgaris*) and corn (*Zea mays*) on the Mashhad plain, Khorasan Razavi province. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences**. 15: 99–112, 2012.
- NECCHI JR., O. (ed.). **Fauna e Flora de Fragmentos Florestais Remanescentes da Região Norte do Estado de São Paulo**/ editor, Orlando Necchi Jr. Ribeirão Preto: Holos Editora, 301 p. 2012.
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. OECD core set of indicators for environmental performance reviews. **Environment Monographs**, n.83, 1993.
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. **OECD Environmental Indicators: development, measure and use**, 2003.
- OLIVEIRA, I. S. D.; MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. **Avaliação Ambiental Estratégica**. São Carlos, SP: Suprema, 2009.

- PAPATHANASIOU, J., KENWARD, R. Design of a data-driven environmental decision support system and testing of stakeholder data-collection. **Environ. Modelling & Software**, v. 55, p.92-106, 2014.
- PARDINI, R.; BUENO, A. A.B.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **PLoS ONE**. v.5, n.10, e13666, 2012.
- PASQUALIN, L. A.; DIONÍSIO, J. A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MARÇAL, C. T. Edaphic macrofauna in sugar cane crops and forest in northwestern Paraná – Brazil. **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, n. 1, p. 7-18, 2012.
- PEJÓN, O. J.; ZUQUETE, L. V. Elaboração de cartas de zoneamento geotécnico: exemplo da folha de Piracicaba, São Paulo – escala 1:100.000. **Revista I. G.** São Paulo, volume especial. 1995.
- PETTERSSON, M.; CARINA, E.; KESKITALO, H. Adaptive capacity of legal and policy frameworks for biodiversity protection considering climate change. **Land Use Policy**. v. 34, p. 213-222, 2013.
- PIMM, S. L., RAVEN, P. Extinction by numbers. **Nature**. 403: 843-845, 2000.
- PREVEDELLO, J. A.; FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Does land use affect perceptual range? Evidence from two marsupials of the Atlantic Forest. **Journal of Zoology**. v. 284, p. 53–59, 2011.
- PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M.V. Plantation rows as dispersal routes: A test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation** v. 143, p. 131–135, 2010.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Vida, 328 p., 2001.
- RANIERI, V. E. L.; MONTAÑO, M.; FONTES, A. T.; OLIVEIRA, I. S. D.; SOUZA, M. P. **O zoneamento ambiental como instrumento de política e gestão ambiental**. In: Evaldo Luiz Gaeta Espíndola; Edson Wendland. (Org.). PPG-SEA: Trajetórias e perspectivas de um curso multidisciplinar. São Carlos: Rima, v.4, p. 109-136. 2005.
- REIS, P. O. Aplicação efetiva do Princípio da Precaução. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XIV, n. 89, jun 2011. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=9664&revista\\_caderno=5](http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=9664&revista_caderno=5)> Acesso em ago 2015.

- REMMEL, T. K.; FORTIN, M. J. Categorical, class-focused map patterns: characterization and comparison. **Landscape Ecol.** 28:1587–1599. 2013
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation.** v. 142, n. 1141-1153, 2009.
- RODRIGUES, R.R; BONONI, V. L. R. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**, p.248, 2008.
- ROLDÁN-MARTÍN, M. J.; DE PABLO, C. L.; DE AGAR, P. M. Landscape changes over time: comparison of land uses, boundaries and mosaics. **Landscape Ecology.** v. 21, p. 1075-1088, 2006.
- ROMA, J. C.; VIANA, J. P. Conservação desbalanceada entre os biomas. **Desafios do desenvolvimento.** Ano 7, v.55, 2009.
- RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M. & MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sens**, v. 2, p. 1057-1076. 2010.
- SÁ, S. A.; PALMER, C.; DI FALCO, S. Dynamics of indirect land-use change: empirical evidence from Brazil. **Journal of Environ. Econ. and Management**, v. 65, p. 377-393. 2013.
- SABATINI, M. C.; VERDIELL, A.; IGLESIAS, R. M. R.; VIDAL. M. A quantitative method for zoning of protected areas and its spatial ecological implications. **Journal of Environmental Management**, v. 83, p. 198–206. 2007.
- SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2<sup>a</sup>. Ed. 2006. 495 p.
- SÁNCHEZ, L. E. Development of Environmental Impact Assessment in Brazil. **UVP-report.** v. 27, n.(4+5), p. 193-200, 2013.
- SANDERCOCK , B. K.; ALFARO-BARRIOS, M; CASEY, A. E.; JOHNSON, T. N.; MONG, T. W.; ODOM, K. J.; STRUM, K. M.; WINDER,V. L. Effects of grazing and prescribed fire on resource selection and nest survival of upland sandpipers in an experimental landscape. **Landscape Ecology.** 30: 325-337. 2015.



