UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

ANA PAULA ALVES DIBO

Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos

São Paulo
2018

ANA PAULA ALVES DIBO

Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Engenharia Mineral

Orientador: Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catologação-na-publicação

Dibo, Ana Paula Alves

Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos / A. P. A. Dibo -- São Paulo, 2018.
199 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo.

1.IMPACTOS AMBIENTAIS (AVALIAÇÃO); 2.BIODIVERSIDADE;
3.LICENCIAMENTO AMBIENTAL; 4.ESTUDO DE CASO; 5.CANA-DE
AÇÚCAR; I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Minas e Petróleo II.t.

Nome: DIBO, Ana Paula Alves

Título: Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Ao meu pai Luis, à minha mãe Evani, e à
minha irmã Ana Carolina, por toda
compreensão e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado no país e pela bolsa de estágio em pesquisa de doutorado no exterior.

Ao orientador Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez, pela grande oportunidade de crescimento profissional e pessoal, por todo conhecimento compartilhado e por toda atenção despendida durante todos os anos.

Ao Prof. Dr. Bram Noble, pela recepção, parceria, paciência e oportunidade de aprendizado, bem como pelas valiosas contribuições à pesquisa.

À Profa. Dra. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo, pelos ensinamentos transmitidos, pela sempre atenciosa disposição e pela amizade.

À Maria Cristina Poletto, Sueli Harumi Kakinami e Rossana Borioni, pela colaboração no fornecimento de informações que possibilitaram o desenvolvimento da pesquisa.

À Profa. Dra. e amiga Carla Grigoletto Duarte, pelos inúmeros incentivos à pesquisa, possibilidades de trabalhos complementares e discussões para o desenvolvimento da tese.

À Dra. e amiga Priscila Rodrigues Gomes, pelo incentivo e preciosas conversas, além de toda companhia durante os anos da pesquisa.

Às amigas Juliana Siqueira-Gay, Josianne Claudia Sales Rosa, Bárbara Almeida de Souza, por toda a parceria, suporte, incentivo e compreensão nesses anos.

Às minhas primas Amanda Nonato e Juliana Augusta Nonato de Oliveira, por todo o apoio durante o desenvolvimento da pesquisa e estágio no exterior.

À Krista, Tyler, Nora e Aubrie, pela maravilhosa recepção e por todo carinho que possibilitaram uma experiência encantadora no Canadá.

À Vera Lúcia Castelli dos Santos e José Luiz dos Santos (*in memoriam*), pela recepção tranquila e carinhosa nos meses finais de elaboração da tese.

Ao meu pai Luis Augusto Alves Dibo, à minha mãe Evani Aparecida Dibo, e à minha irmã Ana Carolina Alves Dibo, por todo o suporte, incentivo, paciência e compreensão.

Ao meu companheiro Leonardo Carniato Rodrigues, pelo apoio incondicional para a realização dessa etapa de vida.

*“...é do buscar e não achar que nasce o
que eu não conhecia, e que
instantaneamente eu reconheço...”*

Clarice Lispector

RESUMO

DIBO, Ana Paula Alves. **Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos.** 199f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

A avaliação de impactos cumulativos (AIC) é uma prática reconhecida e recomendada internacionalmente em processos de avaliação de impacto ambiental (AIA) de projetos, particularmente onde há concentração espacial de empreendimentos que podem causar significativos impactos, tendo como foco componentes ambientais selecionados que podem ser afetados pelos impactos de diversas ações. Assim, a AIC possibilita uma melhor compreensão das consequências ambientais, principalmente diante da crescente significância de fatores de risco, como os relacionados à biodiversidade. No Brasil, é deficiente a consideração de impactos cumulativos nos estudos de impacto ambiental (EIAs) de projetos submetidos ao licenciamento ambiental. Dentre as principais causas, destacam-se a ausência de diretrizes ou orientações técnicas ou metodológicas, tanto em nível estadual como nacional, e a dificuldade ao acesso de informações essenciais para a realização da AIC. Nesse contexto, para que essa prática possa avançar no Brasil, é necessário discutir os próprios fundamentos e objetivos da AIC, bem como seus desafios, e assim identificar oportunidades para a inclusão dessa prática na AIA de projetos. Ademais, ressalta-se a fundamental importância da adequada AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, tendo em vista as crescentes ameaças à integridade dos ecossistemas. Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo propor um quadro de referência com diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte, a fim de promover a integração da AIC para a biodiversidade na AIA de projetos. Para tal, a pesquisa foi realizada por meio do desenvolvimento das etapas: (i) elaboração do referencial teórico da pesquisa; (ii) discussão da prática da AIC sobre a biodiversidade no contexto do setor sucroenergético paulista, escolhido devido aos questionamentos sobre os impactos na biodiversidade decorrentes da expansão e concentração das áreas de cultivo de cana-de-açúcar; (iii) discussão da prática internacional em AIC em nível de projeto, considerando a experiência da AIC sobre a biodiversidade no Canadá, devido ao seu histórico e consolidação nesse país; e (iv) construção do quadro de referência para a AIC sobre a biodiversidade, tendo como base o contexto do estado de São Paulo. Como resultados: (i) foram identificados potenciais impactos cumulativos das áreas de cultivo de cana sobre componentes ambientais selecionados relacionados à biodiversidade; (ii) foi constatado que os Termos de Referência (TRs) elaborados no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos do setor sucroenergético não apresentam orientação explícita para a realização da AIC sobre a biodiversidade; (iii) verificou-se que os EIAs apresentam informações sobre a biodiversidade que poderiam auxiliar na identificação e análise dos potenciais impactos cumulativos, porém não apresentam avaliação sistemática dos mesmos. A análise dos TRs e EIAs de quatro casos de estudo canadenses selecionados identificou lições aprendidas que poderiam ser refletidas ao contexto brasileiro. Considerando os resultados obtidos, foi elaborado um quadro de referência com diretrizes e recomendações de iniciativas para a integração da AIC para a biodiversidade no processo de AIA, considerando o contexto do estado de São Paulo. Conclui-se que as oportunidades identificadas podem contribuir para a integração estruturada da AIC para a biodiversidade à AIA de projetos submetidos ao licenciamento ambiental.

Palavras-chave: Impactos cumulativos. Biodiversidade. Avaliação de impactos ambientais. Licenciamento ambiental. Setor sucroenergético.

ABSTRACT

DIBO, Ana Paula Alves. **Cumulative impacts assessment for biodiversity: a reference framework proposal in the context of the environmental impact assessment of projects.** 199f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Cumulative impacts assessment (CIA) is a well-recognized and internationally recommended practice in environmental impact assessment (EIA) processes of projects, particularly where there is a spatial concentration of developments that can cause significant impacts, focusing on valued environmental components that may be affected by the impacts of various actions. Thus, CIA allows a better understanding of the environmental consequences, especially in view of the growing significance of risk factors, such as those related to biodiversity. In Brazil, there is a lack of considering cumulative impacts in the environmental impact statements (EISs) of projects submitted to the environmental licensing. Among the main causes, it is highlighted the lack of guidance or technical or methodological guidelines, both at the state and national level, as well as the difficulty in accessing essential information for the CIA. To improve this practice in Brazil, it is necessary to discuss the elements and purposes of CIA, as well as the challenges, and to identify opportunities for addressing this practice in EIA at project level. Further, it is important to adequately address CIA on components related to biodiversity, in view of the growing threats to the integrity of ecosystems. In this way, the aim of this research was to propose a reference framework with guidelines and recommendations of support initiatives to integrate CIA for biodiversity in the EIA of projects. The research was carried out through the following steps: (i) elaboration of the theoretical reference of the research; (ii) discussion of CIA practice on biodiversity in the context of São Paulo sugarcane industry; chosen due to questions about the impacts on biodiversity by the expansion and concentration of sugarcane areas; (iii) discussion of the international practice in CIA at the project level, considering the Canadian experience in CIA on biodiversity, due to its history and consolidation in that country; and (iv) development of the reference framework for CIA on biodiversity, based on the context of São Paulo state. As results: (i) potential cumulative impacts of sugarcane on valued environmental components related to biodiversity were identified; (ii) Terms of Reference (ToRs) prepared in the environmental licensing process of enterprises of the sugarcane industry do not present explicit guidance for conducting CIA on biodiversity; (iii) EISs present elements on biodiversity that could help in the discussion of potential cumulative impacts, but there is no systematic assessment. Four ToRs and EISs of selected Canadian case studies were analyzed with the identification of lessons learned that could be discussed in the Brazilian context. With the results obtained, a reference framework was developed with guidelines and recommendations of support initiatives to integrate the CIA for biodiversity in the EIA process, in the context of São Paulo state. The opportunities identified can contribute to integrate the CIA for biodiversity to the EIA of projects submitted to the environmental licensing process.

Keywords: Cumulative impacts. Biodiversity. Environmental impact assessment. Environmental licensing. Sugarcane industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da pesquisa.....	23
Figura 2. Atividades conduzidas pela pesquisa e métodos relacionados	24
Figura 3. Processo de caracterização de impactos cumulativos sobre a biodiversidade	29
Figura 4. Número de artigos publicados sobre a prática da AIC por diferentes países.....	33
Figura 5. Questões norteadoras para a análise dos casos de estudo canadenses em relação à AIC sobre a biodiversidade	36
Figura 6. Etapas da avaliação de impactos cumulativos	50
Figura 7. Conceituação de avaliação de efeitos cumulativos	52
Figura 8. Oportunidades para a melhoria da prática da AIC em nível de projeto	61
Figura 9 Diagrama de causalidade para o componente ambiental "organismos aquáticos". ...	73
Figura 10. Diagrama de causalidade para o componente ambiental “vegetação”.....	73
Figura 11. Diagrama de causalidade para o componente ambiental “fauna silvestre”.....	74
Figura 12. Síntese da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos EIAs.	93
Figura 13. Matriz de impacto genérica para a identificação dos potenciais impactos cumulativos do projeto	135
Figura 14. Quadro de referência para a integração da AIC para a biodiversidade no processo de AIA.	144
Figura 15. Abordagens que podem ser adotadas para a definição dos limites espaciais para a AIC	153
Figura 16. Critérios para a seleção de ações e atividades futuras.....	156
Figura 17. Recomendações de iniciativas que podem facilitar a realização das etapas de AIC para a biodiversidade no processo de AIA	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios de efetividade relacionados à avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto	26
Quadro 2. Critérios de efetividade para a análise da AIC nos termos de referência e estudos de impacto ambiental de projetos do setor sucroenergético paulista	31
Quadro 3. Características dos projetos canadenses selecionados para análise da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade	34
Quadro 4. Categorias e exemplos de impactos ecológicos.....	41
Quadro 5. Potenciais impactos de rodovias sobre a biodiversidade.....	42
Quadro 6. Princípios gerais da avaliação de impactos cumulativos.....	48
Quadro 7. Métodos para a avaliação de impactos cumulativos.....	54
Quadro 8. Requerimentos legais para a consideração de impactos cumulativos no licenciamento ambiental brasileiro	62
Quadro 9. Potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade provenientes das áreas de cultivo de cana-de-açúcar	72
Quadro 10. Caracterização da perda cumulativa da disponibilidade de habitat para alguns dos CAS relacionados aos animais silvestres.	104
Quadro 11. Síntese dos potenciais impactos cumulativos do projeto, em combinação com outras atividades e projetos, sobre componentes relacionados à biodiversidade considerados no caso de estudo 3	127
Quadro 12. Guias de boas práticas para a AIC disponíveis no contexto internacional	146
Quadro 13. Grupos de trabalho da <i>Cumulative Environmental Management Association</i>	166
Quadro 14. Base de dados sobre a biodiversidade com potencial de uso na avaliação de impactos cumulativos	170

LISTA DE SIGLAS

AAI	Avaliação Ambiental Integrada
ABMI	<i>Alberta Biodiversity Monitoring Institute</i>
AEC	Avaliação de Efeito Cumulativo
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AIC	Avaliação de Impacto Cumulativo
CAS	Componente Ambiental Selecionado
CEAA	<i>Canadian Environmental Assessment Agency</i>
CEAA 2012	<i>Canadian Environmental Assessment Act, 2012</i>
CEMA	<i>Cumulative Environmental Management Association</i>
CEQ	<i>Council on Environmental Quality</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONRAD	<i>Canadian Oil Sands Network for Research and Development</i>
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
HIS	<i>Habitat Suitability Index</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
RAMP	<i>Regional Aquatics Monitoring Program</i>
RSDS	<i>Regional Sustainable Development Strategy</i>
SMA	Secretaria de Meio Ambiente
TR	Termo de Referência
UNICA	União da Indústria de Cana-de-Açúcar
VEC	<i>Valued Environmental Component</i>
WBEA	<i>Wood Buffalo Environmental Association</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Perguntas de pesquisa	19
1.2. Hipóteses de pesquisa	20
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivos Específicos	21
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1. Atividade 1. Levantamento bibliográfico acerca dos tópicos relacionados à avaliação de impactos cumulativos	25
3.2. Atividade 2. Estudo de potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade das monoculturas de cana-de-açúcar	28
3.3. Atividade 3. Análise da consideração de impactos cumulativos nos documentos de licenciamento ambiental de projetos do setor sucroenergético paulista	30
3.4. Atividade 4. Levantamento dos desafios e oportunidades relacionadas à prática da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto	33
3.5. Atividade 5. Análise de casos de estudo canadenses relacionados à prática de avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade	33
3.6. Atividades 6 e 7. Discussão de oportunidades e proposição de um quadro de referência a fim de promover a integração da AIC para a biodiversidade no processo de AIA de projetos	37
4. DA NECESSIDADE DE AVALIAR IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE	38
5. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS EM NÍVEL DE PROJETO	45
5.1. O processo de avaliação de impactos cumulativos	46
5.2. Contexto internacional da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto	56
5.3. Contexto nacional da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto	62
6. A PRÁTICA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE DO SETOR SUCROENERGÉTICO PAULISTA	68
6.1. Potenciais impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade	69
6.1.1. Componente ambiental relevante: organismos aquáticos	71
6.1.2. Componente ambiental relevante: vegetação	77
6.1.3. Componente ambiental relevante: fauna terrestre	80
6.2. Análise da prática atual da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos processos de licenciamento ambiental do setor	86
6.2.1. Análise dos Termos de Referência acerca da exigência da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade	86

6.2.2. Análise dos Estudos de Impacto Ambiental acerca da consideração de impactos cumulativos	90
7. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO CANADÁ	97
8. PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO PROCESSO DE AIA	141
8.1. Oportunidade I: Reconhecimento da necessidade da AIC no processo de AIA.....	144
8.2. Oportunidade II: O processo de condução da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade	147
8.3. Oportunidade III: Iniciativas necessárias para auxiliar a condução da AIC para a biodiversidade	161
8.4. Oportunidade IV: Delineamento de responsabilidades acerca da AIC.....	172
9. CONCLUSÕES	174
REFERÊNCIAS	177
APÊNDICE A	194

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de impacto cumulativo (AIC) é um processo que sistematicamente identifica e analisa as mudanças ambientais cumulativas provenientes da combinação de diversos impactos, os quais são relacionados a ações de desenvolvimento ou projetos em um determinado recurso ambiental (SPALING; SMIT, 1993; HARRIMAN; NOBLE, 2008). Apesar de variações nas definições de impacto cumulativo (ou efeito cumulativo), este poder ser caracterizado como uma mudança no ambiente resultante do impacto incremental de uma ação em combinação com os impactos de outras ações do passado, presente e as que são razoavelmente previsíveis no futuro (CEQ, 1978).

A AIC é uma prática reconhecida e recomendada internacionalmente em processos de avaliação de impacto ambiental (AIA) de propostas de desenvolvimento, auxiliando os processos de tomada de decisão, particularmente nas situações em que há concentração espacial de empreendimentos causadores de impactos cumulativos (MA; BECKER; KILGORE, 2009; CONNELLY, 2011; IFC, 2013). Esta pode ser considerada uma avaliação de característica integradora, pois (i) considera outras ações de desenvolvimento tanto do passado, do presente, como as que são razoavelmente previsíveis no futuro; e (ii) o foco da avaliação se pauta na perspectiva de um sistema ambiental – e todas as ações que o afetam – com a identificação de componentes ambientais selecionados (CAS) – atributos ambientais e sociais considerados importantes em uma dada região (DUINKER, 1994). Assim, a AIC possibilita uma melhor compreensão e monitoramento das consequências ambientais sobre determinados componentes, particularmente considerando a crescente significância de fatores de risco, como os relacionados à biodiversidade (IFC, 2013).

Nesse sentido, cada CAS em uma região deve ser analisado sob a perspectiva de sua capacidade de suporte, de maneira a assegurar a sustentabilidade ambiental dos determinados recursos (CANTER, 2015), levando em consideração se os efeitos totais de todos os fatores de estresse são aceitáveis, incluindo o potencial de contribuição de um projeto em afetar o componente selecionado (NOBLE, 2015a; SINCLAIR; DOELLE; DUINKER, 2017).

O interesse pela consideração de impactos cumulativos em avaliações de impacto de projetos iniciou-se em 1970, nos Estados Unidos, com a *National Environmental Policy Act* – NEPA, que foi a precursora em considerar a necessidade de compreender os potenciais impactos de uma proposta de desenvolvimento sob o contexto de outras atividades e seus impactos correlacionados (WESTERVELT, 2004).

Atualmente, outros países como Canadá (CEAA, 2012) e membros da União Europeia

(UNIÃO EUROPEIA, 2014), também exigem legalmente a consideração de impactos cumulativos nos processos de avaliação de impacto ambiental de projetos; assim como as instituições financeiras internacionais (IFC, 2013).

Todavia, a prática internacional relacionada à identificação e análise de impactos cumulativos em nível de projeto tem sido alvo de diversas críticas. Canter e Ross (2010) relatam que a prática da AIC nas avaliações ambientais de projeto nos Estados Unidos enfrenta vários desafios para a sua realização efetiva, como (i) a compreensão científica acerca de sistemas complexos; (ii) as incertezas relacionadas aos efeitos incrementais dos projetos; (iii) o desenvolvimento de processos, métodos e ferramentas para a avaliação de impactos sociais e econômicos; (iv) um melhor direcionamento dos termos de referência (TRs) acerca da AIC; dentre outros. Ma, Becker e Kilgore (2012) discutem como principais barreiras a ausência de procedimentos explícitos para guiar e facilitar de maneira efetiva a condução da AIC, a indisponibilidade de dados necessários para avaliar os impactos cumulativos e as definições ambíguas de impacto cumulativo utilizadas nas avaliações ambientais.

Em relação ao Canadá, Baxter, Ross e Spaling (2001) relatam como principais limitações: (i) a ausência de distinção entre as abordagens empregadas para a análise tanto dos impactos cumulativos quanto para os impactos do projeto; (ii) a insuficiência tanto na identificação de outras atividades na área de estudo e quanto na caracterização de potenciais impactos cumulativos; e (iii) a falta de análise dos potenciais impactos cumulativos, principalmente em relação à previsão dos mesmos. No mesmo cenário, Duinker e Greig (2006) elencam (i) as incertezas envolvendo as atividades que são razoavelmente previsíveis no futuro; (ii) a dificuldade na determinação de limiares críticos tendo em vista a proteção da integridade dos CASs; (iii) o entendimento acerca do conceito de impactos cumulativos; e (iv) a definição de limites temporais mais amplos, visando analisar a contribuição de atividades futuras no comprometimento da sustentabilidade dos componentes ambientais.

De modo similar, as avaliações ambientais realizadas no âmbito do Reino Unido também apresentam inconsistências e irregularidades no tratamento adequado de impactos cumulativos, devido, principalmente: (i) à falta de guias ou recomendações de como avaliar os efeitos cumulativos; (ii) à dificuldade ao acesso de informações sobre outros projetos em uma dada região, assim como de informações relacionadas aos componentes ambientais, provenientes tanto de avaliações ambientais realizadas como de outras iniciativas; (iii) à ausência de pessoal qualificado tanto para a condução das avaliações sobre os impactos

cumulativos, quanto para a análise da consistência dos estudos ambientais elaborados; e (iv) às dificuldades envolvendo a definição dos limites espaciais e seleção dos projetos que devem ser considerados na análise (COOPER; SHEATE, 2002).

Adicionalmente, outra deficiência frequentemente relatada na literatura internacional diz respeito à adequada consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos processos de avaliação ambiental de projetos (IAIA, 2005; WEGNER; MOORE; BAILEY, 2005; GONTIER; BALFORS; MÖRTBERG, 2006; KHERA; KUMAR, 2010; GONZÁLEZ et al., 2014; KARLSON; MÖRTBERG; BALFORS, 2014; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017). Os principais desafios permeiam a necessidade de abordar questões em níveis de paisagem e ecossistema, tais como: (i) a fragmentação da paisagem, distribuição de espécies e saúde do ecossistema, habitat das espécies, abundância e diversidade, no contexto de vários projetos em uma mesma região (SHERRINGTON, 2005); (ii) a necessidade de adoção de escalas espaciais e temporais mais longas, em relação às comumente empregadas nos estudos ambientais (DUINKER; GREIG, 2006); (iii) além da falta de monitoramento a longo prazo para entender como a paisagem muda ao longo do tempo, como também dados sobre populações e modelos que avaliam habitats para espécies (SCHULTZ, 2012).

Apesar das limitações constatadas sobre a prática, enfatiza-se que há também oportunidades para aprendizagem e melhoria da AIC em nível de projeto, de maneira que essa possa ser efetivamente incluída no escopo da AIA e, especialmente, contribuir para a discussão de impactos cumulativos sobre a biodiversidade. Dentre as oportunidades de melhorias se destacam: (i) o desenvolvimento de guias específicos para a AIC; (ii) o estabelecimento de diretrizes específicas nos TRs sobre a condução da AIC; (iii) a qualificação de pessoal envolvido no processo de análise dos impactos cumulativos (tanto das consultorias quanto do órgão ambiental); (iv) o estabelecimento de limites para componentes ambientais selecionados, orientando a avaliação da significância dos impactos cumulativos; (v) a disponibilidade e compartilhamento de dados e informações geradas nos processos de avaliação ambiental e monitoramento; e (vi) o desenvolvimento de uma base de dados regionais sobre as condições de determinados componentes ambientais que são de grande interesse para uma região (BAXTER; ROSS; SPALING, 2001; PIPER, 2001; CONNELLY, 2011; SEITZ; WESTBROOK; NOBLE, 2011; MA; BECKER; KILGORE, 2012; NOBLE; LIU; HACKETT, 2016).

De modo complementar, Dibo, Noble e Sánchez (2018) exploram opções para a melhoria da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade em nível de projeto

no contexto canadense, também discutindo desafios e oportunidades para o processo de AIC, como: (i) a necessidade dos TRs fornecerem direções específicas sobre a AIC; (ii) o estabelecimento dos limites espaciais serem baseados em limites ecológicos; (iii) os proponentes dos projetos serem os principais responsáveis na condução da AIC, porém, com a coleta e fornecimento de informações sobre outros projetos, e das condições dos componentes ambientais, sendo de responsabilidade das agências governamentais; e (iii) o emprego de recursos de gestão da informação e do conhecimento tanto nas empresas de consultoria quanto nos órgãos ambientais.

Neste sentido, ressalta-se a importância da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade devido a necessidade de compreensão das consequências ambientais sob escalas temporais e espaciais mais amplas (NITSCHKE, 2008), principalmente considerando os processos complexos inerentes à biodiversidade, além de sua capacidade de suporte frente as diversas ações que podem afetá-los em uma determinada região.

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 1/1986 estabelece a necessidade de discriminar as propriedades cumulativas e sinérgicas dos prováveis impactos ambientais identificados durante o processo de elaboração de um estudo de impacto ambiental (EIA) na etapa de análise dos impactos ambientais de um projeto. Em nível estadual, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) estabelece a necessidade de realizar, quando aplicável, a avaliação da cumulatividade e sinergia de impactos – considerando empreendimentos existentes em uma região – durante a elaboração dos estudos ambientais de projetos submetidos ao processo de licenciamento ambiental na agência (CETESB, 2014). Observa-se ainda a necessidade da consideração de impactos cumulativos no âmbito do licenciamento ambiental de diferentes setores e regiões específicas (como BRASIL, 2003; BRASIL, 2004; SÃO PAULO, 2005; IBAMA, 2012).

Entretanto, constata-se a ausência da prática da avaliação de impactos cumulativos, ou sua rara consideração, nos EIAs elaborados para o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos, compreendendo somente uma abordagem de análise pontual, de projeto a projeto, impossibilitando o emprego de uma visão mais abrangente (MPF, 2004; OLIVEIRA, 2009; TCU, 2011; DUPIN et al., 2012). Diante disso, a atual prática da AIC é vista ainda como pouco desenvolvida no Brasil (DUARTE; DIBO; SÁNCHEZ, 2017), sendo apenas considerada como um atributo para a classificação dos impactos analisados (ALMEIDA; MONTAÑO, 2017). Ainda, é também apontada como insatisfatória entre os atores-chave envolvidos no sistema brasileiro de avaliação de impacto ambiental (DUARTE et al., 2017).

Dentre as principais causas relacionadas à insuficiência da prática de AIC no processo de AIA de projetos no cenário brasileiro apontam-se: (i) a vaga definição e ausência de direções para avaliar os impactos cumulativos nos TRs; (ii) a falta de guias, procedimentos e ferramentas para a realização da AIC nos estudos ambientais (OLIVEIRA, 2009; DIBO; SÁNCHEZ, 2017); (iii) a dificuldade ao acesso às informações relevantes sobre outros projetos; (iv) a inconsistência das informações presentes nos diagnósticos de avaliações de projetos individuais, as quais são apresentadas em diferentes formatos; e (v) a não-padronização de dados sobre o estado atual do ambiente, coletados na etapa de acompanhamento dos empreendimentos (NERI; DUPIN; SÁNCHEZ, 2016). Essas causas corroboram com as deficiências e barreiras elucidadas em relação à prática internacional de AIC em nível de projeto.

Apesar das lacunas para o avanço da prática da AIC no Brasil, constata-se também que há demandas por melhorias visando sua integração à AIA de projetos (ALMEIDA; MONTAÑO, 2017; DUARTE et al., 2017), de maneira que é necessário discutir os próprios fundamentos e objetivos da AIC, bem como seus desafios, e assim identificar oportunidades para a incorporação dessa prática na AIA. Ademais, ressalta-se a prioridade cada vez mais urgente da adequada integração da biodiversidade durante os processos de AIA (WEGNER; MOORE; BAILEY, 2005; SLOOTWEG et al., 2009; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017; DIBO, NOBLE; SÁNCHEZ, 2018) , incluindo os impactos cumulativos (ATKINSON et al., 2000), e tendo em vista que a biodiversidade no Brasil é uma das maiores do mundo (MYERS et al., 2000).

Diante do exposto, essa pesquisa teve o intuito de propor um quadro de referência com diretrizes, bem como iniciativas de suporte, tanto para o órgão ambiental licenciador quanto para as empresas de consultoria, a fim de facilitar a integração da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade no contexto da AIA de projetos. Para tal, teve-se como base os princípios de boas práticas e as lições aprendidas com a prática internacional, tanto pelos desafios constatados quanto pelas oportunidades de melhoria, que podem ser implementadas para o avanço da prática da AIC para a biodiversidade nos processos de AIA dada sua importância para diversas tipologias.

1.1. Perguntas de pesquisa

Diante dos pressupostos apresentados na Introdução, teve-se como pergunta norteadora da pesquisa:

Como a avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade poderia ser integrada ao processo de avaliação de impacto ambiental de projetos?

Para tal discussão, questões específicas também foram elaboradas, pautadas na problemática em que a pesquisa está inserida. São elas:

1. Quais os elementos de boas práticas relacionados à AIC em nível de projeto, tendo como base os princípios, procedimentos e métodos recomendados e aplicados no cenário internacional?
2. Quais as lacunas da prática da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade nos processos de avaliação de impacto ambiental de projetos?
3. Como é conduzida a avaliação de impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade na avaliação de impacto ambiental de projetos em nível internacional?
4. Como as oportunidades para a melhoria da prática da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto podem ser refletidas para o contexto da AIA no Brasil?

1.2. Hipóteses de pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa, tendo o embasamento teórico como referência, teve-se a definição de duas hipóteses que foram testadas:

Hipótese 1: A prática atual da avaliação de impacto ambiental de projetos não adota elementos de boas práticas para a avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade.

Hipótese 2: Há lições aprendidas com a prática internacional em avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade em nível de projeto que podem ser refletidas e incorporadas na avaliação de impacto ambiental de projetos

2. OBJETIVOS

A pesquisa teve como objetivo propor um quadro de referência com diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte, a fim de promover a integração da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade na avaliação de impacto ambiental de projetos.

2.1. Objetivos Específicos

- a) Identificar as deficiências e limitações relacionadas à prática atual da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade nos processos de avaliação de impacto ambiental de projetos.
- b) Analisar a prática internacional em avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade no contexto da avaliação ambiental de projetos, tendo como foco as diretrizes fornecidas por regulamentações e guias de boas práticas, os elementos, procedimentos e métodos empregados nos estudos ambientais, além dos desafios e oportunidades de melhoria constatadas pela literatura científica.
- c) Discutir a aplicabilidade de diretrizes e recomendações de iniciativas ao processo de avaliação de impacto ambiental de projetos visando promover a prática da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade, considerando o contexto do estado de São Paulo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória-descritiva (GIL, 2008), pois tem o intuito de proporcionar uma melhor compreensão acerca da prática da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade em nível de projeto, assim como explorar oportunidades para que a mesma possa ser incorporada nos processos de avaliação de impacto ambiental de projetos submetidos ao licenciamento ambiental no contexto brasileiro.

Para tal, a pesquisa foi estruturada em quatro etapas, conforme apresentado no fluxograma da pesquisa (Figura 1. **Fluxograma da pesquisa.**). Na Figura 2 podem ser observadas as atividades conduzidas, com referência a cada objetivo específico, além dos métodos empregados, que possibilitaram o desenvolvimento da pesquisa em seu propósito. Cada atividade realizada é apresentada de maneira detalhada nos itens a seguir.

A Etapa I visou a elaboração do referencial teórico no qual a pesquisa está pautada, abordando os diversos temas pertinentes ao processo de AIC (conceitos, procedimentos, métodos, etc), bem com os critérios de efetividade para uma adequada consideração dos impactos cumulativos nos processos de avaliação ambiental de projeto. Assim, foi possível a construção do embasamento teórico necessário para dar suporte ao desenvolvimento do quadro de referência acerca da prática de AIC para a biodiversidade.

A Etapa II teve o objetivo de discutir a prática da avaliação de impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade nos processos de avaliação de impacto ambiental, tendo como estudo de caso os projetos submetidos ao licenciamento ambiental no contexto do setor sucroenergético do estado de São Paulo.

Já a Etapa III teve o intuito de discutir os desafios e oportunidades para a melhoria da condução da AIC em nível de projeto, assim como de identificar lições aprendidas com a prática da identificação e análise de impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, tendo como base as avaliações ambientais de projetos submetidos à aprovação para o órgão ambiental no contexto canadense.

Por fim, com a concretização dos produtos obtidos em cada atividade das etapas anteriormente descritas, a Etapa IV teve como foco a construção do quadro de referência, com diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte, a fim de promover a integração da AIC para a biodiversidade nos processos de avaliação de impacto ambiental de projetos, tendo como contexto de aplicação o estado de São Paulo.

Figura 1. Fluxograma da pesquisa.

Figura 2. Atividades conduzidas pela pesquisa e métodos relacionados.

O quadro de referência proposto pode orientar tanto o órgão ambiental licenciador na definição de requisitos para a AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade durante a elaboração dos termos de referência, como também pode auxiliar na análise dos estudos ambientais acerca da temática em questão. Além disso, espera-se que também possa contribuir no processo de tomada decisão de empreendimentos submetidos ao licenciamento ambiental, que podem impactar significativamente componentes ambientais de interesse quando da consideração de outros empreendimentos e projetos na região. Do mesmo modo, as empresas de consultoria podem utilizar esse quadro de referência como base para orientar a condução dessa prática durante a elaboração dos estudos de impacto ambiental de projetos, além da possibilidade de disseminar o conhecimento obtido à outras partes interessadas nesse processo.

Etapa I – Elaboração do referencial teórico da pesquisa

A etapa inicial teve o propósito de elaborar o referencial teórico que possibilitou a construção da fundamentação da pesquisa, bem como seu melhor delineamento, tendo como base o levantamento bibliográfico acerca da temática de interesse, conforme exposto a seguir.

3.1. Atividade 1. Levantamento bibliográfico acerca dos tópicos relacionados à avaliação de impactos cumulativos

O levantamento bibliográfico acerca da avaliação de impactos cumulativos teve como objetivo abordar os conceitos empregados, os procedimentos e os métodos estabelecidos para a realização desse tipo de avaliação em nível de projeto. Além do mais, possibilitou o conhecimento das legislações e guias de boas práticas em países com experiência consolidada em AIC como Estados Unidos, Canadá e União Europeia.

Desse modo, o levantamento bibliográfico realizado teve como base artigos de periódicos (publicados e no prelo), além de *reviews*, destacados pelos tesouros *Elsevier Science Direct*, *ISI Web of Knowledge*, *Elsevier Scopus*, *SciELO*, dentre outros, como também livros e guias de boas práticas. Para tal, foram utilizadas diversas palavras-chaves, como: impacto cumulativo, efeito cumulativo, avaliação de impacto cumulativo, avaliação de impactos cumulativos, avaliação de efeito cumulativo, avaliação de efeitos cumulativos, *cumulative impact*, *cumulative effect*, *cumulative impact assessment*; *cumulative impacts assessment*, *cumulative effect assessment*; *cumulative effects assessment*.

Além do estabelecimento do referencial teórico acerca da AIC, teve-se também como

outro produto uma compilação dos elementos de boas práticas para uma adequada avaliação dos impactos cumulativos nas avaliações ambientais em nível de projeto (Quadro 1), os quais foram empregados para a execução da atividade 3.

Quadro 1. Critérios de efetividade relacionados à avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto.

Critérios de efetividade	Referências
1. Os Termos de Referência exigem a inserção da avaliação de impactos cumulativos durante a elaboração de um EIA?	(1) (2)
2. Os impactos cumulativos são explicitados nos EIAs, com a apresentação de uma definição para o termo que guiará as análises?	(1) (2) (3)
3. Os componentes ambientais são selecionados para a AIC e são caracterizados para fins de diagnóstico?	(1) (2) (3) (4) (5)
4. Há identificação sistemática de outras ações (do passado, presente e futuro) que afetam os componentes ambientais selecionados?	(1) (2) (3) (4) (5)
5. O EIA estabelece um limite temporal e espacial para a avaliação dos impactos cumulativos?	(1) (2) (3) (4) (5)
6. O EIA emprega algum método para a identificação e avaliação dos impactos cumulativos sobre os componentes ambientais selecionados?	(1) (2) (3) (4) (5)
7. O EIA determina os critérios para avaliar a significância dos impactos cumulativos avaliados?	(1) (2) (3) (4) (5)
8. O EIA apresenta propostas de medidas de mitigação aos impactos cumulativos avaliados?	(1) (2) (3) (4) (5)
9. O EIA apresenta um plano de monitoramento para os impactos cumulativos avaliados?	(1) (2) (3) (4) (5)

(1) Burris e Canter (1997)

(4) Canter e Ross (2010)

(2) CEQ (1997)

(5) IFC (2013)

(3) Cooper e Canter (1997)

Etapa II – Discussão da prática da AIC sobre a biodiversidade no contexto do setor sucroenergético paulista

Para a compreensão da prática atual da AIC sobre a biodiversidade no contexto brasileiro de AIA, o setor sucroenergético no Estado de São Paulo foi tido como estudo de caso. A técnica de estudo de caso tem sido amplamente empregada por sua capacidade de investigação empírica em profundidade de um fenômeno contemporâneo, mediante a obtenção de evidências a partir de diversas fontes, como documentos, observações, entrevistas (YIN, 2010).

A escolha do setor se justifica pela necessidade de uma adequada avaliação dos impactos ambientais provenientes da atividade canavieira, inclusive os cumulativos, bem como a definição de medidas para a mitigação dos mesmos, conforme determinado pela

Resolução SMA n° 88/2008 da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo – que define as diretrizes para o licenciamento ambiental de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no estado. Ademais, a Deliberação CONSEMA n° 02/2008 recomendou à Secretaria de Meio Ambiente a realização de estudos que contemplem a análise integrada dos impactos sinérgicos e cumulativos dos empreendimentos do setor.

De modo complementar à resolução anterior, a Resolução SMA n° 121/2010 – que também estabelece critérios e procedimentos para licenciamento ambiental prévio dos empreendimentos do setor – dispõe que nos casos de ampliação pela aplicação de algum dos instrumentos de AIA, deverá ser observada a cumulatividade e sinergia dos impactos da ampliação com aqueles do empreendimento já licenciado, bem como a inserção das medidas mitigadoras e compensatórias.

A exigência da consideração de impactos cumulativos para o setor sucroenergético foi possivelmente determinada pelo rápido crescimento da indústria e à concentração espacial das monoculturas de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, representando aproximadamente 55% da produção nacional, com as maiores áreas de produção de cana (MARTINI et al., 2018).

No período de 2008 a 2011, o setor teve expressiva expansão, registrada pela grande quantidade de pedidos de licenciamento ambiental submetidos ao órgão ambiental licenciador do estado (RINALDI et al., 2012), com a continuidade da expansão das áreas de cultivo nos anos seguintes, possibilitada pela mudança de uso do solo, com a substituição de outras culturas como laranja e milho (CALDARELLI; GILIO, 2018).

Contudo, apesar da exigência legal, pesquisas anteriores sugerem que os estudos ambientais elaborados para o licenciamento ambiental da atividade abordam de forma insuficiente os impactos cumulativos, inclusive os relacionados à biodiversidade (DA COSTA, 2008; OLIVEIRA, 2008; GALLARDO; BOND, 2011; DIBO; SÁNCHEZ, 2017).

A discussão sobre os impactos sobre a biodiversidade é um tema importante nos debates envolvendo a sustentabilidade ambiental do setor, principalmente em relação à expansão das áreas de cultivo de cana em regiões onde o bioma predominante é a Mata Atlântica – um dos mais ameaçados no mundo –, com tendência a expandir em áreas de Cerrado (WALTER et al., 2014), acarretando assim em riscos de perda de habitats sensíveis, de espécies de fauna e flora, entre outros (DA COSTA, 2008; MARTINELLI; FILOSO, 2008; FILOSO et al., 2015).

Ademais, o setor canavieiro é também questionado pela perda de vegetação nativa,

contaminação de recursos hídricos, poluição do ar, dentre outros, que podem prejudicar a manutenção de componentes ambientais relacionados à biodiversidade (SCHLESINGER et al., 2008).