SANTOS, M. R. R.; RANIERI, V. E. L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**. n. 4: 43-62, 2013.

SANTOS, M. R. R. **Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. 128 p.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental – teoria e prática. **São Paulo: Oficina de textos**, 184 p. 2004.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 42, de 29 de dezembro de 1994**. O Secretário do Meio Ambiente, considerando proposta do CONSEMA relativa à tramitação de Estudos de Impacto Ambiental. Disponível em: < [http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/resolucao/1994/1994\\_Res\\_SMA\\_42.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/resolucao/1994/1994_Res_SMA_42.pdf)>. Acesso em: 20 de abril, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002**. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html>>. Acesso em: 20 de abril, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 47.700, de 11 de março de 2003**. Regulamenta a Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Disponível em:< [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003\\_Dec\\_Est\\_47700.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003_Dec_Est_47700.pdf)>. Acesso em: 20 de abril, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 54, de 30 de novembro de 2004**. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental no âmbito da Secretaria do Meio Ambiente.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 42, de 24 de outubro de 2006**. Estabelece critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental prévio de destilarias de álcool, usinas de açúcar e unidades de fabricação de aguardente.

SÃO PAULO (a) (Estado). **Resolução Conjunta SMA-SAA nº 04, de 18 de setembro de 2008**. Dispõe sobre o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/resolucoes/2008\\_Res\\_Conj\\_SMA\\_SAA\\_4.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/resolucoes/2008_Res_Conj_SMA_SAA_4.pdf)>. Acesso em: 15 de maio, 2011.

SÃO PAULO (b) (Estado). **Resolução SMA nº 88, de 19 de dezembro de 2008**. Define as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/legislacoesambientais/Resolucao\\_SMA\\_88\\_2008\\_rep.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/legislacoesambientais/Resolucao_SMA_88_2008_rep.pdf)>. Acesso em: 15 de maio, 2011.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 86, de 26 de novembro de 2009**. Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa em áreas rurais no Estado de São Paulo. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2009\\_Res\\_SMA\\_86.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2009_Res_SMA_86.pdf)>. Acesso em: 10 de fevereiro, 2012.

SÃO PAULO (Estado). **ZEE zoneamento ecológico-econômico: base para o desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo : seminário 12 a 14 de dezembro de 2011** [recurso eletrônico] / Organização equipe técnica CPLA/SMA: Abílio Gonçalves Junior... [et al.] ; palestrantes e mediadores Claudio Antonio Gonçalves Egler ... [et al.]. 224 p.. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 de novembro de 2012.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 49, de 28 de maio de 2014**. Dispõe sobre os procedimentos para licenciamento ambiental com avaliação de impacto ambiental, no âmbito da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

SCHNEIDER, D. C. The rise of the concept of scale in Ecology. **Bioscience**, v. 51, n. 7, p. 545-553, 2001.

SEGNESTAM, L. Indicators of Environment and Sustainable Development -Theories and Practical Experience. **Environ. Econ. Series**, n. 89, 2002.

SHIRLEY, S. M.; SMITH, J. N. M. Bird community structure across riparian buffer strips of varying width in a coastal temperate forest. **Biological Conservation**. v. 125, n. 4, p. 475-489, 2005.

SILVA, J. S. V.; CARVALHO, J. R. P.; SANTOS, R. F.; FELGUEIRAS, C. A. Zoneamentos ambientais: quando uma unidade territorial pode ser considerada homogênea? **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59, n. 01, p.83-92, 2007.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para Planejamento Ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciencia e Tecnologia**. Brasília, v. 21, n. 2, pp. 221-261. 2004.

- SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Estratégia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari. **Embrapa Informática Agropecuária**. 329 p. 2011.
- SILVA, J. S.; RANIERI, V. E. L. The legal reserve areas compensation mechanism and its economic and environmental implications. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 1, p. 115-132, 2014.
- SMEETS, E.; JUNGINGER, M.; FAAIJ, A.; WALTER, A.; DOLZAN, P. & TURKENBURG, W. The sustainability of Brazilian ethanol – an assessment of the possibilities of certified production. **Biomass and Bioenergy**. v. 32, p.781-813. 2008.
- SMITH, R. J.; DI MININ, E.; LINKE, S.; SEGAN, D. B.; POSSINGHAM, H. P. An approach for ensuring minimum protected area size in systematic conservation planning. **Biological Conservation**. v. 143, p. 2525-2531, 2010.
- SBPC/ABC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC; Academia Brasileira de Ciências – ABC. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo, 2011. 124 p.
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**. v. 344, p.363-364, 2014.
- SOBRAL, I. S.; ALMEIDA, J. A.; GOMES, L.J. **Indicadores de Sustentabilidade e Ecologia da Paisagem: Planejamento e gestão ambiental em assentamentos de reforma agrária**. Novas Edições Acadêmicas. 209 p. 2015.
- SOUZA, M. P. As bases legais e os zoneamentos ambientais. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 1089-1098. 2009.
- SPANGENBERG, J. H.; MARTINEZ-ALIER, J.; OMANN, I.; MONTERROSO, I.; BINIMELIS, R. The DPSIR scheme for analysing biodiversity loss and developing preservation strategies. **Ecological Economics**. v. 69, p. 9-11, 2009.
- SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian Agriculture and Environmental Legislation: Status and Future Challenges. **Environ. Sci. Technol.**, v. 44, p. 6046–6053, 2010.

- SPAROVEK, G.; BERNDS, G.; BARRETO, A. G.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65–72, 2012.
- STORK, N. E. Re-assessing current extinction rates. **Biodivers Conserv.**, 2010 February 2010, Volume 19, Issue 2, p. 357-371, 2010.
- TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **In: Megadiversidade: desafios e oportunidades para a conservação no Brasil**, v. 1. n. 1, p. 181-188. 2005.
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**. 143: 2328–2340. 2010.
- TAMBOSI, L. R.; MARTENSEN, A.C.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. **Restoration Ecology**. v. 22, n. 2, p. 169–177, 2014.
- TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica.**, Vol. 10, n.4. 2010.
- UEZU, A.; BEYER, D. D.; METZGER, J.P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic Forest region? **Biodiversity and Conservation** 17, 1907–1922, 2008.
- UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. 2010. **Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity**. Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity at its tenth meeting. Nagoya, Japan.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. 1992. Available in <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Access: Nov-2014.
- USA. United States of America. 2007. Public Law 110–140, 19<sup>th</sup> December, 2007. Energy Independence and Security Act.
- USDA. United States Department of Agriculture. 2014. **Sugar: World Markets and Trade**.

- USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2010. Regulatory Announcement. **Heavy-Duty Engine and Vehicle Standards and Highway Diesel Fuel Sulfur Control Requirements**
- VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24 n.68, p. 147-160, 2010.
- VILASEÑOR, N. R.; BLANCHARD, W.; DRISCOLL, D. A.; GIBBONS, P.; LINDENMAYER, D. B. Strong influence of local habitat structure on mammals reveals mismatch with edge effects models. **Landscape Ecol.** 30:229–245, 2015.
- XU, X.; HOU, L.; LIN, H.; LIU, W. Zoning of sustainable agricultural development in China. **Agricultural Systems**, 87: 38-62. 2006.
- WALTER, A.; DOZAN, P.; QUILODRÁN, O.; OLIVEIRA, J. G.; SILVA, C.; PIACENTE, F.; SEGERSTEDT, A. Sustainability assessment of bio-ethanol production in Brazil considering land use change, GHG emissions and socio-economic aspects. **Energy Policy**. v. 39, p. 5703-5716, 2011.
- WANG, L.; QUICENO, R.; PRICE, C.; MALPAS, R.; WOODS, J. Economic and GHG emissions analyses for sugarcane ethanol in Brazil: Looking forward. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 40: 571–582, 2014.
- WHITHAM, T. G.; BAILEY, J. K.; SCHWEITZER, J. A.; SHUSTER, S. M. ; BANGERT, R. K.; LEROY, C. J.; LONSDORF, E. V.; ALLAN, G. J.; DIFAZIO, S. P.; POTTS, B. M.; FISCHER, D. G.; GEHRING, C. A.; LINDROTH, R. L.; MARKS, J. C.; HART, S. C.; WIMP, G. M.; WOOLEY, S. C. A framework for community and ecosystem genetics: from genes to ecosystems. **Nature Reviews: Genetics**. v. 7, p. 510-523, 2006.
- WIENS, J.; SUTTER, R.; ANDERSON, M.; BLANCHARD, J.; BARNETT, A.; AGUILAR-AMUCHASTEGUI, N.; AVERY, C.; LAINE, S. Selecting and conserving lands for biodiversity: The role of remote sensing. **Remote Sensing of Environment**. 113: 1370–1381. 2009.
- WILSON, J. S.; CLAY, M.; MARTIN, E.; STUCKEY, D.; VEDDER-RISCH, K. Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing . **Remote Sensing of Environment**. 86:303–321. 2003.





## ANEXO A (continua)

**Quadro** – Situação do ZEE no Brasil. *Fonte:* Ministério do Meio Ambiente.

Situação do ZEE no Brasil											
Iniciativas federais											
Região	Projeto	Órgão coordenador	Escala de elaboração	Situação						Área aprox. (km²)	Observações
				Planejamento	Diagnóstico	Prognóstico	Proposta de gestão	Normalização	Validação federal		
Baixo Rio Parnaíba	ZEE do Baixo Rio Parnaíba	Ministério do Meio Ambiente	1:100.000	concluído	concluído	concluído	concluído	não	sim	10.520	
Amazônia Legal	MacroZEE da Amazônia Legal	Ministério do Meio Ambiente	1:1.000.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (decreto federal nº 7.378, de 1º de dezembro de 2010)	sim	5.219.619	O art. 6º-C do decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, estabeleceu a necessidade de elaboração do MacroZEE da Amazônia Legal, a partir do Mapa Integrado dos ZEEs dos estados da região.
Biomã Cerrado	MacroZEE do Bioma Cerrado	Ministério do Meio Ambiente	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	em andamento	não	não	2.052.463	O art. 3º-D do decreto s/nº de 03 de julho de 2003 estabeleceu a necessidade de elaboração do MacroZEE do Bioma Cerrado.
Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	MacroZEE da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	Ministério do Meio Ambiente	1:1.000.000	concluído	concluído	não iniciado	não iniciado	não	não	637.536	
Iniciativas estaduais											
Estado	Projeto	Órgão coordenador	Escala de elaboração	Situação						Área aprox. (km²)	Observações
				Planejamento	Diagnóstico	Prognóstico	Proposta de gestão	Normalização	Validação federal		
Acre	ZEE do Estado do Acre - Fase I	Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Sema)	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	164.123	O decreto estadual nº 503, de 06 de abril de 1999, criou o Programa Estadual de ZEE e instituiu a Comissão Estadual do ZEE.
	ZEE do Estado do Acre - Fase II	Sema	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 1.904, de 05 de junho de 2007)	sim	164.123	
Alagoas	ZEE da Zona Costeira do Estado de Alagoas	Universidade Federal de Alagoas (Ufal)	1:100.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	4.873	
Amapá	ZEE da Área Sul do Estado do Amapá	Instituto de Estudos e Pesquisas do Estado do Amapá (Iepa)	1:250.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	25.346	O decreto estadual nº 277, de 18 de dezembro de 1991, instituiu a Comissão Estadual do ZEE, enquanto a lei estadual nº 919, de 18 de agosto de 2005, dispôs sobre o ordenamento territorial do Estado do Amapá.
	ZEE do Estado do Amapá	Iepa	1:250.000	concluído	em andamento	não iniciado	não iniciado	não	não	142.828	
Amazonas	MacroZEE do Estado do Amazonas	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS)	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 3.417, de 31 de julho de 2009)	sim	1.559.159	O decreto estadual nº 23.477, de 16 de junho de 2003, modificado pelo decreto estadual nº 24.048, de 18 de fevereiro de 2004, instituiu a Comissão Estadual de ZEE.
	ZEE da Sub-região do Purus	SDS	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 3.645, de 08 de agosto de 2011)	sim	252.985	
	ZEE da Sub-região do Madeira	SDS	1:250.000	concluído	em andamento	não iniciado	não iniciado	não	não	221.035	