De como complementar, mesmo que a expansão e concentração das áreas de cultivo ocorram em áreas ocupadas por pastagens e por outras atividades agrícolas, faz-se necessário compreender a consequência dessa mudança de uso do solo para a conservação da biodiversidade (VON GLEHN, 2008), inclusive considerando os potenciais impactos cumulativos (DUARTE et al., 2013), visto que estes podem ser altamente significativos e comprometer a viabilidade de populações ou mesmo aumentar o risco de extinções, dentre outras consequências (TREWEEK, 1994; COOPER, 2004; IFC, 2013).

Diante desse contexto, primeiramente foram caracterizados potenciais impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, considerando a concentração de áreas de cultivo de cana-de-açúcar, com o posterior mapeamento das deficiências acerca da AIC nos termos de referência e estudos de impacto ambiental relacionados ao processo de licenciamento ambiental do setor no estado de São Paulo, conforme detalhamento das atividades a seguir.

3.2. Atividade 2. Estudo de potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade das monoculturas de cana-de-açúcar

Nesta etapa foi discutido o potencial de formação de impactos cumulativos, com enfoque em componentes ambientais relacionados à biodiversidade, considerando o potencial de contribuição de diversas áreas de cultivo de cana em afetar os mesmos componentes, pela combinação dos impactos de mesma natureza. Para tal propósito, foi adotado um processo (Figura 3) constituído de três passos: definição do escopo (etapa 1); descrição dos *pathways*¹ (etapa 2); e caracterização dos impactos cumulativos (etapa 3). Este processo teve como base o modelo causal de formação de impactos cumulativos, conforme discutido por Spaling (1994).

¹ *Pathway* se relaciona ao processo que uma perturbação pode seguir, sendo aqui considerados os processos aditivos (quando mudanças ambientais podem ser somadas ou subtraídas) ou interativos (quando as mudanças se multiplicam ou sofrem sinergismo). Fonte: Spaling (1994).

Figura 3. Processo de caracterização de impactos cumulativos sobre a biodiversidade.

Fonte: Elaborada pela autora com base em Spaling (1994).

A realização desse processo teve como base fontes secundárias, obtidas por meio de levantamento bibliográfico acerca dos impactos ambientais das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, como também através das informações contidas nos documentos relacionados ao processo de licenciamento ambiental do setor sucroenergético, como os EIAs, possibilitando assim identificar os prováveis impactos sobre a biodiversidade e os componentes ambientais que podem ser afetados pela monocultura de cana-de-açúcar, com a posterior discussão de formação de potenciais impactos cumulativos pela combinação dos impactos de mesma natureza.

De modo adicional, no intuito de fornecer uma melhor compreensão das relações de causa-e-efeito que podem contribuir para a formação de impactos cumulativos, foram elaborados diagramas de redes de causalidade tendo como base o método composto de análise de causalidade, desenvolvido especialmente para o âmbito da AIC por Perdicoúlis e Piper (2008). Sendo assim, possibilitou-se o desenvolvimento de estruturas gráficas simples, visando um fácil desenho, comunicação e interpretação das relações. O modelo tem como base a inclusão, principalmente: (i) dos elementos de um sistema ambiental que podem ser representados; (ii) das ações associadas aos elementos de um sistema ambiental; (iii) das relações de causa-e-efeito entre as ações consideradas e os efeitos ou impactos que podem ser ocasionados; e (iv) dos efeitos ou impactos, definidos como as mudanças ao final da cadeia.

3.3. Atividade 3. Análise da consideração de impactos cumulativos nos documentos de licenciamento ambiental de projetos do setor sucroenergético paulista

Com a finalização da etapa anterior, de caracterização de potenciais impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade provenientes da concentração de áreas de cultivo de cana, foi realizada uma análise da prática atual da consideração desses impactos cumulativos sobre a biodiversidade – além de elementos de boas práticas para a AIC, tendo como base os critérios de efetividade apresentados no Quadro 1, com enfoque na biodiversidade –, por meio de uma análise de conteúdo de uma amostra de documentos pertinentes ao processo de licenciamento ambiental do setor sucroenergético paulista, a constar: (1) termos de referência e (2) estudos de impacto ambiental.

A análise de conteúdo utiliza um conjunto de técnicas visando descrever e analisar comunicações de maneira sistemática, objetiva e quantitativa (CRANO; BREWER, 2002). Para tal, foram realizadas três etapas (BARDIN, 2011):

- Pré-análise: escolha dos documentos para a análise e formulação das hipóteses e objetivos.
- Exploração do material: aplicação das decisões tomadas – análise propriamente dita, por meio da codificação. As unidades de codificação são baseadas tanto em palavras como em temas, estes últimos permitindo uma interpretação do contexto os quais estão inseridos.
- Tratamento dos resultados e interpretações: síntese e seleção dos resultados; inferências e interpretações; e análise e discussão dos resultados com base nos pressupostos teóricos levantados pela pesquisa.

Assim, verificou-se se – e como – os termos de referência apresentaram orientações e exigências acerca da AIC para a biodiversidade, bem como se os estudos de impacto ambiental consideraram os elementos de boas práticas para a AIC, com enfoque na biodiversidade, bem como os potenciais impactos cumulativos caracterizados pela pesquisa, conforme os critérios de efetividade apresentados no Quadro 2.

Para a seleção dos documentos de licenciamento ambiental do setor sucroenergético paulista, primeiramente foi solicitada à CETESB uma listagem dos projetos submetidos para a obtenção da licença ambiental prévia no período de 2009 a 2014. A relação obtida constava 27 processos submetidos ao licenciamento com avaliação de impacto ambiental, em que foram solicitados a elaboração de um estudo de impacto ambiental. A partir da seleção dos processos, foram obtidas cópias digitais dos termos de referência e estudos de impacto

ambiental, possibilitando a análise de conteúdo de todos os processos selecionados de acordo com os critérios acima apresentados.

Quadro 2. Critérios de efetividade para a análise da AIC nos termos de referência e estudos de impacto ambiental de projetos do setor sucroenergético paulista.

Critérios de efetividade	O que deve ser considerado?
1. O TR exige a inserção da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade durante a elaboração do EIA?	- Clara menção da necessidade de avaliar os impactos cumulativos e/ou sinérgicos sobre a biodiversidade no EIA
2. O TR exige a análise dos impactos diretos/indiretos sobre a biodiversidade, bem como os impactos cumulativos, os quais foram discutidos pela pesquisa? cumulativos?	- Necessidade de avaliar os impactos diretos/indiretos relacionados aos impactos cumulativos discutidos pela pesquisa, bem como os impactos cumulativos propriamente discutidos.
3. O EIA apresenta uma definição para o termo impacto cumulativo?	- Definição de um termo para impacto cumulativo/sinérgico que guiou a AIC
4. A avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade é explicitada no EIA?	- Apresentação do processo de AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade
5. O EIA seleciona e caracteriza componentes ambientais relacionados à biodiversidade para a AIC?	- Identificação de componentes ambientais relacionados à biodiversidade que serão afetados pelo empreendimento para a AIC - Seleção dos componentes ambientais considerados pela pesquisa para a AIC - Apresentação de um diagnóstico, considerando condições históricas e atuais, para cada componente ambiental selecionado para a AIC
6. O EIA identifica atividades do passado, do presente e as que são razoavelmente previsíveis no futuro na região de estudo do projeto?	- Identificação sistemática de outras ações (do passado, presente e futuro) que afetam os componentes ambientais selecionados para a AIC
7. O EIA identifica limites espaciais e temporais para cada componente ambiental selecionado relacionado à biodiversidade?	- Estabelecimento de limites espaciais e temporais para cada componente ambiental selecionado para a AIC
8. O EIA identifica os impactos cumulativos que podem afetar os componentes selecionados relacionados à biodiversidade?	- Identificação das respostas dos componentes ambientais relevantes às mudanças provenientes das diversas atividades (impactos cumulativos) - Identificação dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade caracterizados pela pesquisa
9. O EIA determina a magnitude e significância dos impactos cumulativos identificados sobre os componentes ambientais relacionados à biodiversidade?	- Previsão e determinação da significância dos impactos cumulativos identificados sobre a biodiversidade
10. O EIA propõe medidas para evitar ou minimizar os impactos cumulativos relacionados à biodiversidade?	- Recomendação de medidas de mitigação e gestão dos impactos cumulativos identificados sobre a biodiversidade

11. O EIA propõe o monitoramento dos impactos cumulativos relacionados à biodiversidade?	- Proposição de um plano de monitoramento dos impactos cumulativos identificados sobre a biodiversidade
--	---

Fonte: Elaborada pela autora com base em CEQ (1997), Hegmann et al. (1999), Canter e Ross (2010), e IFC (2013).

Considerando que a Resolução SMA nº 88/2008 – datada de 19/12/2008 e republicada em 19/03/2009 – define diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo, e dispõe sobre a "*necessidade da adequada avaliação dos impactos ambientais associados, inclusive os cumulativos, e a consequente definição de medidas efetivas para sua mitigação*", foi definido o ano de 2009 como período inicial para a seleção dos processos a serem analisados, tendo em vista que os EIAs elaborados a partir desse período deveriam seguir essa resolução. A delimitação do ano de 2014 se justifica pelo início da pesquisa aqui apresentada.

Dessa forma, a análise possibilitou o mapeamento de deficiências sobre a prática de AIC para a biodiversidade, auxiliando dessa forma a discussão de oportunidades para sua integração no processo de AIA de projetos submetidos ao licenciamento ambiental.

Etapa III - Discussão da prática internacional em AIC sobre a biodiversidade em nível de projeto

A etapa III teve o propósito de discutir a prática internacional em AIC, com a identificação de seus desafios e oportunidades em nível de projeto, principalmente quando da consideração de componentes ambientais relacionados à biodiversidade, conforme atividade descrita no item a seguir.

Para tal, teve-se como base as publicações relacionados à países com histórico e consolidação dessa prática, com destaque para a experiência no Canadá, devido à promulgação e regulamentação de leis em nível federal e provincial que requerem a AIC em avaliações ambientais de projetos, como a *Canadian Environmental Assessment Act, 2012*, a *Environmental Protection and Enhancement Act* (2000) da província de Alberta, e a *British Columbia Environmental Assessment Act* (2002). Além do mais, constata-se que o Canadá tem grande relevância em publicações de artigos científicos à respeito da prática de AIC, quando comparado com outros países, conforme apresentado na Figura 4.

De modo adicional à essa etapa, também foram selecionados casos de estudo canadenses para a análise do processo de AIC sobre a biodiversidade, considerando avaliações ambientais de projetos submetidos à aprovação (atividade 5).

Figura 4. Número de artigos publicados sobre a prática da AIC por diferentes países².

Fonte: *Scopus*, 2018.

3.4. Atividade 4. Levantamento dos desafios e oportunidades relacionadas à prática da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto

O levantamento dos desafios que limitam a AIC em nível de projeto considerando o estado da prática atual no contexto internacional, além das oportunidades de avanço para essa prática, particularmente, mas não exclusivamente, com foco na biodiversidade, teve como base o levantamento bibliográfico de publicações, conforme descrito na atividade 1 (item 3.1), em base de dados como o *Scopus*. Esse levantamento também embasou a construção e discussão do quadro de referência proposto pela pesquisa.

Os principais autores considerados foram: Cooper e Canter (1997); Baxter, Ross e Spaling (2001); Piper (2001); Duinker e Greig (2006); Harriman e Noble (2008); Gunn e Noble (2009); Noble (2010); Connelly (2011); Duinker et al. (2013); Ma, Becker e Kilgore (2012); Noble, Liu e Hackett (2016); Foley et al. (2017) e Dibo, Noble e Sánchez (2018).

3.5. Atividade 5. Análise de casos de estudo canadenses relacionados à prática de avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade

Para a análise de casos de estudo canadenses em relação à realização da AIC sobre a

² Para a busca na base *Scopus*, foram consideradas as seguintes palavras-chaves para os campos “*article title, abstract, keywords*”: “*cumulative effects assessment*” or “*cumulative impacts assessment*”. Foi selecionado o período de publicação de 1985 a 2019, delimitando a busca em artigos, artigos no prelo e *reviews*.

biodiversidade, foram selecionados quatro projetos que tiveram o processo de avaliação ambiental realizados no âmbito federal, por meio de indicação de especialistas. Para tal, foram enviados e-mails a 252 especialistas canadenses em avaliação de impacto, solicitando a indicação de projetos que conduziram a avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade de maneira adequada, ou que tiveram alguma consideração sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade. Os especialistas foram selecionados a partir da lista de participantes no evento *37th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, promovido pela *International Association for Impact Assessment*, realizado no período de 04 a 07 de abril de 2017, na cidade de Montréal, Canadá.

Como resultado, foram obtidas 39 indicações de projetos provenientes de 99 respostas. Sendo assim, os quatro projetos mais indicados foram selecionados para a análise documental (Quadro 3) do processo de AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade.

Quadro 3. Características dos projetos canadenses selecionados para análise da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade.

Caso 1: Joslyn North Mine Project (2006)
<p><u>Descrição:</u> O projeto de mineração “Joslyn North Mine” está localizado na municipalidade regional de Wood Buffalo, no noroeste da província de Alberta, aproximadamente a 70 km de Fort McMurray, e de responsabilidade da empresa <i>Total E&P Canada Ltd</i> (anteriormente <i>DeerCreek Energy Limited</i>). As minas para extração de betume de arenitos betuminosos têm a previsão de produção de 100.000 barris de betume por dia. O projeto abrange aproximadamente 5.400 ha, constituído principalmente dos seguintes componentes: poço, área de disposição externa, tanque de rejeito externo, instalação da planta e manutenção, e diversas outras instalações.</p> <p><u>Tipo de avaliação:</u> <i>Environmental Assessment by Review Panel</i>³.</p> <p><u>Autoridade federal responsável:</u> <i>Fisheries and Oceans Canada</i>.</p>
Caso 2: Jackpine Mine Expansion Project (2007)
<p><u>Descrição:</u> O projeto “Jackpine Mine Expansion”, de responsabilidade da companhia <i>Shell Canada Limited</i> localizado a aproximadamente 70 km ao norte de Fort McMurray (Alberta), tem o propósito de expandir as áreas de mineração e instalações de processamento associadas, utilitários e infraestrutura já existentes, possibilitando o aumento da produção de betume em 100.000 barris por dia.</p> <p><u>Tipo de avaliação:</u> <i>Environmental Assessment by Review Panel (Joint Review Panel)</i>.</p> <p><u>Autoridade federal responsável:</u> <i>Canadian Environmental Assessment Agency</i>.</p>

³*Environmental Assessment by Review Panel*: um Painel de Revisão conduz o processo de avaliação ambiental de um projeto, avaliando se um estudo de impacto ambiental preparado por um proponente é suficiente para proceder às audiências públicas. O Painel é formado por uma comissão de especialistas independentes, nomeado pelo Ministro de Meio Ambiente, podendo também ser formado em cooperação com outra jurisdição, denominando assim um *Joint Review Panel*.

Caso 3: Keeyask Generation Project (2011)

Descrição: O projeto “Keeyask Generation” consiste em uma usina hidrelétrica de 695 megawatts, bem como suas linhas de transmissão associadas, localizada no baixo do rio Nelson, aproximadamente a 180 km a noroeste da cidade de Thompson, na província de Manitoba. O projeto é desenvolvido e operado pela *Keeyask Hydropower Limited*, uma parceria entre a corporação Manitoba Hydro e quatro grupos *First Nations*: *Tataskweyak Cree Nation*, *War Lake First Nation*, *York Factory First Nation*, e *Fox Lake Cree Nation*. O mesmo consiste de um complexo de usinas, um vertedouro, barragens, diques, estradas de acesso, fontes de empréstimo e infraestruturas de apoio. Uma linha de transmissão será construída e operada pela Manitoba Hydro para fornecer energia para construção do projeto, bem como três novas linhas para transmitir a eletricidade a uma estação conversora existente para uso em Manitoba e mercados de exportação.

Tipo de avaliação: *Transitional Comprehensive Study*⁴.

Autoridade federal responsável: *Fisheries and Oceans Canada*.

Caso 4: Murray River Coal Project (2013)

Descrição: O projeto da HD Mining International Ltd. tem o propósito de construir, operar e desativar uma mina de carvão subterrânea, localizada a 12.5 km a sudoeste de Tumbler Ridge, na província de British Columbia, além de infraestruturas de apoio que inclui uma carga ferroviária de 5.8 km. A previsão é de produzir seis milhões de toneladas de carvão metalúrgico por ano, com uma estimativa de vida útil da mina em 25 anos.

Tipo de avaliação: *Environmental Assessment by Responsible Authority*⁵.

Autoridade federal responsável: *Canadian Environmental Assessment Agency*.

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise não teve o intuito de avaliar a qualidade dos casos de estudo acerca da avaliação de impactos cumulativos conduzida, como realizado por Noble e Gunn (2013) e AURA (2016), por exemplo, mas foi orientada pelos elementos de boas práticas discutidos pela literatura acerca da AIC. Sendo assim, foi realizada uma descrição de cada caso na forma de narrativa acerca da consideração dos impactos cumulativos nos estudos, destacando os CASs selecionados, a abordagem metodológica e as principais lições aprendidas com cada caso, no mesmo sentido que apresentado por Hegmann et al. (1999), que identificou *what has been done* em outros casos de estudo canadenses. Dessa maneira, as análises tiveram como base as questões definidas na Figura 5.

⁴ *Transitional Comprehensive Study*: tipo de avaliação ambiental que se iniciou sob a antiga Lei e que estava em andamento no momento em que as disposições da *Canadian Environmental Assessment Act, 2012* entraram em vigor.

⁵ *Environmental Assessment by Responsible Authority*: a avaliação ambiental é conduzida por uma autoridade federal responsável, de acordo com as diretrizes da CEAA, 2012.

Figura 5. Questões norteadoras para a análise dos casos de estudo canadenses em relação à AIC sobre a biodiversidade.

Fonte: Elaborada pela autora com base em Hegmann et al. (1999).

Os documentos das avaliações ambientais foram coletados no website da CEAA, pelo *Canadian Environmental Assessment Registry*, como também pelo website do governo de Alberta, além de outros pertinentes aos casos de estudo analisados para complementação dos documentos relacionados aos processos. A análise da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade se pautou nos Termos de Referência emitidos pela agência ambiental, Estudos de Impacto Ambiental, documentos sobre as decisões do órgão ambiental, bem como análises críticas dos painéis designados e outras independentes, quando existentes.

Etapas IV – Construção do quadro de referência para a AIC sobre a biodiversidade

A última etapa teve o propósito de construir um quadro de referência com diretrizes e recomendações de iniciativas para que facilite a integração da AIC para a biodiversidade nos processos de AIA de projetos submetidos ao licenciamento ambiental. Para tal, foi realizada uma integração e síntese dos produtos obtidos nas atividades anteriores, conforme explicitado no item a seguir.

Espera-se que o quadro de referência auxilie tanto o órgão ambiental licenciador, quanto as empresas de consultoria, a avançar nessa prática que ainda é muito incipiente no Brasil, tanto em termos de requisitos sobre a necessidade deste tipo de avaliação, como também na condução adequada da AIC nos estudos de impacto ambiental.

3.6. Atividades 6 e 7. Discussão de oportunidades e proposição de um quadro de referência a fim de promover a integração da AIC para a biodiversidade no processo de AIA de projetos

Com os produtos obtidos nas atividades anteriores foi possível a discussão de oportunidades para a integração da AIC sobre a biodiversidade no processo de AIA, à luz dos quatro tipos de barreiras discutidas por Piper (2001) para a implementação da AIC, a constar: (i) conscientização; (ii) responsabilidade; (iii) recursos; e (iv) processo. Nesse sentido, foi considerado o contexto do estado de São Paulo para a discussão das seguintes oportunidades:

- Oportunidade I: Reconhecimento da necessidade da AIC no processo de AIA.
- Oportunidade II: O processo de condução da AIC para a biodiversidade.
- Oportunidade III: Iniciativas necessárias para auxiliar a condução da AIC para a biodiversidade.
- Oportunidade IV: Delineamento de responsabilidades acerca da AIC.

Visando sistematizar os resultados discutidos acerca das oportunidades, foi elaborado o quadro de referência como produto final. Após sua elaboração, foram realizadas quatro consultas com especialistas em AIA, por meio da amostragem não-probabilística por conveniência (JOHNSON; CHRISTENSEN, 2017), utilizando como critérios o contato pré-estabelecido com esses especialistas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa, bem como o envolvimento no grupo no qual a pesquisa está inserida. Cada um dos especialistas consultados é afiliado a/ao: órgão ambiental licenciador estadual (CETESB), órgão ambiental licenciador federal (IBAMA), academia e empresa de consultoria. Sendo assim, a proposta de quadro de referência foi apresentada a cada um dos especialistas, que puderam expor suas reflexões e sugestões, as quais foram incorporadas ao quadro de referência proposto, possibilitando seu aprimoramento e apresentação final.

4. DA NECESSIDADE DE AVALIAR IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE

Para fins desta pesquisa, biodiversidade é definida como:

“A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (CBD, 1992, p. 9).

As atividades antrópicas frequentemente têm impactos negativos sobre a biodiversidade, principalmente os relacionados aos desmatamentos com a consequente perda de habitats e da diversidade de espécies, e à fragmentação de habitats, que podem ocasionar a perda da diversidade genética das espécies, endogamia e aumentar o risco de extinção ao reduzir o fluxo gênico entre fragmentos. A diminuição no fluxo gênico em populações fragmentadas tem efeitos adversos que são geralmente mais severos, em comparação com uma população não fragmentada (FRANKHAM; BALLOU; BRISCOE, 2008).

Na mesma visão, Bennet e Saunders (2010) apontam que as consequências da perda de habitat e da fragmentação não ocorrem como um simples e único evento, mas sim resultam ao longo de vários anos, na medida em que os habitats restantes são destruídos, reduzidos ou fragmentados, assim como também as paisagens são modificadas pelas novas formas de uso do solo ou pelo aumento populacional em uma região. Como exemplo, a riqueza de espécies em um fragmento isolado não é reduzida imediatamente, mas sim a partir de um intervalo de tempo, no qual se notam os efeitos da fragmentação. Entretanto, os autores realçam que em fragmentos pequenos a taxa de mudança é mais rápida, devido ao tamanho reduzido das populações e à maior vulnerabilidade desses fragmentos perante perturbações externas.

Laurance (2010) também ressalta que a destruição e fragmentação de habitats – principalmente devido à agricultura – ocasionam o declínio de populações e espécies, sendo as principais causas de perda de biodiversidade e extinção de espécies devido à modificação das comunidades e alteração de processos do ecossistema.

Diante dessas consequências, a AIA é considerada um importante instrumento para que os valores relacionados à biodiversidade possam ser reconhecidos e inseridos no âmbito das propostas de desenvolvimento, visando a conservação da biodiversidade, e assim auxiliando os processos de tomada de decisão (IAIA, 2005). Nesse sentido, diversos autores discutem as questões relacionadas aos impactos sobre a biodiversidade que devem ser incluídas no escopo das avaliações de impacto ambiental de projetos.

Atkinson et al. (2000) apresentam recomendações gerais e ferramentas para a melhoria da inclusão da biodiversidade em avaliações ambientais, que podem ser adaptadas para o contexto de vários projetos. Para tal, os autores empregam a abordagem estabelecida pela Convenção sobre a Diversidade Biológica⁶ (CBD, 1992), a qual estabelece três níveis diferentes de biodiversidade:

- (1) nível genético: diversidade genética entre indivíduos de uma população, bem como entre populações (é a principal condutora dos processos evolutivos);
- (2) nível de espécie: diversidade de espécies existentes em um determinado ambiente (é resultado dos processos de evolução); e
- (3) nível de ecossistema: diversidade do complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e suas interações com o ambiente.

Desse modo, os autores apresentam que, no tocante à diversidade ecossistêmica, devem ser considerados os impactos relacionados a: florestas e outros habitats, ambientes sensíveis, fragmentação e perda de conectividade de habitats, processos ecossistêmicos e processos biofísicos. Já para a diversidade de espécies, devem ser avaliados os impactos sobre a variedade de organismos; espécies endêmicas, ameaçadas de extinção ou espécies-chaves e introdução de espécies exóticas. E por fim, para a diversidade genética os impactos relacionam-se à perda de diversidade genética; isolamento de diferentes genótipos da mesma espécie; modificação genética de animais e plantas; e endogamia devido ao isolamento dos grupos populacionais.

No mesmo sentido, Sloomweg e Kolhoff (2003) discutem a integração de aspectos relevantes da biodiversidade nas etapas da AIA, também considerando os três níveis diferentes de biodiversidade. Como exemplo, para a etapa de triagem, deve-se considerar o potencial de uma atividade causar: (i) a perda local da diversidade genética de espécies de plantas e animais (nível genético); (ii) a perda da população de uma espécie e do potencial de afetar o uso sustentável de uma população de uma espécie (nível de espécie); e (iii) sérios danos ou perda total de ecossistemas ou de uso do solo, levando a uma perda da diversidade do ecossistema, além de afetar a exploração sustentável dos ecossistemas ou de uso do solo

⁶A CDB é um tratado da Organização das Nações Unidas, assinado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, mais conhecida como ECO-92, que tem como objetivo a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos.

(nível de ecossistema). Para a etapa de escopo, os autores também definem aspectos da biodiversidade que podem ser relevantes para a AIA em maiores detalhes.

Ainda, Slootweg et al. (2009) discutem que as intervenções antrópicas podem resultar em efeitos biofísicos, sociais e econômicos, que têm o potencial de ocasionar impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos associados. Devido a isso, faz-se necessário entender os fatores que causam mudanças nos ecossistemas, para a definição de medidas que minimizem os impactos negativos e potencializem os positivos e. Dentre os fatores de mudanças que afetam a biodiversidade destacam-se: a mudança de uso do solo (principal causa de perda da biodiversidade); a fragmentação de habitats (também de grande preocupação devido ao isolamento de populações); a emissão de resíduos, efluentes, ruídos ou outros compostos; e, a perturbação na composição, estrutura e processos-chaves de um ecossistema.

Há também a necessidade de compreensão dos diferentes aspectos da biodiversidade para que uma adequada avaliação dos impactos ambientais sobre a biodiversidade possa ser conduzida, conforme exposto por Franklin et al. (1981) e Noss (1990):

- (1) Composição: refere-se aos vários elementos de um ecossistema, bem como sua abundância. Esta pode ser descrita por meio da (i) variedade genética dentro das espécies ou entre as populações de espécies; (ii) diferentes índices de diversidade de espécies; e (iii) diversidade de tipos de ecossistemas.
- (2) Estrutura: relaciona-se à organização dos vários elementos de um ecossistema no tempo (padrões temporais) e no espaço (horizontal e vertical).
- (3) Processos-chave (ou funções): envolve os processos ecológicos ou evolutivos que ocorrem em um ecossistema, como fluxo gênico, perturbações e ciclagem de nutrientes.

Além disso, a *International Finance Corporation* (IFC) – Corporação Financeira Internacional, membro do Grupo Banco Mundial que financia projetos do setor privado – também reconhece a necessidade de identificação dos impactos diretos e indiretos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos para o financiamento de projetos privados. Assim, o Padrão de Desempenho 6 (Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos Naturais Vivos) estabelece que esse processo de identificação deverá considerar as ameaças relevantes à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos, principalmente em relação à perda, degradação e fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas invasoras,

perturbação de habitat (devido a ruído, luz, tráfego terrestre ou marinho), efeito de borda, alterações hidrológicas, carga de nutrientes e poluição.

De modo complementar, Treweek (1999) apresenta a Avaliação de Impacto Ecológica – processo de identificação, quantificação e avaliação dos potenciais impactos de ações sobre os ecossistemas e seus componentes – como uma importante ferramenta que pode ser inserida ao contexto da AIA para avaliar as prováveis mudanças biofísicas ocasionadas por ações, as quais podem afetar recursos e características ecológicas de interesse. A inserção dessa abordagem integradora possibilita uma avaliação dos potenciais impactos ecológicos significativos, inclusive os cumulativos, que podem alterar a integridade de um local, de um ecossistema e até mesmo de espécies. Para tal, a autora apresenta uma listagem de impactos ecológicos que podem ser abordados durante uma avaliação ambiental, classificando-os em cinco tipos (Quadro 4).

Quadro 4. Categorias e exemplos de impactos ecológicos.

Categorias	Exemplos
Impactos diretos	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de habitats ou destruição - Fatores abióticos/locais alterados - Mortalidade de indivíduos - Perda de indivíduos pela emigração - Fragmentação de habitats - Perturbações (tráfego, ruídos, etc)
Impactos indiretos	<ul style="list-style-type: none"> - Mortalidade de indivíduos ou populações pela redução da área ou qualidade de um habitat - Redução da viabilidade de uma população devido a redução da área ou qualidade de um habitat - Alteração na dinâmica das populações devido à mudança na disponibilidade ou distribuição de recursos - Aumento da competição por recursos reduzidos, resultando em alteração na composição das espécies ou estruturas etárias - Alteração na composição de espécies devido a mudanças nas condições abióticas - Alteração na composição de espécies (como consequência da fragmentação) - Redução do fluxo gênico, possivelmente levando a um aumento da vulnerabilidade a eventos estocásticos - Isolamento de habitats causados pela variedade de tipos de desenvolvimento, resultando no aumento do efeito de borda e, às vezes, perda da diversidade - Redução do sucesso reprodutivo, possivelmente resultando na redução da viabilidade de uma população - Efeitos tardios (por exemplo, alteração da relação predador-presa devido à perda de espécies-chave)
Impactos sinérgicos	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos tóxicos atribuídos aos ‘cocktails’ de poluentes que estão dentro dos limites de tolerância, quando considerados individualmente. Pode reduzir a viabilidade de indivíduos ou afetar o sucesso de uma população inteira

Fonte: Traduzido de Treweek (1999, p. 133).

Byron (2000), sob o escopo do guia de boas práticas para o tratamento adequado dos impactos sobre a biodiversidade no processo de AIA de rodovias, também considera a necessidade de incorporar os três níveis de biodiversidade associados às relações estruturais e funcionais de um ecossistema para tal discussão. A autora relaciona quatro categorias de impactos que podem ocorrer (Quadro 5) e que podem ser inseridos no contexto das avaliações ambientais dos projetos.

Quadro 5. Potenciais impactos de rodovias sobre a biodiversidade.

Impactos relacionados à perda de habitat	<ul style="list-style-type: none"> - Perda permanente de habitat no local - Perda temporária de habitat no local - Remoção física de solo e vegetação
Impactos relacionados à fragmentação	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da conectividade de habitat na paisagem - Efeito barreira sobre as espécies - Aumento da mortalidade por acidentes de animais - Efeito de borda - Redução do tamanho de fragmentos
Impactos diretos e indiretos sobre a qualidade de habitats e espécies	<ul style="list-style-type: none"> - Mudanças em processos naturais, como em regimes de águas subterrâneas, fluxo de um rio, regimes de inundação, lixiviação do solo e mudanças na estrutura do solo, e em padrões de erosão do solo - Poluição das águas, por derramamento acidental de substâncias perigosas, de produtos químicos e outros - Poluição do solo, por emissão de poeira e outras partículas - Poluição do ar, por emissão de metais pesados e partículas de poeira - Mudanças no microclima, por luminosidade e radiação - Perturbação da fauna, devido ao ruído, iluminação, vibrações, iluminação - Visibilidade reduzida, por estruturas das rodovias (como pontes, viadutos) - Introdução de espécies exóticas, devido ao efeito de borda que pode facilitar a dispersão de algumas espécies
Impactos positivos	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria de habitats e de sua gestão, além da criação de novos habitats

Fonte: Elaborada pela autora com base em Byron (2000).

Ainda sob o mesmo setor, Geneletti (2003) expõe que os principais impactos sobre a biodiversidade provenientes da implantação de uma rodovia dizem respeito a perda direta de habitat pela redução da área total de um ecossistema, e a perda indireta de habitat relacionada à fragmentação e a degradação de ecossistemas.

Karlson, Mörtberg e Balfors (2014) discutem, também sobre o eixo de infraestrutura de transportes, que rodovias e ferrovias causam como principal impacto a perda de habitat local, mas também alterações e mudanças nos habitats remanescentes e conectividade entre fragmentos, bem como em processos ecológicos. Dentre outros impactos sobre a

biodiversidade e processos ecológicos das infraestruturas de transporte, destacam-se: a criação de novos habitats, introdução de novas espécies, barreiras físicas, alteração de padrões hidrológicos, redução da riqueza e abundância de espécies, além da contaminação do ar, bem como da água e solo por metais pesados.

No tocante às linhas de transmissão, Söderman (2006) discute o potencial de perda de biodiversidade, principalmente pelas particularidades dessa tipologia que abrangem grandes áreas ou longas distâncias. De modo complementar, o autor considera que os impactos sobre a biodiversidade não ocorrem isoladamente, de modo que se faz necessário avaliar o efeito combinado de outras linhas de transmissão em uma mesma área, as quais podem ocasionar efeitos significativos em habitats e espécies.

Nesse sentido, Greig e Duinker (2014) também apontam a necessidade de compreender os efeitos sobre a biodiversidade que se propagam pelos *pathways* ecológicos, e assim, as consequências cumulativas de múltiplas ações e projetos. Do mesmo modo, Atkinson et al. (2000) discutem a necessidade da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade no processo de AIA.

Um impacto (ou efeito) cumulativo pode ser entendido como uma mudança no ambiente causada por múltiplas interações que se acumulam no tempo e espaço (CCME, 2014). Como exemplos de efeitos cumulativos relacionados à biodiversidade, tem-se: a mudança na abundância de espécies devido ao aumento de acessos rodoviários e mudanças de habitat numa região; alienação sensorial e mortalidade de indivíduos devido ao aumento do tráfego de veículos e atividade de caça (HEGMANN et al., 1999).

Ainda, tem-se a fragmentação progressiva de habitat proveniente de diferentes fontes; perda gradual de áreas naturais; mudanças na integridade ecológica de áreas protegidas; perda de habitat devido ao desenvolvimento industrial, residencial e comercial; e perda da diversidade biológica (COOPER, 2004).

Treweek (1999) também elenca como possíveis efeitos cumulativos sobre a biodiversidade: (i) '*habitat nibbling*' (perda progressiva e fragmentação de habitat); (ii) redução da diversidade de habitat; (iii) perda de habitat contínuo e fragmentação ao longo do tempo, resultando no isolamento e redução do fluxo gênico de maneira progressiva; (iv) redução da diversidade genética que pode resultar na perda de resiliência e aumento do risco de extinção; e (v) perda irreversível da diversidade biológica.

Outros exemplos de impactos cumulativos sobre a biodiversidade incluem o aumento da concentração de poluentes em corpos d'água ou no solo, ou sua bioacumulação, que

podem afetar a biota aquática e do solo; a interferência em rotas migratórias ou dispersão de animais; o aumento da pressão sobre a capacidade de suporte ou sobrevivência de espécies indicadoras de um ecossistema; a redução da população de animais silvestres pelo aumento da caça, atropelamentos e operações florestais; e a exaustão de uma floresta devido a concessões madeireiras (IFC, 2013).

Diante do apresentado, ressalta-se que a adequada consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos processos de AIA de projetos tem sido uma questão discutida pela literatura científica, com a identificação de deficiências e oportunidades de melhoria relacionadas ao processo (IAIA, 2005; WEGNER; MOORE; BAILEY, 2005; GONTIER; BALFORS; MÖRTBERG, 2006; KHERA; KUMAR, 2010; GONZÁLEZ ET AL., 2014; KARLSON; MÖRTBERG; BALFORS, 2014; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017; DIBO, NOBLE; SÁNCHEZ, 2018). Para uma compreensão dos fundamentos, procedimentos, dentre outros elementos acerca da AIC, é apresentado um melhor detalhamento da temática em questão no item a seguir.

5. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS EM NÍVEL DE PROJETO

As discussões em nível internacional corroboram que apesar da evolução da prática da AIA, ainda são constatadas algumas deficiências, de modo que se faz necessário, além de outros fatores, a consideração de questões relevantes visando aprimorar a efetividade dos processos de avaliação ambiental. Uma questão ainda pouco desenvolvida nesse processo se refere ao potencial de acumulação e interação de impactos ambientais provenientes de uma ou de diversas ações combinadas ao longo do tempo, ou seja, da consideração de impactos cumulativos durante a avaliação ambiental de projetos (MORGAN, 2012; POPE et al., 2013).

A AIC é uma prática reconhecida e recomendada internacionalmente, particularmente nas situações em que há concentração espacial de empreendimentos causadores de impactos cumulativos (IFC, 2013), com a finalidade de analisar o potencial de impacto de uma proposta de desenvolvimento sob o contexto de outras atividades que afetam um mesmo componente ambiental, e de modo consequente, de propor medidas para evitar, reduzir ou mitigar os potenciais impactos cumulativos.

Esta avaliação tem característica integradora, pois possibilita: (i) a consideração de outras ações de desenvolvimento que aconteceram no passado, das que ocorrem no presente e das que são razoavelmente previsíveis de ocorrer no futuro; e (ii) devido ao foco da avaliação se pautar na perspectiva de um sistema ambiental e todas as ações que o afetam (DUINKER, 1994), aqui denominado de componente ambiental selecionado (CAS).

Nesse sentido, CASs dizem respeito aos atributos ambientais/sociais considerados importantes em uma região e/ou que podem ser afetados pela combinação de atividades (Figura 5). Assim, há uma melhor compreensão e monitoramento das consequências ambientais, particularmente considerando a crescente significância de fatores de risco, como os relacionados à biodiversidade (IFC, 2013).

Figura 5. Perspectiva da avaliação de impactos cumulativos centrada no componente ambiental selecionado.

Fonte: Traduzido de IFC (2013, p. 29).

Além da AIC pautar-se na seleção dos componentes ambientais, possibilitando um foco dirigido para o estudo de impactos cumulativos, há outros dois elementos fundamentais neste tipo de avaliação: a consideração da acumulação temporal e espacial para cada CAS analisado; e a capacidade de suporte de um sistema. A acumulação temporal ocorre quando um componente selecionado é perturbado por vários projetos em intervalos de tempo no qual o mesmo não tem possibilidade de se recompor naturalmente. Já a acumulação espacial acontece quando os efeitos dos vários projetos interagem em uma área que é muito pequena para que o componente possa assimilar naturalmente as perturbações combinadas. De modo complementar, cada CAS deve ser analisado sob a perspectiva de sua capacidade de suporte, respeitando limites estabelecidos, de maneira a assegurar a sustentabilidade ambiental dos mesmos (CANTER, 2015).