## ANEXO A (continuação)

Bahia	ZEE do Estado da Bahia	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema) e Secretaria de Estado de Planejamento (Seplan)	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	564.733	O decreto estadual nº 9.091, de 04 de maio de 2004, instituiu a Comissão Especial do ZEE, enquanto o decreto estadual nº 14.530, de 04 de junho de 2013, regulamenta a implementação do ZEE do Estado da Bahia
Ceará	ZEE da Zona Costeira do Estado do Ceará	Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace)	1:25.000 (1:10.000 nas áreas de mangue)	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	23.248	A seção II da lei estadual nº 13.796, de 30 de junho de 2006, que institui a Política Estadual do Gerenciamento Costeiro, dispõe sobre o ZEE da Zona Costeira do Estado do Ceará.
	ZEE da Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará	Semace	1:750.000	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	125.672	
	ZEE das Áreas Suscetíveis à Desertificação do Estado do Ceará	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme)	1:100.000	concluído	concluído	em andamento	em andamento	não	não	20.501	
Distrito Federal	ZEE do Distrito Federal	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh)	1:100.000	concluído	concluído	concluído	em andamento	não	não	5.779	O decreto distrital nº 28.369, de 19 de outubro de 2007, dispõe sobre o ZEE do Distrito Federal e instituiu a Comissão Distrital do ZEE.
Espírito Santo	ZEE do Estado do Espírito Santo	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama)	1:250.000 (1:100.000 na zona costeira)	concluído	concluído	não elaborado	concluído*	não	não	46.095	O decreto estadual nº 2.085-R, de 01º de julho de 2008, instituiu o Programa Estadual de ZEE e a Comissão Estadual de ZEE.
Goiás	ZEE da Área do Entorno do Distrito Federal	Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação (Seplan)	1:250.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	38.142	O decreto estadual nº 6.707, de 28 de dezembro de 2007, instituiu a Comissão Coordenadora do ZEE de Goiás.
	ZEE da Microrregião do Meio Ponte	Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Habitação (Semarh)	1:250.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	21.165	
	ZEE do Aglomerado Urbano de Goiânia	Secretaria Municipal de Planejamento (Seplan)	1:50.000	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	726	
	MacroZEE do Estado de Goiás	Secretaria de Estado de Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (Sicam)	1:1.000.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	340.111	
Maranhão	MacroZEE do Estado do Maranhão	Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento (Seplan)	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 10.316, de 17 de setembro de 2015)	sim	331.937	O decreto estadual nº 29.359, de 11 de setembro de 2013, instituiu a Comissão Estadual de ZEE e o Comitê Técnico-Científico do ZEE do Estado do Maranhão.
	ZEE do Estado do Maranhão	Seplan	1:250.000	concluído	não iniciado	não iniciado	não iniciado	não	não	331.937	
Mato Grosso	MacroZEE do Estado do Mato Grosso	Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (Seplan)	1:1.500.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 5.993, de 03 de junho de 1992)	não	903.366	O decreto estadual nº 1.139, de 31 de janeiro de 2008, instituiu a Comissão Estadual do ZEE.
	ZEE do Estado do Mato Grosso	Seplan e Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema)	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 9.523, de 20 de abril de 2011) - sob liminar judicial	não	903.366	

## ANEXO A (continuação)

<b>Mato Grosso do Sul</b>	MacroZEE do Estado do Mato Grosso do Sul	Secretaria de Estado do Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (Semac)	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 3.839, de 28 de dezembro de 2009)	sim	357.145	A lei estadual nº 3.839, de 28 de dezembro de 2009, também instituiu o Programa de Gestão Territorial (PGT) do Estado de Mato Grosso do Sul, a Comissão Coordenadora do PGT e o Grupo de Trabalho do PGT, responsável pela elaboração, atualização e revisão do ZEE.
<b>Minas Gerais</b>	ZEE do Estado de Minas Gerais	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad)	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído*	sim (deliberação normativa nº 129, de 27 de novembro de 2008, do Conselho Estadual de Política Ambiental - Copam)	não	586.522	A diretiva do Copam nº 02, de 25 de maio de 2009, tem como um de seus fundamentos a utilização do ZEE na revisão das normas regulamentares do Copam, especialmente aquelas referentes aos mecanismos e critérios para a classificação de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente sujeitos à regularização ambiental.
<b>Pará</b>	MacroZEE do Estado do Pará	Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (Sectam)	1:1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 6.745, de 06 de maio de 2005)	sim	1.247.954	O decreto estadual nº 1.026, de 05 de junho de 2008, instituiu o Comitê Supervisor do ZEE, o Comitê Técnico-Científico e o Grupo de Trabalho, responsáveis pela coordenação e execução do ZEE do Estado do Pará.
	ZEE da Zona Oeste do Estado do Pará (área de influência das rodovias BR-163 e BR-230)	Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos (Sepe)	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 7.243, de 09 de janeiro de 2009)	sim	334.450	
	ZEE da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará	Sepe	1:250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei estadual nº 7.398, de 16 de abril de 2010)	sim	820.716	
	ZEE da Zona Costeira do Estado do Pará	Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Sema)	1:100.000	em andamento	não iniciado	não iniciado	não iniciado	não	não	a definir	
<b>Paraíba</b>	ZEE dos Cariris Paraibanos	Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia (SERHMACT)	1:100.000	concluído	não iniciado	não iniciado	não iniciado	não	não	11.240	O decreto estadual nº 15.149, de 19 de fevereiro de 1993, criou o Projeto ZEE do Estado da Paraíba e instituiu a Comissão Estadual do ZEE.
<b>Paraná</b>	ZEE do Litoral do Estado do Paraná	Instituto Estadual de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG)	1:50.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	6.333	O decreto estadual nº 7.750, de 14 de julho de 2010, instituiu a Comissão Coordenadora do ZEE do Estado do Paraná, no âmbito da qual foi criada a Comissão Executora do ZEE do Paraná.
	ZEE do Estado do Paraná	ITCG	1:250.000	concluído	concluído	em andamento	não iniciado	não	não	192.974	
<b>Pernambuco</b>	ZEE do Litoral Sul do Estado de Pernambuco	Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA)	1:100.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (decreto estadual nº 21.972, de 29 de dezembro de 1999)	não	2.086	O art. 3º da lei estadual nº 14.258, de 23 de dezembro de 2010, que instituiu a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), estabelece o ZEE costeiro como um dos instrumentos da PEGC.
	ZEE do Litoral Norte do Estado de Pernambuco	SECTMA	1:100.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (decreto estadual nº 24.017, de 07 de fevereiro de 2002)	não	1.822	
	ZEE do Núcleo Metropolitano do Recife	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas)	1:100.000	concluído	concluído	não iniciado	não iniciado	não	não	1.032	
<b>Piauí</b>	MacroZEE do Estado do Piauí	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar)	1:1.000.000 (1:250.000 nos cerrados piauienses)	concluído	concluído	concluído	concluído	não	não	251.577	O decreto estadual nº 14.504, de 20 de junho de 2011, instituiu a Comissão Interinstitucional Coordenadora do ZEE do Estado do Piauí.