Desse modo, a consideração de impactos cumulativos em estudos ambientais possibilita que as implicações de uma ou de diversas ações possam ser avaliadas em um contexto mais amplo, possibilitando fornecer informações que auxiliarão os tomadores de decisão a gerenciar o montante de ações e propostas de desenvolvimento em uma determinada região, como também a definir limites que deverão ser respeitados para a manutenção da capacidade de suporte de um componente ambiental (CANTER; KAMATH, 1995).

5.1. O processo de avaliação de impactos cumulativos

Apesar dos esforços para a difusão e consolidação da prática de AIC, não há uma única definição universalmente aceita e empregada para o termo impacto cumulativo (COOPER; SHEATE, 2002; WÄRNBÄCK; HILDING-RYDEVIK, 2009; CANTER; ATKINSON, 2010). As diversas definições apresentadas na literatura divergem em relação à nomenclatura “impacto” ou “efeito” cumulativo. Para esta pesquisa, e tendo como base o discutido por Canter (2015), “impacto” e “efeito” serão considerados sinônimos, do mesmo que “avaliação de impacto cumulativo” (AIC) e “avaliação de efeito cumulativo” (AEC). A terminologia empregada pelos diversos autores citados é mantida nos parágrafos e itens seguintes, bem como em outras partes do texto.

Para o Conselho de Qualidade Ambiental dos Estados Unidos, um impacto cumulativo é o resultado do impacto incremental de uma ação, quando somadas a outras ações do passado, presente e as que são razoavelmente previsíveis no futuro, independentemente de quem são os responsáveis pelas outras ações. E ainda, os impactos cumulativos podem

resultar de ações individualmente menores, mas que coletivamente podem se tornar significativas ao longo de um período de tempo (CEQ, 1978).

Para Spaling (1994), os efeitos cumulativos referem-se à acumulação de mudanças nos sistemas ambientais ao longo de um período de tempo, que pode ocorrer tanto de modo aditivo (quando os efeitos de mesma natureza podem ser somados ou subtraídos entre si) ou interativo (quando os efeitos podem ser multiplicados ou sofrer sinergismo), por meio de processos de acumulação temporal ou espacial. Ainda, as alterações podem ser ocasionadas por ações únicas ou múltiplas, semelhantes ou diferentes.

Cooper (2004) também corrobora que os efeitos cumulativos resultam da combinação de impactos de uma ou de diversas atividades. E que os impactos de uma única ação podem não ser significantes por conta própria, mas quando combinados a outros impactos, esses podem se tornar significativos. Assim como para Sánchez (2013), no qual impactos cumulativos ou acumulativos se acumulam no tempo ou no espaço, resultando de uma combinação de efeitos ocasionados por uma única ação ou por várias.

Canter (2015) destaca três componentes que envolvem a definição de um impacto cumulativo: (i) a necessidade de considerar várias ações que representam fontes potenciais causadores de impacto; (ii) a consideração de vários caminhos entre as fontes de mudanças e os receptores de impactos; e (iii) o reconhecimento de que tais impactos podem ser aditivos, antagonistas ou sinérgicos.

IAIA (2017) define que impactos cumulativos são tipicamente o resultado de mudanças incrementais ao ambiente causado por múltiplas atividades humanas – tanto de caráter similar quanto diferente. No mesmo sentido, CCME (2014) considera que um efeito cumulativo é uma mudança no ambiente causada por múltiplas interações entre atividades humanas que se acumulam no tempo e no espaço. Ambas definições consideram o potencial de contribuição de processos naturais (como incêndios, tempestades, inundações) na formação de efeitos cumulativos. Por exemplo, chuvas torrenciais podem causar grandes inundações em um rio, afetando uma população de peixes, que também pode ser impactada pela poluição das águas ocasionada por indústrias, além da atividade de pesca realizada no mesmo rio.

Broderick, Durning e Sánchez (2018) consideram que os efeitos cumulativos podem resultar de múltiplos efeitos provenientes de um projeto ou quando da combinação de efeitos de diversas atividades, os quais dão origem a múltiplos efeitos cumulativos.

Por fim, Duinker et al. (2013) corroboram que há uma diversidade de definições, conceitos e classificações na literatura científica, sendo necessário esforços para haja um

consenso nos princípios e protocolos norteadores da AEC. Segundo os autores, as definições e conceitos empregados são de grande importância, pois orientam a abordagem que será adotada para a análise de efeitos cumulativos. No mesmo sentido, Johnson (2016) também discute a importância da definição do termo, não somente para o entendimento e análise dos efeitos cumulativos, como também para o desenvolvimento de estruturas colaborativas para a gestão dos mesmos.

Para fins desta pesquisa, é empregada a nomenclatura e definição de que um impacto cumulativo é uma mudança no ambiente causada pela combinação de impactos de diversas ações, associadas a ações similares ou distintas que ocorreram no passado, que são praticadas no presente, bem como as que poderão vir a ocorrer no futuro, em um dado espaço geográfico. Do mesmo modo, estes impactos podem resultar de ações que são individualmente menores, mas que podem ser consideradas significativas quando analisadas sob uma perspectiva integrada e coletiva perante uma escala temporal. Também se considera que os impactos cumulativos podem ocorrer pelo processo aditivo e interativo.

De igual importância ao estabelecimento de uma definição para impactos cumulativos, a adoção de princípios norteadores auxilia a condução da AIC, principalmente diante da complexidade e incertezas envolvidas no processo. No escopo do manual *Considering cumulative effects under the National Environmental Policy Act* (CEQ, 1997), são apresentados oito princípios gerais para uma melhor consideração de efeitos cumulativos em avaliações ambientais (Quadro 6) em que os CAS são denominados como recursos, ecossistemas e comunidades humanas que podem ser afetados.

Quadro 6. Princípios gerais da avaliação de impactos cumulativos.

Princípios da avaliação de impactos cumulativos	Descrição
(1) Os efeitos cumulativos são causados pelo conjunto de ações do passado, presente e as razoavelmente previsíveis no futuro	Os efeitos de uma ação proposta em um determinado recurso, ecossistema e comunidades humanas incluem os efeitos do presente e do futuro, somados aos efeitos que ocorreram no passado. Tais efeitos também devem ser somados à efeitos (do passado, presente e futuro) causados por todas as outras ações que afetam um mesmo recurso.
(2) Os efeitos cumulativos são os efeitos totais, incluindo tanto os efeitos diretos como os indiretos, em um determinado recurso, ecossistema e comunidade humana, de todas as ações realizadas, não importando quem fez a ação	Os efeitos individuais de diferentes atividades podem se somar ou interagir de modo a causarem efeitos adicionais não tão evidentes quando o foco está sob os efeitos individuais de cada ação. Os efeitos adicionados de outras atividades não relacionadas à ação proposta devem ser incluídos na análise de efeitos cumulativos.

<p>(3)</p> <p>Os efeitos cumulativos devem ser analisados sob a perspectiva de cada recurso, ecossistema e comunidade humana que será afetada</p>	<p>Os efeitos ambientais são muitas vezes avaliados sob a perspectiva da ação proposta. A análise de efeitos cumulativos requer o foco no recurso, ecossistema ou comunidade humana que podem ser afetados, de modo a compreender como esses recursos são susceptíveis aos efeitos que poderão ser causados.</p>
<p>(4)</p> <p>Não é prático analisar os efeitos cumulativos de uma ação no universo. A lista de efeitos ambientais deve focar naqueles que são verdadeiramente significativos</p>	<p>Para que a análise de efeitos cumulativos auxilie os tomadores de decisão e informe as partes interessadas, esta deve ser limitada pelo escopo dos efeitos que podem ser avaliados significativamente. Os limites para a avaliação de efeitos cumulativos devem ser expandidos até o ponto em que o recurso não é mais afetado significativamente ou os efeitos não são mais de interesse para as partes afetadas.</p>
<p>(5)</p> <p>Os efeitos cumulativos podem resultar do acúmulo de impactos similares ou da interação sinérgica de impactos diferentes</p>	<p>Ações repetidas podem causar efeitos que acumulam pela simples adição (mais e mais do mesmo tipo de efeito), e as mesmas ou diferentes ações podem produzir efeitos que interagem para produzir efeitos cumulativos maiores que a soma dos efeitos.</p>
<p>(6)</p> <p>Os efeitos cumulativos em um determinado recurso, ecossistema e comunidades humanas são raramente alinhados com limites políticos ou administrativos</p>	<p>Os recursos normalmente são demarcados de acordo com as responsabilidades de cada agência federal, linhas municipais, loteamentos de pastagem, ou outros limites administrativos. Como cada recurso natural e sociocultural não é geralmente tão alinhado, cada entidade política efetivamente gerencia somente uma parte do recurso ou ecossistema afetado. A análise de efeitos cumulativos nos sistemas naturais deve usar limites ecológicos naturais, e a análise das comunidades humanas deve usar limites socioculturais atuais para garantir a inclusão de todos os efeitos.</p>
<p>(7)</p> <p>Os efeitos cumulativos podem permanecer por muitos anos além do tempo de vida da ação que causou os efeitos</p>	<p>Algumas ações causam danos permanentes além da duração da própria ação (por exemplo, drenagem ácida de minas, contaminação por resíduos radioativos, extinção de espécies). A análise de efeitos cumulativos necessita utilizar as melhores técnicas da ciência e de previsão para potenciais consequências catastróficas no futuro.</p>
<p>(8)</p> <p>Cada recurso, ecossistema e comunidade humana afetada devem ser analisados de acordo com sua capacidade de se adaptar aos efeitos adicionais, baseados em seus próprios parâmetros de tempo e espaço</p>	<p>Os analistas tendem a pensar em como o recurso, ecossistema e comunidade humana serão modificados visto às necessidades de desenvolvimento da ação proposta. A análise de efeitos cumulativos mais eficaz tem como foco o que é necessário para assegurar a produtividade a longo prazo ou a sustentabilidade do recurso.</p>

Fonte: Traduzido de CEQ (1997, p. 8).

Para a condução do processo de AIC são definidas diferentes etapas (Figura 6), as quais podem ser realizadas durante ou depois do processo de avaliação de impactos ambientais de um projeto. Com exceção da consideração de ações futuras, as etapas da AIC

são similares as que são exigidas durante um EIA, tendo como foco o componente ambiental que será afetado pelas diversas ações (HEGMANN et al., 1999). Em termos gerais, o processo de análise dos impactos cumulativos envolve: (1) a definição do escopo; (2) a descrição do ambiente afetado; e (3) a determinação das consequências ambientais. Essas etapas não necessitam ser realizadas em sequência, mas sim de maneira iterativa, visto que diante de alguns resultados obtidos pode ser necessária a revisão dos processos realizados para o refinamento dos produtos (IFC, 2013).

Figura 6. Etapas da avaliação de impactos cumulativos.

Fonte: Baseado em CEQ (1997), Hegmann et al. (1999), Canter e Ross (2010), e IFC (2012).

Noble (2015a) sintetiza quatro componentes relacionados as boas práticas para AEC (Figura 7): (1) a definição do escopo, estabelecendo o que será incluído, considerando a seleção dos CASs, a delimitação de limites espaciais e temporais para a análise, bem como a seleção de outras atividades (do passado, presente e futuro) e distúrbios naturais que podem afetar os CASs de interesse; (2) a análise retrospectiva de efeitos cumulativos, que envolve entender como as condições dos CASs mudaram ao longo do tempo e se essas mudanças são significativas em relação a sustentabilidade de cada CAS. Sendo assim, é importante identificar medidas de fatores de mudanças em uma região, caracterizando as respostas dos CASs (ou indicadores) ao longo do tempo e espaço, além da identificação de limites que devem ser respeitados; (3) a análise prospectiva envolve a previsão e avaliação de como os CASs ou indicadores podem responder considerando as perturbações cumulativas provenientes de um projeto e outras atividades; e (4) a gestão dos efeitos cumulativos, que identifica medidas para os efeitos cumulativos previstos e a define programas de monitoramento.

Figura 7. Conceituação de avaliação de efeitos cumulativos.

Fonte: Noble (2015a, p. 251).

De modo similar, a *Canadian Environmental Assessment Agency* (CEAA, 2015) define que toda avaliação de efeitos cumulativos deve incluir as etapas de: (1) definição de escopo, com a identificação dos componentes ambientais nos quais há a previsão de efeitos

residuais de um projeto, após consideração das medidas de mitigação, determinação dos limites temporais e espaciais para os CASs, e análise das relações entre os efeitos residuais de um projeto com outras atividades; (2) análise, que inclui o uso de metodologias para prever os efeitos cumulativos, considerando todas as informações coletadas sobre os componentes ambientais selecionados; (3) determinação da significância, que deve levar em consideração a implementação de medidas de mitigação, além de definir critérios persistentes para tal propósito; e por fim (5) acompanhamento, que deve estabelecer programas de acompanhamento para os impactos do projeto bem como para os efeitos cumulativos previstos. As diretrizes estabelecidas no guia da CEAA ainda estabelecem que todas as escolhas devem ser claramente explicadas e justificadas, considerando as orientações da agência canadense, incluindo as metodologias utilizadas para avaliar os efeitos cumulativos.

Broderick, Durning e Sánchez (2018) também discutem etapas que permeiam as supracitadas, destacando importantes aspectos para uma adequada AEC, como: (i) a apresentação de uma clara definição para efeitos cumulativos na etapa de escopo; (ii) o estabelecimento de limites temporais e espaciais por meio de consulta com reguladores, assessores e outros atores-chaves, além de ter como base os melhores dados disponíveis; (iii) para a definição dos limites temporais, deve-se considerar o ciclo de vida de um projeto, a duração das mudanças ambientais introduzidas pelo projeto, além da resiliência dos receptores potencialmente afetados; (iv) a identificação e seleção de outras atividades que também podem afetar os CASs podem ser conduzidas por um processo participativo; (v) a sensibilidade dos receptores deve ser estabelecida para a descrição do diagnóstico, com a consideração de limites adequados para cada componente; e (vi) proponentes devem colaborar com monitoramentos realizados em escala regional, conjuntamente com reguladores, partes interessadas e outros proponentes.

No mesmo sentido, Duinker et al. (2013) destacam diversos quadros de referência desenvolvidos que incluem guias específicos, abordagens e procedimentos para a avaliação de efeitos cumulativos, caracterizados tanto por processos genéricos quanto para contextos específicos, que auxiliam o entendimento acerca desse tipo de avaliação. Os autores também realizaram um levantamento das publicações sobre métodos e técnicas empregadas e/ou com potencial de aplicação para a AIC, como o uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas); elaboração de cenários de alternativas de desenvolvimento, indicadores e índices, modelos ecológicos, dentre outros. Do mesmo modo, IFC (2013) apresenta uma ampla lista de exemplos e referências de métodos aplicados na AIC, destacando que diferentes métodos são

utilizados para a análise dos impactos cumulativos, dependendo do componente ambiental avaliado.

Adicionalmente, Hegmann et al. (1999) apresentam algumas abordagens disponíveis para análise dos efeitos cumulativos, com a também ressalva de que não há uma única abordagem a ser sempre empregada. E, Smit e Spaling (1995) desenvolvem uma classificação de alguns métodos, tendo como base a habilidade dos mesmos em considerar várias perturbações, caminhos de acumulação, bem como diferentes tipos de efeitos cumulativos.

Nesse sentido, vários métodos, técnicas e ferramentas habitualmente utilizadas na prática tradicional de AIA podem ser adotadas na análise de impactos cumulativos, conforme ilustrado pelos diferentes autores. O Quadro 7 apresenta uma síntese dos principais métodos e as possíveis contribuições de cada um ao processo de AIC.

Quadro 7. Métodos para a avaliação de impactos cumulativos.

Método	Descrição
Questionários e entrevistas	São considerados úteis para a inclusão de uma grande variedade de informações provenientes de diversas ações, quando da necessidade de avaliar impactos cumulativos. Sessões de <i>brainstorming</i> , entrevistas com especialistas e atividades em grupo podem ajudar a identificar os importantes impactos cumulativos em uma área ou região de estudo.
Checklists	Os <i>checklists</i> ajudam a identificar os potenciais impactos cumulativos pela apresentação de uma lista de prováveis impactos pela combinação de várias ações em cada recurso.
Matrizes	As matrizes são utilizadas para organizar e quantificar as interações entre as atividades humanas e os recursos considerados relevantes. As matrizes também podem ser utilizadas para combinar os valores de células individuais para avaliar os impactos cumulativos de múltiplas ações em recursos individuais, ecossistemas ou comunidades humanas.
Networks e diagramas de interação	São utilizados para determinar as relações de causa e efeito que podem resultar em impactos cumulativos. Podem ser utilizados para analisar efeitos múltiplos de várias ações, como também identificar efeitos indiretos que podem se acumular nos recursos ambientais.
Modelagem	A modelagem é uma técnica potencial para quantificar as relações de causa e efeito que resultam em impactos cumulativos. Os modelos podem conter equações matemáticas que descrevem os processos de acumulação como erosão do solo, ou pode constituir um sistema que calcula o efeito de diversos cenários do projeto, com base em um programa de decisões lógicas.
Análise de tendências	Esta metodologia pode ser empregada para avaliar o estado dos componentes ambientais selecionados ao longo do tempo, e geralmente resulta em projeções gráficas sobre as condições do passado, bem com as do futuro. Mudanças na ocorrência ou intensidade das perturbações ao longo do mesmo período de tempo também podem ser determinadas. As tendências podem ajudar os analistas a identificar os problemas relacionados aos impactos cumulativos, a estabelecer um diagnóstico ambiental apropriado, ou projetar impactos cumulativos futuros.

Sobreposição de mapas e Sistema de Informações Geográficas	A sobreposição de mapas e o sistema de informações geográficas incorporam informações locais na análise de impactos cumulativos e ajudam na definição de limites para as análises, de parâmetros para análise da paisagem, e identificam as áreas que os impactos podem ocorrer com maior intensidade. A sobreposição de mapas pode basear-se na acumulação das perturbações em determinadas zonas ou na aptidão de cada área.
Análise da capacidade de suporte	A análise da capacidade de suporte identifica os limites dos recursos ambientais e fornece mecanismos para o seu monitoramento.
Análise de ecossistema	A análise de ecossistema aborda explicitamente a sustentabilidade da biodiversidade e ecossistemas. A abordagem ecossistêmica utiliza limites naturais (como bacias hidrográficas e ecorregiões), onde se aplicam novos indicadores ecológicos (como índices de integridade biótica e padrão de paisagem). Ainda, a análise de ecossistemas implica em uma perspectiva regional ampla e um pensamento holístico, os quais são necessários para uma análise de impactos cumulativos de sucesso.
Análise de impacto econômico	A análise de impacto econômico é um componente importante durante a análise de impactos cumulativos, pois o bem-estar econômico de uma comunidade local depende de diversas ações diferentes. Os primeiros passos para a condução de uma análise de impacto econômico são: (1) estabelecer a região de influência, (2) modelar os efeitos econômicos, e (3) determinar a significância dos efeitos. Modelos econômicos tem um importante papel nas avaliações de impacto e variam entre simples e sofisticados modelos.
Análise de impacto social	A análise do impacto social considera impactos cumulativos relacionados à sustentabilidade das comunidades humanas, centrando-se (1) nas variáveis-chaves sociais, tais como características da população, da comunidade e das estruturas institucionais, recursos políticos e sociais, mudanças individuais e familiares, e recursos da comunidade, (2) projetando efeitos futuros utilizando técnicas de análise social, como as projeções de tendências lineares, métodos multiplicadores de população, cenários, depoimento de especialistas e modelagem de simulação.

Fonte: Traduzido de CEQ (1997, pp. 56-57).

Além dos métodos supracitados, indicadores e índices podem ser utilizados para representar as condições e avaliar a sustentabilidade dos componentes ambientais ao longo do tempo, avaliar a efetividade de medidas de mitigação e estratégias de gestão de efeitos cumulativos, bem como para o monitoramento dos efeitos cumulativos (CEAA, 2014). Canter e Atkinson (2011) apresentam uma importante discussão sobre indicadores, índices e modelos de adequabilidade de habitats que podem ser utilizados para avaliar os impactos cumulativos, bem como podem ser utilizados no monitoramento e em programas de gestão adaptativa.

Diante do exposto, ressalta-se que a AIC tem como perspectiva a capacidade de suporte dos componentes ambientais selecionados, considerando todas as ações que podem afetá-los, incluindo as ações que ocorreram no passado, as que ocorrem no presente, como também as que são razoavelmente previsíveis no futuro; com a definição de limites espaciais e temporais para cada CAR. Além disso, também se faz necessário o emprego de técnicas

para uma adequada previsão dos potenciais impactos cumulativos, a avaliação de sua significância principalmente considerando limites que devem ser respeitados, como também a definição de medidas mitigadoras e planos de monitoramento.

5.2. Contexto internacional da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto

O interesse pela consideração de impactos cumulativos em avaliações de impacto iniciou-se em 1970, nos Estados Unidos, com o *National Environmental Policy Act* – NEPA, que foi o precursor em considerar a necessidade de compreender os potenciais impactos de uma proposta de desenvolvimento sob o contexto de outras atividades e seus impactos correlacionados (WESTERVELT, 2004). Entretanto, não houve uma maior especificidade acerca da avaliação de impactos cumulativos na política ambiental americana.

Em 1978, o Conselho de Qualidade Ambiental – *Council on Environmental Quality* (CEQ), regulamentou a implementação da NEPA pelas agências federais (40 CFR 1500-1508), apresentando uma definição de impactos cumulativos. Diante da ausência de maiores orientações, as agências federais desenvolveram procedimentos e métodos independentes para a análise de impactos cumulativos (CEQ, 1997).

Esse contexto, juntamente com as dificuldades envolvendo as incertezas e complexidades na análise de impactos cumulativos, propiciou uma abordagem insuficiente de impactos cumulativos nas avaliações ambientais realizadas, de modo que para melhorar essa prática, em 1999 foi publicado o manual *Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act* (CEQ, 1997). O manual apresenta os princípios que norteiam a análise de impactos cumulativos, os principais métodos e procedimento para essa análise, sendo uma referência utilizada para a compreensão das questões complexas que envolvem os impactos cumulativos.

Em 1999, a Agência de Proteção Ambiental americana – *Environmental Protection Agency* (EPA) – divulgou o guia *Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents*, com o objetivo de fornecer informações realistas e consistentes acerca da AIC, além de apontar as questões que devem ser consideradas nas análises, auxiliando tanto os profissionais que elaboram as avaliações ambientais, como os revisores dos órgãos ambientais (EPA, 1999).

E por fim, em 2005, o CEQ publicou o memorando *Guidance on the Consideration of Past Actions in Cumulative Effects Analysis*, de modo a proporcionar orientações acerca da

consideração de outras ações do passado que podem contribuir para a formação de impactos cumulativos, quando da análise de uma ação proposta (CEQ, 2005).

Após o pioneirismo dos Estados Unidos na inserção da análise de impactos cumulativos nos processos de avaliação ambiental de propostas de desenvolvimento, bem como o embasamento teórico formalizado, a importância dessa avaliação se disseminou nas discussões internacionais, sendo que outros países adotaram exigências relacionadas à essa temática em suas legislações relacionadas à avaliação de impacto ambiental de projetos.

No Canadá, a necessidade de considerar efeitos cumulativos nas avaliações ambientais foi estabelecida por legislação federal, a *Canadian Environmental Assessment Act, 1992*, permanecendo também na atualização da lei de 2012, que dispõe sobre a necessidade de incluir qualquer provável efeito cumulativo proveniente de um projeto proposto, em combinação com outras atividades que foram ou serão realizadas em uma mesma região, durante o processo de avaliação ambiental de um projeto. Do mesmo modo, a proposta de alteração do sistema atual de avaliação de impacto (*Impact Assessment Act*)⁷, também mantém o requerimento, além de incentivar a realização de avaliações regionais de efeitos cumulativos. No âmbito das províncias, a *Alberta Environmental Protection and Enhancement Act* e a *British Columbia Environmental Assessment* também requerem a consideração de efeitos cumulativos nas avaliações ambientais de projetos.

Em 1994, a *Canadian Environmental Assessment Agency* (CEAA) publicou o guia de referência para a lei canadense – *A Reference Guide for the Canadian Environmental Assessment Act: Addressing Cumulative Environmental Effects*, com o objetivo de dar suporte à consideração de impactos cumulativos nas avaliações ambientais (CEAA, 1994).

Outro guia de referência, bastante difundido e ainda utilizado no âmbito internacional, foi publicado em 1999 – o *Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide* –, o qual fornece informações detalhadas visando a boa prática da AEC, diante de sua exigência quando da realização de uma avaliação ambiental. Como diretrizes mais atuais, a CEAA também publicou em 2014 o *Technical Guidance for Assessing Cumulative Environmental Effects under the CEAA, 2012*, e no ano de 2015, o *Operational Policy Statement – Assessing Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012*, orientando sobre o processo de AEC, bem como fornecendo opções metodológicas para tal propósito.

⁷ Durante o período de elaboração desta tese, a referida proposta de lei estava em revisão pelo Parlamento canadense.

Na Europa, a Diretiva Europeia 85/337/EC de 1985, relacionada à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente, estabelecia a necessidade de descrever os efeitos importantes que um projeto pode ocasionar no ambiente, inclusive os cumulativos. Com a alteração desta pela Diretiva Europeia 97/11/CEE de 1997, foi complementada a necessidade de também considerar os efeitos cumulativos relativos a outros projetos durante a avaliação ambiental (UNIÃO EUROPEIA, 1985; 1997), porém, sem maiores definições. A diretiva mais atual – Diretiva 2014/52/UE – (UNIÃO EUROPEIA, 2014) mantém a necessidade de incluir os efeitos cumulativos nas avaliações ambientais, considerando a acumulação dos impactos de um projeto com os de outros projetos existentes e/ou aprovados. O guia subsidiado pela Comissão Europeia, *Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions*, fornece diretrizes para a avaliação de impactos indiretos e cumulativos durante o processo de AIA.

Ainda no âmbito internacional, a IFC requer que seus clientes apliquem os Padrões de Desempenho estabelecidos para o gerenciamento dos riscos e impactos socioambientais relacionados ao projeto. Dentre outros fatores, esses impactos devem ser identificados sob um contexto que contemple os impactos cumulativos resultantes do impacto adicional de outros projetos ou desenvolvimentos existentes, planejados ou razoavelmente previsíveis na época em que a avaliação do projeto será desenvolvida (IFC, 2012). Visando contribuir para a evolução dessa avaliação, a IFC publicou o manual de boas práticas *Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets*, diante do desafio da avaliação e gestão apropriada de impactos cumulativos relacionados ao desenvolvimento de projetos (IFC, 2013). O manual também é amplamente divulgado e utilizado em vários países.

Ademais, outros guias de referência, genéricos ou para tipologias específicas em diferentes contextos, também estão publicamente disponíveis para consulta, os quais podem ser considerados relevantes fontes de informações para um melhor entendimento acerca da AIC tanto em nível de projeto quanto em nível estratégico, como: DEAT (2004), Cooper (2004), INAC (2007) e World Bank (2012).

Apesar dos esforços para a evolução da prática da AIC nos diversos países, a mesma ainda não é considerada consolidada nos países que a adotaram em suas jurisdições (IFC, 2013). Mesmo com a publicação dos guias e orientações técnicas, é constatado na literatura que há dificuldades para uma adequada inserção destes impactos nos processos de avaliação ambiental de projetos (DUINKER; GREIG, 2006; WESTBROOK; NOBLE, 2013).

Therivel e Ross (2007) discutem deficiências sobre questões de escalas (extensão, nível de detalhe e análise temporal) estabelecidas em avaliações de efeitos cumulativos realizadas tanto em nível de projeto como em nível estratégico, apontando que a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) tem sido discutida como o melhor instrumento para a consideração de impactos cumulativos, pois permite uma melhor análise de áreas mais extensas por períodos de tempo mais longos, o que possibilita a avaliação de uma gama maior de efeitos cumulativos, em comparação à AEC realizada em nível de projeto. Porém, ressaltam que esforços devem ser voltados para o desenvolvimento da AEC tanto em nível estratégico quanto de projeto.

Duinker et al. (2013) evidenciam que no levantamento bibliográfico realizado acerca da prática atual da AEC vários autores discutem que a análise de impactos cumulativos faz mais sentido em nível regional e estratégico do que em nível de projeto. Do mesmo modo, tendo como referência o ordenamento territorial, Bragagnolo e Geneletti (2012) salientam que a AEC em nível estratégico possibilita uma melhor gestão dos impactos cumulativos pela possibilidade de compreensão das relações de causa e efeito entre as várias ações e recursos ambientais.

Cooper e Sheate (2004) discutem que como os impactos cumulativos podem ocorrer em diferentes escalas, a consideração em nível de projeto é dificultada pela necessidade de contemplar a degradação ambiental gradual de uma gama de atividades e sua interação com vários projetos, programas e políticas. Além do mais, os autores destacam que a mitigação e o monitoramento de impactos cumulativos requerem uma abordagem mais ampla do que a empregada nas avaliações ambientais de projeto.

Já os autores Duinker e Greig (2006) abordam que a AEC não é adequada em nível de projeto devido ao foco da avaliação demandar a abordagem centrada nos componentes ambientais afetados, principalmente quando o proponente tem como principal propósito a obtenção da aprovação do projeto, destacando a necessidade da AEC em nível regional. Todavia, os autores ponderam que melhorias devem ser realizadas em nível de projeto, já que é exigida em legislação, com o desenvolvimento e aperfeiçoamento técnico para sua realização, de modo a ser mais concisa.

Ball et al. (2013) apontam a dificuldade da disponibilidade e consistência de dados de diagnósticos provenientes dos projetos para uma análise mais adequada dos efeitos cumulativos de projetos futuros. No mesmo sentido, Noble, Liu e Hackett (2016) também indicam como lacuna a disponibilidade de dados de projetos anteriores, bem como de

informações acerca de outros projetos. Além disso, os autores criticam a inconsistência e a dificuldade em comparar dados de determinados CASs e indicadores, provenientes de avaliações de projetos em uma mesma região.

Foley et al. (2017) também discutem desafios relacionados à AEC, como a ausência definições consistentes; obtenção de informações de base sobre as condições atuais dos CASs para definição do diagnóstico; uso de métodos inconsistentes para definir as condições dos componentes; seleção das escalas temporais e espaciais que não consideram as características dos CASs; e falta de indicadores ecológicos para avaliar a significância dos prováveis efeitos cumulativos identificados. Bérubé (2007) também considera como um dos problemas da prática atual o estabelecimento de escalas temporais e espaciais adequadas para a análise dos efeitos cumulativos.

De modo complementar, diversos outros autores apontam como uma das principais lacunas a falta de uma base de referência para a aquisição de informações sobre outros projetos e sobre as condições de componentes ambientais, limitando a condução da AIC (PIPER, 2001; COOPER; SHEATE, 2002; CANTER; ROSS, 2010; ATKINSON; CANTER, 2011; DUPIN et al., 2012; IFC, 2013; SÁNCHEZ, 2013). Isso se deve, pois o não estabelecimento de uma base de dados prejudica a avaliação das condições dos componentes ambientais ao longo do tempo, como também a identificação de projetos que foram realizados no passado e dos que estão co-localizados ao projeto que está sendo analisado, , que podem afetar os componentes ambientais de interesse.

Apesar das atuais deficiências constatadas sobre a AIC em nível de projeto, esta ainda é uma prática requerida nos processos de AIA de projetos. Dessa maneira, se faz necessária a discussão de oportunidades que possam facilitar sua condução no contexto de projetos, auxiliando os processos de tomada de decisão de novos empreendimentos, e assim contribuindo para a manutenção da integridade de componentes ambientais de interesse. Nesse sentido, a Figura 8 apresenta uma compilação de oportunidades para melhoria da prática da AIC no escopo das avaliações ambientais de projetos, as quais são discutidas pela literatura internacional.

Connelly (2011) sugere as seguintes ações para a melhoria da prática da AIC: (i) a colaboração entre agentes dos governos (esferas municipal, estadual e nacional) diante da necessidade de responsabilidades e bases de dados compartilhadas; (ii) o estabelecimento de limites para os principais componentes ambientais de interesse (padrões de qualidade de ar e da água, habitats críticos para as espécies em risco, por exemplo); (iii) discussões entre

stakeholders e reguladores acerca dos limites espaciais e temporais para as análises, bem como (iv) a seleção e determinação da significância de componentes ambientais selecionados.

A necessidade de criar mecanismos para a disponibilidade e compartilhamento de dados e informações coletadas sobre as condições dos componentes ambientais também é uma oportunidade apontada por alguns autores.

Neri, Dupin e Sánchez (2016) sugerem que os dados produzidos nos relatórios de monitoramento poderiam ser utilizados para construir informação e conhecimento, auxiliando na avaliação de novos projetos, bem como no monitoramento de impactos cumulativos. Dessa maneira, os empreendedores deveriam divulgar dados e informações provenientes de seus projetos, assim como as agências ambientais poderiam desenvolver banco de dados acessíveis contendo esses dados e informações dos projetos, bem como de outras fontes. O estabelecimento de protocolos padrão também se faz necessário, assegurando a qualidade das informações fornecidas.

Figura 8. Oportunidades para a melhoria da prática da AIC em nível de projeto.

Fonte: Elaborada pela autora.

E, Noble, Liu e Hackett (2016) corroboram que o governo deveria liderar a gestão de dados e informações provenientes das avaliações ambientais dos projetos, como também realizar estudos sobre as condições de CAS, dando suporte aos proponentes para uma adequada avaliação dos impactos de seu projeto em combinação com outras ações. Os autores indicam também a necessidade de um requerimento legal para que os proponentes compartilhem os dados e informações gerados durante as avaliações ambientais.

5.3. Contexto nacional da avaliação de impactos cumulativos em nível de projeto

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 1/1986 estabelece a necessidade de discriminar as propriedades cumulativas e sinérgicas dos prováveis impactos ambientais de um projeto durante o processo de elaboração de um EIA para o licenciamento ambiental.

A necessidade da consideração de impactos cumulativos no processo de licenciamento ambiental também é enfatizada em normas técnicas, portarias, decretos e resoluções de setores específicos em nível federal e estadual, conforme disposto no Quadro 8.

Quadro 8. Requerimentos legais para a consideração de impactos cumulativos no licenciamento ambiental brasileiro.

Âmbito	Tipologia	Descrição
Federal	Turismo	Resolução CONAMA nº 341/2003: dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis como de interesse social para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação, na Zona Costeira. Estabelece que o EIA deve considerar, em cada unidade de paisagem, o impacto cumulativo proveniente do conjunto de empreendimentos ou atividades implantadas ou a serem implantados em uma mesma área de influência.
Federal	Ferrovia	Resolução CONAMA nº 349/2004: dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos ferroviários de pequeno potencial de impacto ambiental e a regularização dos empreendimentos em operação. Estabelece que o licenciamento ambiental de um conjunto de atividades ferroviárias de pequeno potencial de impacto ambiental poderá ser motivo de um único procedimento de licenciamento ambientais, considerando obrigatoriamente os impactos ambientais cumulativos.
Federal	Linhas de Transmissão	Portaria MMA nº 421/2011: Dispõe sobre o licenciamento e a regularização ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica. Estabelece que na elaboração do prognóstico ambiental deverá ser considerado como um dos cenários outros empreendimentos existentes ou em fase de planejamento e suas relações sinérgicas, efeitos cumulativos e conflitos oriundos da implantação e operação do empreendimento. Ainda, que os impactos serão avaliados na área de influência direta definida para cada um dos meios caracterizados no diagnóstico ambiental, considerando suas propriedades cumulativas e sinérgicas; e que na avaliação de impactos sinérgicos e cumulativos deverão ser considerados os usos socioeconômicos existentes nas áreas

		de influência direta e indireta, de forma a possibilitar o planejamento e integração efetiva das medidas mitigadoras.
Federal	Petróleo e Gás	Norma Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 10/2012: apresenta orientações metodológicas no âmbito do licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. Estabelece a necessidade de considerar as propriedades cumulativas e sinérgicas dos impactos, apresentando uma definição para cada. Ainda expõe que a simples classificação de um impacto como cumulativo ou não-cumulativo não é suficiente para uma devida análise desta propriedade, de maneira que se faz necessário analisar as interações associadas a cada impacto.
Federal	Rodovias	Portaria MMA nº 289/2013: Dispõe sobre procedimentos a serem aplicados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) no licenciamento ambiental de rodovias e na regularização ambiental de rodovias federais. Estabelece que na análise integrada dos impactos ambientais do estudo de impacto ambiental, deve-se analisar os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos ambientais do empreendimento. Ainda, deve-se avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos entre os impactos ambientais do empreendimento e aqueles gerados pelas atividades e empreendimentos associados e/ou diretamente relacionados (existentes ou previstos).
Federal	Energia Eólica	Resolução CONAMA nº 462/2014: dispõe sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica. Estabelece que o pedido de licença ambiental para implantação de novos empreendimentos eólicos, nos quais haja sobreposição da área de influência destes com a área de influência de parques ou complexos existentes, licenciados ou em processo de licenciamento, ensejará a obrigação de elaboração de avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos do conjunto de parques ou complexos. Ainda, determina que na avaliação dos impactos sinérgicos e cumulativos deverão ser considerados os usos socioeconômicos existentes nas áreas de influência direta e indireta, de forma a possibilitar o planejamento e integração efetiva das medidas mitigadoras. E por fim, dispõe sobre a necessidade de considerar como um dos cenários para elaborar o prognóstico ambiental, a proposição e existência de outros empreendimentos e suas relações sinérgicas, efeito cumulativo e conflitos oriundos da implantação e operação do empreendimento.
Estadual / São Paulo	Zoneamento Ecológico-Econômico	Resolução SMA nº 24/2005: regulamenta dispositivos do Decreto Estadual nº 49.215/14, que institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte. Estabelece que os estudos necessários ao licenciamento ambiental de empreendimentos na região deverão contemplar a avaliação dos efeitos cumulativos de outros empreendimentos e projetos na sua área de influência.
Estadual / Espírito Santo	Mineração	Instrução Normativa IEMA nº 11/2010: dispõe sobre a definição de critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos mineiros abrangidos pelo Código de Mineração. Estabelece que caberá ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos definir áreas prioritárias para ser aplicada a exigência de EIA/RIMA, segundo critérios relativos aos impactos ambientais cumulativos e sinérgicos.