## ANEXO A (conclusão)

Rio de Janeiro	ZEE do Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Estado do Ambiente (SEA)	1-100.000	concluído	em revisão	não iniciado	não iniciado	não	não	43.780	A lei estadual nº 5.067, de 09 de julho de 2007, dispõe sobre o ZEE do Estado do Rio de Janeiro, enquanto o decreto estadual nº 44.719, de 09 de abril de 2014, instituiu a Comissão do ZEE do Estado do Rio de Janeiro.
	ZEE costeiro da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande	Instituto Estadual do Ambiente (Inea)	1-25.000	concluído	concluído	não iniciado	não iniciado	não	não	2.356	
Rio Grande do Norte	ZEE do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte	Instituto Estadual de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (Idema)	1-50.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (lei estadual nº 7.871, de 20 de julho de 2000)	não	4.608	
Rio Grande do Sul	ZEE do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul	Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam)	1-100.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	3.700	A resolução Consema nº 280, de 18 de outubro de 2013, criou Câmara Técnica Provisória (com duração prevista de dois anos) para tratar do ZEE do Estado do Rio Grande do Sul.
	ZEE do Estado do Rio Grande do Sul	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema)	1-250.000	concluído	em andamento	não iniciado	não iniciado	não	não	281.730	
Rondônia	ZEE do Estado de Rondônia - 1ª aproximação	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (Sedam)	1-1.000.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei complementar nº 52, de 20 de dezembro de 1991)	não	237.590	
	ZEE do Estado de Rondônia - 2ª aproximação	Sedam	1-250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei complementar estadual nº 233, de 06 de junho de 2000, retificada pela lei complementar estadual nº 312, de 06 de maio de 2005)	sim	237.590	
Roraima	ZEE do Estado de Roraima	Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento (Seplan) e Instituto de Amparo à Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Roraima (Iacti)	1-250.000	concluído	concluído	concluído	concluído	sim (lei complementar estadual nº 143, de 15 de janeiro de 2009, retificada pela lei complementar estadual nº 144, de 06 de março de 2009)	não	224.900	O decreto estadual nº 6.817-E, de 28 de dezembro de 2005, instituiu o Comitê Gestor de Geotecnologia, Cartografia, Planejamento e Ordenamento Territorial e o Grupo de Trabalho Permanente para a execução e detalhamento do ZEE do Estado de Roraima.
Santa Catarina	ZEE da Zona Costeira do Estado de Santa Catarina	Secretaria de Estado do Planejamento (SPG)	1-50.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	não	não	9.166	O art. 8º do decreto estadual nº 5.010, de 22 de dezembro de 2006, que regulamenta o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), estabelece o ZEE costeiro como um dos instrumentos do PEGC.
São Paulo	ZEE do Litoral Norte do Estado de São Paulo	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema)	1-50.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (decreto estadual nº 49.215, de 07 de dezembro de 2004)	não	1.977	O art. 9º da lei estadual nº 10.019, de 3 de julho de 1998, que dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), estabelece o ZEE costeiro como um dos instrumentos do PEGC. Já o projeto de lei nº 396, de 05 de junho de 2012, busca instituir o ZEE e a Comissão Estadual do ZEE.
	ZEE da Baixada Santista	Sema	1-50.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (decreto estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013)	não	2.418	
	ZEE do Vale do Ribeira	Sema	1-50.000	concluído	concluído	não elaborado	em andamento	não	não	13.846	
	ZEE do Estado de São Paulo	Sema	1-250.000	concluído	em andamento	não iniciado	não iniciado	não	não	243.827	
Sergipe	ZEE do Estado de Sergipe	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh)	1-100.000	concluído	não iniciado	não iniciado	não iniciado	não	não	21.915	
Tocantins	ZEE do Norte do Estado do Tocantins (Bico do Papagaio)	Secretaria de Estado do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (Seplan)	1-250.000	concluído	concluído	não elaborado	concluído	sim (lei estadual nº 2.656, de 06 de dezembro de 2012)	não	33.434	O decreto nº 5.562, de 30 de abril de 1992, instituiu a Comissão Estadual do ZEE.
	ZEE do Estado do Tocantins	Sepplan	1-250.000	concluído	em andamento	não iniciado	não iniciado	não	não	277.720	

\* Porém sem a elaboração de diretrizes gerais e específicas