Estadual / Rio Grande do Sul	Energia Eólica	Portaria FEPAM nº 118/2014: dispõe acerca da regulamentação do art. 3º da Resolução CONAMA nº 462/2014, e estabelece os critérios, exigências e estudos prévios para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir da fonte eólica. Sendo assim, especifica que para o pedido de licenciamento ambiental de empreendimentos que se localizem em áreas de influência de parques ou complexos existentes, licenciados ou em processo de licenciamento, deverá ser observada a Resolução CONAMA nº 462/2014, no que tange à obrigação de elaboração e avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos do conjunto de parques ou complexos.
Estadual / Santa Catarina	Empreendi- mentos Hidrelétricos	Decreto Estadual nº 365/2015: regulamenta a Lei Estadual nº 14.652/2009, que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental. Estabelece que os impactos sinérgicos e cumulativos analisados devem ser apresentados e descritos de maneira detalhada.
Estadual / Paraná	Aeroportos e Aeródromos	Resolução SEMA nº 6/2017: estabelece requisitos, definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos referentes ao licenciamento ambiental e regularização ambiental de aeroportos e aeródromos públicos ou privados, civis ou militares, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná. Define que no prognóstico ambiental deve ser considerado como um dos cenários outros empreendimentos existentes ou em fase de planejamento e suas relações sinérgicas, efeitos cumulativos e conflitos oriundos da implantação e operação do aeródromo/aeroporto.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda sob o âmbito setorial, há também a exigência da avaliação de impactos cumulativos para o licenciamento ambiental do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo, definida pela Resolução SMA 88/2008, que estabelece a "necessidade da adequada avaliação dos impactos ambientais associados, inclusive os cumulativos, e a consequente definição de medidas efetivas para sua mitigação". Além do mais, a Deliberação CONSEMA 02/08 recomendou à Secretaria do Meio Ambiente a realização de estudos que contemplem a análise integrada dos impactos sinérgicos e cumulativos dos empreendimentos do setor. Há também a Resolução SMA nº 121/2010, que dispõe que nos casos de ampliação pela aplicação de algum dos instrumentos de AIA, deverá ser observada a cumulatividade e sinergia dos impactos da ampliação com aqueles do empreendimento já licenciado, bem como a inserção das medidas mitigadoras e compensatórias.

Apesar do requerimento explícito da consideração de impactos/efeitos cumulativos no processo de licenciamento ambiental de diferentes tipologias, não há maiores diretrizes e guias de boas práticas para a concretude da AIC em nível de projeto, nem mesmo há uma definição estabelecida para o termo impacto cumulativo.

No estado de São Paulo, o “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento

com Avaliação de Impacto Ambiental”, publicado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, enfatiza a necessidade de realizar, quando aplicável, a avaliação da cumulatividade e sinergia de impactos, considerando os empreendimentos existentes em uma região (CETESB, 2014). Apesar do manual fornecer subsídios para consultores e técnicos para a elaboração de estudos ambientais, não apresenta maiores direcionamentos acerca de como conduzir essa avaliação de cumulatividade e sinergia.

Oliveira (2009) discute a deficiência da AIC no sistema de AIA brasileiro, apontando a necessidade do desenvolvimento e aprimoramento dos métodos, metodologias e procedimentos para a efetiva realização dessa avaliação, além da capacitação profissional e adequações institucionais, para o desenvolvimento dessa prática.

A análise de impactos cumulativos e sinérgicos no Brasil é uma prática também considerada insatisfatória, como muito insatisfatória, por diversos profissionais em AIA, sendo que alguns consideram que essa deveria ser suprimida do processo de AIA. Isso se deve, mas não exclusivamente, à dificuldade de acesso a dados e informações sobre outros projetos, visto a necessidade de considerar outras atividades do passado, presente e das que são razoavelmente previsíveis no futuro, que afetam os componentes ambientais selecionados (DUARTE et al., 2017).

Ademais, considerando as publicações sobre o licenciamento ambiental brasileiro com base em AIA, observa-se que a prática da AIC tem sido discutida de maneira genérica, sem maiores detalhamentos e discussões sobre as fragilidades ou ausência desse processo no âmbito em questão (DUARTE; DIBO; SÁNCHEZ, 2017).

Dibo (2013) relata que uma amostra de EIAs do setor sucroenergético paulista não apresenta uma adequada avaliação e adoção das etapas de AIC, o que possivelmente se deve à falta de diretrizes nos processos de licenciamento ambiental. Diante disso, discute-se a necessidade de elaboração de um guia de boas práticas, bem como um maior direcionamento nos termos de referência para as análises de impactos cumulativos.

No mesmo sentido, Calcenoni (2016) analisou a inclusão da abordagem de avaliação e gestão de efeitos cumulativos no contexto da Coordenação Geral de Petróleo e Gás do IBAMA. Apesar das deficiências constatadas, incluindo a inexistência de um guia de procedimentos, o autor ressalta como pontos fortes a adoção de uma abordagem regionalizada de impactos aos ecossistemas, bem como o envolvimento de diversos agentes no processo de discussão de impactos cumulativos em uma região.

Ainda, Almeida e Montañó (2017) analisaram a efetividade de sistemas de AIA de um

conjunto de 37 casos de licenciamento ambiental em São Paulo e Minas Gerais, concluindo que apenas um caso apresentou a AIC, de maneira insatisfatória, e ainda que, quando apresentada, a cumulatividade dos efeitos ambientais foi apenas tratada como um atributo dos impactos identificados.

Uma importante iniciativa celebrada entre o IBAMA e a Petrobras é o Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos (PAIC), ainda em andamento, que visa realizar uma análise integrada dos impactos de principais estressores sobre fatores ambientais e sociais selecionados, provenientes de grandes empreendimentos do litoral paulista. O projeto inclui a condução de sete fases, em conformidade com as boas práticas internacionais em AIC: (1) identificação dos principais fóruns e atores a serem envolvidos e os momentos de participação; (2) definição dos componentes ambientais e sociais, da abrangência temporal e espacial para as análises; (3) levantamento dos estressores (ações e atividades humanas, eventos naturais, ambientais e sociais); (4) levantamento das informações de base sobre o status dos componentes ambientais e sociais; (5) avaliação dos impactos cumulativos sobre os componentes ambientais e sociais selecionados; (6) avaliação da significância dos impactos cumulativos previstos; e (7) análise dos resultados (LITORAL SUSTENTÁVEL, 2015).

Outro caso de aplicação no contexto nacional é o apresentado por Neri, Dupin e Sánchez (2016), que adaptaram o modelo pressão-estado-resposta para analisar impactos cumulativos de dez projetos localizados em uma região de mineração de ferro no Sudeste do Brasil. Os autores reforçam que a avaliação ambiental de projetos individuais não leva em consideração potenciais impactos cumulativos, e destacam que os dados coletados na etapa de acompanhamento são importantes para representar o estado atual dos componentes ambientais, os quais deveriam ser disponibilizados pelos empreendedores.

Sob outro contexto, a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) de bacias hidrográficas tem o objetivo de avaliar a situação ambiental de uma bacia com potencial de instalação de empreendimentos hidrelétricos, tendo como base a avaliação de impactos cumulativos e sinérgicos sobre recursos naturais e populações humanas, provenientes de diversos aproveitamentos hidrelétricos, subsidiando dessa forma as decisões sobre a implantação dos empreendimentos (MMA, 2006).

Em análise sobre os procedimentos adotados na AAI da bacia do rio Teles Pires, uma das principais regiões com projeção de empreendimentos hidrelétricos, Gallardo et al. (2017) relatam que: (i) o estudo abrange algumas das boas práticas discutidas no âmbito internacional para análise de impactos cumulativos; (ii) há somente a consideração de empreendimentos do

setor hidrelétrico; e (iii) há uma consideração parcial dos impactos cumulativos discutidos na AAI nos EIAs de projetos submetidos ao licenciamento ambiental na região. Desse modo, os autores recomendam a necessidade de ampliar o escopo das análises para a inserção do potencial de contribuição de outros tipos de atividades, além da adoção de procedimentos que possibilitem uma adequada realização da AIC.

Diante da necessidade de avanço da prática da AIC em nível de projeto no cenário nacional, buscou-se primeiramente compreender em maiores detalhes os desafios da AIC sobre a biodiversidade no contexto da AIA de projetos do setor sucroenergético paulista, conforme apresentado no item a seguir.

6. A PRÁTICA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE DO SETOR SUCROENERGÉTICO PAULISTA

Conforme explicitado nos procedimentos metodológicos, a escolha do setor sucroenergético paulista se justifica pela necessidade da consideração da cumulatividade e sinergia dos impactos com outros empreendimentos já licenciados, no processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos do setor. Além disso, há a necessidade de discutir os fatores de risco sobre componentes relacionados à biodiversidade, principalmente pela concentração das áreas de cultivo de cana, que tem expressiva expansão no estado de São Paulo.

O estado tem significativo histórico no cultivo de cana-de-açúcar, principalmente em áreas de Mata Atlântica e Cerrado (FILOSO et al., 2015). No período de 1979 a 1994, o estado apresentou a maior taxa de crescimento quando comparado aos principais produtores mundiais de cana, com um crescimento de 115% e 146% das áreas de cultivo, nos anos de 1980 e 1994, respectivamente (BALSADI; FARIA; NOVAES FILHO, 1996).

Entre 1990 a 2006, houve um aumento de 1,8 milhões para 3,28 milhões de hectares de áreas de cultivo de cana no estado, tanto nas regiões que possuem tradição em cana-de-açúcar, como Ribeirão Preto e Piracicaba, como em regiões no noroeste do estado em que a pastagem tinha destaque, havendo uma substituição das mesmas pelo cultivo de cana-de-açúcar (URIARTE et al., 2009).

De acordo com Aguiar et al. (2009a), no período de 2005 a 2008 as áreas de cana-de-açúcar no Brasil expandiram de 6,1 para 8,7 milhões de hectares, representando um aumento de 44,2% na região Centro-Sul do Brasil, com destaque para o estado de São Paulo. Nos anos das safras de 2007/08 a 2008/09, a expansão da cana-de-açúcar no estado foi de 1,3 hectares, a qual se deu principalmente em áreas de pastagem (região oeste), áreas de outras culturas agrícolas (região centro-norte) e em áreas de citrus (região norte). Em áreas de reflorestamento e floresta a expansão foi em menor escala.

Na safra de 2008/09 foi observado um crescimento de 73% das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no estado, quando comparado com a safra de 2003/04, com o mapeamento de 4,45 milhões hectares de área de cana-de-açúcar disponível para colheita. Dessas, as regiões administrativas do estado que apresentaram maior taxa de crescimento, em relação à área de cana disponível para colheita e áreas de cana em reforma, foram as de Presidente Prudente, Araçatuba e São José do Rio Preto (AGUIAR et al., 2009b).

No mesmo contexto, Rudorff et al. (2010) destacam que a área total cultivada no estado na safra de 2008/09 foi de 4,87 milhões de hectares, representando 19,6% do território do estado. O aumento das áreas de cultivo ocorreu não somente em áreas onde havia uma tradição no cultivo de cana, como nas regiões de Ribeirão Preto, Central, Franca e Barretos, mas também em áreas dedicadas à pastagem (56,5%) no noroeste do estado, como nas regiões de São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente.

Rinaldi et al. (2012), avaliando a expansão dos empreendimentos licenciados no estado entre os anos de 2008 a 2011, nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), identificaram um aumento expressivo das áreas licenciadas nas regiões Norte, Noroeste e Oeste do estado – consideradas o novo pólo de expansão das áreas de cultivo – com destaque para as UGRHIs 15 (Turvo Grande), 18 (São José dos Dourados), 19 (Baixo Tietê), 20 (Aguapeí) e 21 (Peixe). Assim, no período estudado, a área agrícola expandiu de 1,4 mi para 3,2 mi de hectares, correspondendo a um aumento de 128%, e equivalendo a 17,7% da área permitida para o cultivo de cana, considerando o Zoneamento Agroambiental do setor. De modo complementar, Gomes et al. (2012) constataram que nas UGRHIs em que houve maior número de licenciamentos prévios aprovados – com exceção da UGRHI 18 – também houve um maior registro de espécies ameaçadas de extinção dos grupos mastofauna, herpetofauna, avifauna e ictiofauna.

Por fim, Caldarelli e Gilio (2018) discutem que a expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo no período de 2000 a 2015 continuou crescente, com a produtividade permanecendo essencialmente inalterada. Ainda, ressaltam que a maioria das áreas expandidas substituíram áreas de pastagens e outras culturas de produção de alimentos.

Diante da justificativa apresentada, a etapa de discussão da prática de AIC sobre a biodiversidade no contexto do setor sucroenergético do estado de São Paulo pautou-se em duas atividades. A primeira teve o propósito de caracterizar potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade provenientes da concentração das áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Em seguida, analisou-se a prática atual da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade em uma amostra de TRs e EIAs do setor sucroenergético paulista.

6.1. Potenciais impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade

Na busca de uma melhor compreensão acerca do potencial de acumulação no tempo e no espaço de impactos provenientes da concentração de áreas de cultivo de cana-de-açúcar sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, foi empregado o modelo geral

de causalidade proposto por Spaling (1994), pois não foram encontradas referências que discutam os impactos cumulativos sobre componentes relacionados à biodiversidade em áreas de cultivo de cana.

Nesse contexto, considerando o processo de caracterização de impactos cumulativos especificado na Figura 3, primeiramente foram elencados impactos diretos e indiretos pertinentes às atividades relacionadas ao cultivo de cana-de-açúcar, contemplando as fontes geradoras de impactos, possibilitando assim caracterizar potenciais impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade. Assim, buscou-se contemplar os impactos diretos e indiretos sobre a biodiversidade comumente discutidos na literatura científica, bem como em outras fontes de informação.

Os principais impactos das áreas de cultivo de cana se relacionam à perda de biodiversidade devido à pressão sobre fragmentos florestais remanescentes e Áreas de Preservação Permanente, à baixa permeabilidade da matriz de cana-de-açúcar aos fluxos biológicos pela supressão de indivíduos isolados e baixa similaridade florística e fisionômica; e à ocupação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (DA COSTA, 2008; VON GLEHN, 2008). Além disso, pode ocorrer a poluição dos corpos d'água e contaminação do solo pela aplicação de fertilizantes e herbicidas nas áreas de cultivo de cana (DA COSTA, 2008; SALA; SAX; LESLIE, 2009; MARTINELLI; FILOSO, 2008; DUARTE et al., 2013; FILOSO et al., 2015), com consequentes impactos sobre a biota aquática.

Ademais, Joly et al. (2015) também elencam outros impactos sobre a biodiversidade das monoculturas de cana: (1) aumento da abundância de roedores em relação à vegetação nativa; (2) aumento da abundância de canídeos silvestres e felinos em relação às pastagens exóticas; (3) redução da diversidade de pássaros em relação às pastagens exóticas degradadas; e (4) redução da diversidade de pássaros em relação à vegetação secundária.

De modo complementar, as discussões dos impactos sobre a biodiversidade apresentados no capítulo 4 também auxiliaram na compreensão das consequências de atividades sobre componentes da biodiversidade. Apesar das diferentes atividades geradoras de impactos, existem alguns mecanismos considerados substanciais, conforme disposto por Treweek (1999).

Com a identificação dos principais impactos, a discussão sobre o potencial de formação de impactos cumulativos considerou o processo aditivo, ou seja, a adição repetida de impactos de mesma natureza sob a perspectiva da acumulação temporal e espacial. O Quadro 9 apresenta um primeiro levantamento que foi realizado pela pesquisa.

Em vista a complementar e aprimorar a representação das relações de causa e efeito identificadas, considerou-se a aplicação do método de análise de causalidade proposto por Perdicoulis e Piper (2008), que visa auxiliar no estabelecimento das interações de causa e efeito para satisfazer as necessidades da AIC, especialmente no que diz respeito à vinculação dos impactos às causas de modo transparente. Os autores ainda ressaltam o potencial desse método na etapa de escopo da AIA, possibilitando um melhor delineamento entre as interações envolvendo projetos, prováveis impactos, componentes ambientes e fontes geradoras dos impactos. As representações das causalidades dos potenciais impactos cumulativos discutidos pela pesquisa são apresentadas nas Figura 9, Figura 10 e Figura 11, com a posterior discussão de cada uma com foco nos componentes ambientais identificados.

6.1.1. Componente ambiental relevante: organismos aquáticos

O potencial de mortalidade, mudanças comportamentais e morfológicas em indivíduos aquáticos, além da concentração de substâncias tóxicas em níveis tróficos elevados, considerou a acumulação de impactos provenientes da aplicação de vinhaça e herbicidas de diversas áreas de cultivo de cana em uma determinada região.

A utilização da vinhaça para fertirrigação nas plantações de cana-de-açúcar tem sido uma solução encontrada para a destinação desse subproduto, o qual é produzido em grande volume. A vinhaça possui alta concentração de matéria orgânica, nitrogênio, potássio e magnésio, de maneira que seu uso adequado possibilita o enriquecimento de nutrientes do solo, aumentando a produtividade da cana quando comparada com a adubação mineral. Desse modo, quando aplicada em grandes quantidades pode causar a saturação do solo, com sua posterior salinização e contaminação de águas superficiais e a lixiviação de sais para as águas subterrâneas (PENATTI, 2007).

Uma das consequências da contaminação das águas superficiais pela vinhaça apontada por Christofolletti et al.(2013), é a possibilidade da mortalidade de indivíduos devido a eutrofização, com a redução do oxigênio dissolvido na água, e que assim afeta os organismos ali presentes. Além disso, a mortalidade dos indivíduos também pode ocorrer dependendo das concentrações e pH da vinhaça.

De modo complementar, Botelho (2013) avaliou a toxicidade da vinhaça para organismos aquáticos, no caso os microcrustáceos *Ceriodaphnia dubia* e *Daphnia magna*, antes e após a correção do pH. Como resultado, foram definidas as concentrações letais médias para cada espécie, de modo que a vinhaça foi considerada tóxica para os organismos testados, com redução da toxicidade para ambos quando da correção do pH.

Quadro 9. Potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade provenientes das áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

Aspecto da biodiversidade	Impacto decorrente das áreas de cultivo de cana-de-açúcar	Fonte geradora do impacto	Componentes ambientais relacionados à biodiversidade	Processo de mudança ambiental cumulativa	Potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade
Estrutura	Intensificação do isolamento de fragmentos de vegetação nativa	Implantação das áreas de cultivo	Vegetação	Aditivo	(-) Redução da riqueza das espécies em fragmentos florestais ^{1, 2 e 3}
Estrutura	Perda de habitat local	Ocupação de áreas prioritárias para conservação	Vegetação	Aditivo	(-) Perda da diversidade biológica ^{1, 3}
Processos-chave	Diminuição da permeabilidade da matriz da paisagem	Supressão de indivíduos isolados	Vegetação	Aditivo	(-) Redução da diversidade genética de populações vegetais em fragmentos isolados ⁴
Composição	Aumento da mortalidade de animais por acidentes	Atropelamento de indivíduos	Fauna terrestre	Aditivo	(-) Redução na abundância da população de espécies em fragmentos florestais ^{5, 6}
Composição	Contaminação dos corpos d'água	Aplicação da vinhaça nos canaviais	Organismos aquáticos	Aditivo	(-) Mortalidade, mudanças comportamentais e morfológicas em indivíduos aquáticos ^{7, 8 e 9}
Composição	Bioacumulação de substâncias tóxicas em organismos	Aplicação de pesticidas nos canaviais	Organismos aquáticos	Aditivo	(-) Alteração do comportamento e mortalidade de organismos aquáticos ¹⁰
Composição	Aumento da abundância de roedores em relação às pastagens exóticas	Mudança de uso do solo pela substituição de pastagens	Fauna terrestre	Aditivo	(+) Aumento da abundância de felinos ¹¹

[1] Treweek (1999) [2] Metzger (1999) [3] Barbault (1995) [4] Ellstrand e Elam (1993) [5] Coffin (2007) [6] Jackson e Fahrig (2011)
 [7] Botelho (2013) [8] Kumar e Gopal (2001) [9] Marinho et al. (2014) [10] Schiesari et al. (2013) [11] Joly et al. (2015)
 (-) Potencial de impacto cumulativo negativo / (+) Potencial de impacto cumulativo positivo

Figura 9 Diagrama de causalidade para o componente ambiental "organismos aquáticos".

Figura 10. Diagrama de causalidade para o componente ambiental "vegetação".

Fonte: Elaboradas pela autora.

Figura 11. Diagrama de causalidade para o componente ambiental “fauna silvestre”.

Fonte: Elaboradas pela autora.

Kumar e Gopal (2001) avaliaram a toxicidade no peixe *Channa punctatus*, e constataram um aumento na atividade opercular em concentrações maiores que 50%, com também aumento de movimentos erráticos e rápidos, excesso de secreção de muco no corpo para evitar a contaminação pelas substâncias tóxicas, e ainda a diminuição nos níveis de proteínas.

Marinho et al. (2014), avaliando a toxicidade da vinhaça através da exposição de fígados de tilápias em diferentes diluições de vinhaça por análise histológica e histoquímica, observaram alterações significativas como a perda da integridade citoplasmática, perda de limite celular e desorganização do tecido. Desse modo, os autores destacam o potencial tóxico e citológico da vinhaça em corpos d'água, dependendo da sua concentração e composição, principalmente considerando o fígado como um órgão de alta vulnerabilidade em exposição aguda da vinhaça.

Correia (2015) também analisa a toxicidade da vinhaça em tilápias, apontando também o potencial de mortalidade dos organismos, alterações histológicas como o desprendimento epitelial, desorganização do epitélio e hemorragia.

Nesse contexto, ressalta-se que a aplicação da vinhaça nos canaviais deve seguir a Norma Cetesb P4.231, que estabelece critérios e procedimentos tanto para o armazenamento quanto para a aplicação da vinhaça pela atividade sucroalcooleira. Assim, os empreendedores devem elaborar o Plano de Aplicação de Vinhaça contendo a dosagem que será aplicada nos canaviais, a qual deve ser calculada mediante a profundidade e fertilidade do solo, a concentração de potássio na vinhaça (limite de 5%) e a extração média desse elemento pela cultura.

Outra fonte que contribui para a formação de potenciais impactos cumulativos sobre organismos aquáticos é a aplicação de herbicidas nos canaviais. Os herbicidas utilizados na agricultura são importantes para o combate ao dano ou perda das culturas devido a ação de pragas. Nesse contexto, há uma ampla gama de pesticidas que variam entre as classes químicas e modos de ação, permitindo o combate de pragas em grandes escalas. Porém, estes são compostos que impactam negativamente o desenvolvimento, crescimento, reprodução e sobrevivência de um organismo, podendo também afetar adversamente as espécies não alvo (SCHIESARI et al., 2013) pela percolação ou volatilização, tornando-se uma ameaça para o ecossistema como um todo, especialmente para os organismos aquáticos (MOREIRA; MANSANO; ROCHA, 2013).

De acordo com Costa e Olivi (2008), os organismos aquáticos podem absorver contaminantes de pesticidas que causam impactos prejudiciais, induzindo um processo conhecido como acumulação. Este processo envolve: (i) a bioconcentração, na qual ocorre a absorção de uma substância química pelos organismos aquáticos, através das superfícies respiratórias e dérmicas, pela exposição aos contaminantes, podendo provocar alterações na dinâmica populacional, estrutura e função das comunidades e até mesmo no funcionamento do ecossistema aquático; (ii) a bioacumulação, no qual o termo pode ser utilizado para descrever as vias de exposição aos contaminantes; e (iii) a bioamplificação, caracterizada como um processo em que há uma concentração crescente de contaminantes nos tecidos, à medida que avança nos níveis tróficos, principalmente em consequência da acumulação causada pela dieta.

Em análise sobre os herbicidas utilizados na cana-de-açúcar e soja, Schiesari e Grillitsch (2011) identificaram um moderado consumo de uma ampla variedade de herbicidas, dos quais os ingredientes ativos podem causar efeitos críticos e tóxicos para os organismos aquáticos, como a alteração do sistema nervoso, bem como da reprodução e desenvolvimento dos organismos e sistema endócrino.

Schiesari e Corrêa (2015) avaliaram as consequências do uso e manejo do solo (conversão de vegetação nativa em pastagem e áreas de cana, e conversão de pastagens em áreas de cana), para as propriedades físicas, químicas e biológicas de corpos d'água, com ênfase na diversidade, composição e estrutura das comunidades aquáticas. Como resultado, os autores discutem que nas áreas de cana há um empobrecimento na diversidade de anfíbios em relação a áreas de vegetação nativa de Cerrado, sugerindo um padrão cumulativo de perda de espécies em paisagens intensamente alteradas. Ademais, observam-se mudanças na composição e abundância de espécies locais, bem como impulsos ocasionais provenientes de distúrbios químicos, principalmente após a aplicação de pesticidas e fertilizantes.

Tesolin et al. (2014), avaliando a toxicidade da mistura de dois herbicidas utilizados na cana-de-açúcar para o *Danio rerio*, constataram que os dois herbicidas juntos se tornam mais tóxico para o paulistinha, quando em comparação da exposição individual a cada componente da mistura, em relação à mortalidade e ocorrência de edemas.

Moutinho (2013), em análise sobre o efeito letal do uso de principais herbicidas utilizados na cana-de-açúcar em larvas de anfíbios, apresenta que em exposição aguda, todos os compostos analisados levaram à mortalidade de larvas de anfíbios, embora alguns deles apenas em concentrações bastante elevadas. Outros efeitos observados relacionados a cada

um dos herbicidas são o retardo significativo no desenvolvimento das larvas e a diminuição no ganho de massa no estágio de desenvolvimento final.

Neste contexto, considerando o aumento do uso de herbicidas nas culturas de cana devido à expansão no estado de São Paulo, e mesmo que a concentração de contaminantes permaneça em conformidade com a legislação pertinente, estes podem acumular-se e causar impactos prejudiciais para os organismos aquáticos. Portanto, é necessário avaliar os impactos ambientais do processo de acumulação de contaminantes, por meio de estudos de toxicidade (DE MOURA; FRANCO; MATALLO, 2008) para entender o comportamento e outros efeitos dos agentes ativos sobre os organismos, através do desenvolvimento de experiências de campo e em laboratórios (PLESE; SILVA; FOLONI, 2009). Ademais, devido à intensificação do manejo inadequado de pragas na agricultura, faz-se necessário a adoção de práticas de gestão de pesticidas mais efetivas (SCHIESARI et al., 2013).

Diante da necessidade de adotar uma abordagem mais ampla para a compreensão dos potenciais impactos cumulativos identificados, considerando a contribuição de outras áreas de cultivo, salienta-se que análises dos resultados de monitoramento dos diversos projetos em uma região tem o potencial de auxiliar a avaliação dos potenciais impactos com foco em organismos aquáticos e, principalmente, para a definição de novos limites que devem ser respeitados em relação à aplicação da vinhaça e herbicidas tanto pelas atividades atuais como para as futuras propostas submetidas ao licenciamento ambiental.

6.1.2. Componente ambiental relevante: vegetação

A mudança de uso do solo para a implantação das áreas de cultivo de cana-de-açúcar também pode impactar espécies vegetais em fragmentos florestais devido à supressão de indivíduos arbóreos nas áreas agrícolas.

A supressão de árvores isoladas nos canaviais tem sido uma prática comum do setor, por serem consideradas obstáculos à mecanização da colheita de cana-de-açúcar. Entretanto, a manutenção de indivíduos isolados na paisagem tem sua importância, pois exercem a função de trampolins ecológicos ou pontos de ligação, aumentando a permeabilidade da matriz cana-de-açúcar, favorecendo os fluxos biológicos e contribuindo para a conservação da biodiversidade, visto que as áreas de cultivo apresentam diversidade reduzida de organismos, além de baixa similaridade florística e fisionômica com o habitat natural (VON GLEHN, 2008).

Nesse sentido, as árvores isoladas podem ser caracterizadas como pequenas áreas de habitat dispersas em uma matriz, sendo importante para a locomoção de espécies em uma paisagem fragmentada, bem como para a disseminação de sementes, possibilitando o estabelecimento de espécies vegetais (METZGER, 1999).

Sendo assim, as árvores isoladas têm importante valor ecológico, pois beneficiam a diversidade de vegetais na paisagem; fornecem habitat para animais, como pássaros e morcegos, que também utilizam as árvores isoladas para a dispersão de sementes; aumentam a fertilidade do solo; e contribuem para a conectividade da paisagem (MANNING; FISCHER; LINDENMAYER, 2006; MANNING; LINDENMAYER, 2009).

Diante do apresentado, a ausência de árvores isoladas em uma paisagem fragmentada pode ocasionar a redução de populações de vegetais e isolamento reprodutivo em fragmentos florestais, além do aumento da endogamia, com a consequente perda da variação genética e redução do valor adaptativo, visto que há uma redução na habilidade de se adaptar às mudanças ambientais que ocorrem. Ademais, a perda da diversidade genética pode aumentar a suscetibilidade de extinção de algumas populações (FRANKHAM; BALLOU; BRISCOE, 2008).

As principais consequências genéticas para as populações de pequeno tamanho são o aumento da deriva genética (mudança aleatória na frequência de alelos) e da endogamia (pela autofecundação ou por meio de cruzamentos endogâmicos). A deriva genética, por alterar a distribuição da variação genética, e a endogamia, pelo aumento da homozigose, podem influenciar os padrões de diversidade genética e os valores adaptativos das populações reduzidas em fragmentos florestais. Assim, ressalta-se que os animais que utilizam as árvores isoladas para forrageamento têm importante função na dispersão de sementes em fragmentos vegetais isolados, favorecendo o fluxo gênico de populações vegetais, com o consequente aumento da variabilidade genética (ELLSTRAND; ELAM, 1993). Como exemplo, as aves frugívoras têm grande destaque no processo de dispersão de sementes, e de modo consequente, na manutenção de população vegetais. A alteração nesse processo ou função desempenhada pode ocasionar impactos tardios sobre as características de um ecossistema ao longo do tempo (TREWEEK, 1999).

Desse modo, há uma relação positiva entre a abundância e a riqueza de aves frugívoras e a manutenção de populações vegetais em fragmentos florestais, como também a recuperação de áreas degradadas (GARCÍA; MARTÍNEZ, 2012), pela função ecossistêmica desempenhada pelas aves com a dispersão de sementes.

Considerando que as áreas de cultivo de cana podem ser caracterizadas como um ambiente de menor riqueza e abundância de espécies, quando comparadas com outros ambientes como as pastagens, que apresentam significativa abundância e riqueza de espécies (PENTEADO, 2006), faz-se necessária a adoção de iniciativas que conciliem a mecanização das áreas de cana com a manutenção dos indivíduos arbóreos isolados.

Outra fonte geradora de impacto que pode afetar os componentes ambientais relacionados à vegetação, além da fauna terrestre, é a queimada da palha da cana-de-açúcar que, quando do seu alastramento, tem como principal consequência a perda de habitats e refúgio para as espécies e perda de cobertura vegetal.

O fogo pode ser considerado uma reação química que altera a estrutura da vegetação, tornando-se um problema quando escapa de seu propósito, podendo causar graves danos ambientais (COCHRANE, 2003), como destruir fragmentos florestais adjacentes às áreas de cultivo de cana. Além disso, a queimada da cana pode ocasionar tanto a perda de habitat como a morte de animais, os quais utilizam os canaviais para a nidificação ou alimentação, (PACHECO; SANTOS, 2013).

O Protocolo Agroambiental estabelecido em 2007 entre o governo, usinas e fornecedores de cana-de-açúcar, teve como propósito desenvolver ações que estimulem a sustentabilidade da cadeia produtiva de açúcar, etanol e bioenergia, considerando dentre outros pontos, a necessidade da antecipação dos prazos de eliminação da queima da palha da cana visando a redução dos impactos ambientais e sociais do setor, tendo como base o estabelecido pela Lei Estadual nº 11.241/2002, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 47.700/2003. A mesma estabeleceu que o método de pré-colheita deveria ser eliminado gradativamente até 2021, em áreas mecanizáveis, e até 2031, em áreas não mecanizáveis, com declividade superior a 12% e/ou menor de 150 hectares.

Considerando os desafios atuais, foi firmado um novo acordo em 2017, o Protocolo Etanol Mais Verde, que definiu dez Diretrizes Técnicas que devem ser atendidas pelas usinas e fornecedores de cana signatários. Em relação à queimada da cana, a diretriz determina a necessidade de eliminar o emprego do fogo nas áreas mecanizáveis e não mecanizáveis, antecipando os prazos para a eliminação gradativa da queima. Assim, as unidades de processamento da cana devem considerar os seguintes prazos: (i) nas áreas mecanizáveis, com declividade até 12%, antecipação de 2021 para 2014; e (ii) nas áreas não mecanizáveis, com declividade superior a 12%, de 2031 para 2017. Já os fornecedores de cana: (i) nas áreas

mecanizáveis, com declividade até 12%, superiores a 150 hectares, antecipação de 2021 para 2014; (ii) nas áreas mecanizáveis, com declividade até 12%, inferiores a 150 hectares, antecipação de 2031 para 2017; (iii) nas áreas não mecanizáveis, com declividade superior a 12% antecipação de 2031 para 2017. Ainda, ressalta-se que os novos signatários do protocolo devem atender à exigência de realizar a colheita da cana integralmente sem o uso da queima da palha de cana (SÃO PAULO, 2017).

De modo complementar, é definido que os fornecedores de cana que detenham um total de até 150 hectares de área de colheita poderão apresentar um plano de adequação de metas, diante da impossibilidade técnica e econômica para a realização de 100% de colheita crua, contendo um cronograma de adequação da técnica da colheita.

A continuidade da previsão do fim da queima da palha é uma importante iniciativa que tende a minimizar os impactos sobre a biodiversidade provenientes das áreas de cultivo de cana, e assim, reduzir o potencial de formação dos impactos cumulativos relacionados.

6.1.3. Componente ambiental relevante: fauna terrestre

Outro potencial impacto envolvendo as monoculturas de cana é o aumento da mortalidade de animais nas estradas e rodovias devido ao atropelamento ocasionado pelo tráfego de caminhões e maquinários nos canaviais. Como consequência, há um impacto direto sobre as populações de animais, alterando a viabilidade das mesmas (TREWEEK, 1999), podendo reduzir a abundância populacional se houver elevadas taxas de mortalidade (COFFIN, 2007; JACKSON; FAHRIG, 2011).

Assim, além da redução da densidade de populações em escalas locais, há também consequências incertas sobre o efeito em metapopulações, a qual pode ser definida como um conjunto de subpopulações interconectadas que funcionam como uma unidade geográfica (KARLSON; MÖRTBERG; BALFORS, 2014).

A mortalidade dos animais também está relacionada a locomoção dos mesmos, devido a necessidade de obtenção de recursos, como água e alimentos. Assim, os que possuem movimento mais lento, geralmente são os mais afetados pela mortalidade devido a colisões com veículos. Cabe destacar também que os atropelamentos não ocorrem somente com mamíferos. A herpetofauna também tem sido significativamente afetada pelas colisões (COFFIN, 2007).

Almeida e Cardoso Júnior (2014) realizaram um levantamento dos atropelamentos de animais silvestres em uma rodovia do interior de São Paulo, que é utilizada por caminhões e

maquinários para o corte e transporte da cana-de-açúcar na região. Como resultados, os autores identificaram 148 espécimes atropeladas e constataram que estes variam de acordo com a sazonalidade. Além disso, também notaram uma frequência maior de atropelamentos nas proximidades de fragmentos de mata, pela ocorrência natural das espécies no local. Do mesmo modo, Oliveira (2011) identificou 114 mamíferos atropelados em uma rodovia no interior de São Paulo, no bioma Cerrado, inferindo que estes animais geralmente apresentam grandes densidades populacionais, os quais frequentemente vivem em ambientes agrícolas, e possuem hábitos generalistas.

Diante disso, faz-se necessário um maior aprofundamento das consequências da redução da abundância populacional de animais pelos atropelamentos, para a elaboração e efetiva implementação de medidas de mitigação.

Nesse sentido, Glista, Devault e Dewoody (2009) ressaltam que há diversas abordagens para a atenuação da mortalidade da população de animais por essa causa, as quais envolvem principalmente a instalação de placas de sinalização e ações voltadas para a conscientização de motoristas, bem como a adoção de mecanismos que alteram o comportamento dos animais, como a instalação de passagens para a fauna.

Outra fonte geradora de impacto a ser considerada é o processo de mudança de uso do solo para a implantação das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, principalmente pela substituição de áreas de pastagens, que pode ter consequências tanto para a densidade e distribuição das populações da fauna silvestre nas áreas de cultivo, quanto para a riqueza de espécies em fragmentos florestais.

No sentido de comparar diferentes áreas, Gheler-Costa et al. (2012) investigaram a ocupação de pequenos mamíferos em remanescentes florestais, plantações de *Eucalyptus*, pastagens e áreas de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Dos 177 roedores e marsupiais identificados, a maioria é composta por espécies generalistas, as quais são comuns em áreas degradadas. Foi observado que as áreas de cana tiveram uma maior abundância desses pequenos mamíferos em relação às outras áreas analisadas, e as pastagens registraram a menor riqueza de espécies.

Dotta e Verdade (2007) e Dotta e Verdade (2011) também realizaram uma comparação entre a riqueza e abundância de mamíferos de médio e grande porte na mesma região do estado de São Paulo, comparando os diferentes elementos da paisagem, e também constataram que as áreas de cultivo de cana abrigam uma maior abundância de espécies de

mamíferos de médio e grande porte em relação às pastagens, possivelmente pela maior disponibilidade de presas, como roedores.

Ainda na mesma região de estudo, Dotta e Verdade (2009) coletaram informações acerca da abundância e diversidade especificamente de espécies de felinos nas quatro diferentes paisagens agrícolas. Foram identificadas cinco espécies: onça parda, jaguatirica, gato-maracajá, jaguarundi e gato-do-mato, porém com baixa abundância em todas as diferentes áreas analisadas. Os autores também ressaltam que estudos conduzidos na mesma área identificaram uma maior abundância de pequenos roedores em canaviais, em comparação com áreas de pastagens. Visto que os roedores são a presa mais consumida por pequenas espécies de felinos, há possibilidade de um aumento da abundância e manutenção destes nas áreas de cultivo de cana.

Nesse sentido, com um aumento na abundância de roedores nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, incluindo também capivaras, por exemplo, pode-se inferir que haverá um aumento de predadores na mesma área, incluindo canídeos e felinos, contribuindo para a conservação das espécies em agroecossistemas (VERDADE et al., 2011).

O aumento de pequenos e mesopredadores (níveis tróficos intermediários) nas culturas de cana se deve principalmente pela grande quantidade de alimentos para os animais que se alimentam de plantas C_4 (VERDADE et al., 2012), de maneira que exercem um papel importante como fonte de alimento para outras espécies (GHELER-COSTA et al., 2012).

Diante do apresentado, ressalta-se que a compreensão da composição e abundância de mamíferos em diferentes mosaicos da paisagem agrícolas, como as áreas de cultivo de cana-de-açúcar, é fundamental para a definição de estratégias de conservação, visando à diversidade biológica em agroecossistemas (DOTTA; VERDADE, 2011).

Em relação à conservação de felinos, uma parceria entre a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), Corredor de Onças, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a *Financial Management Control* (FMC) desenvolvem o Projeto Cana Conviver, que tem como objetivo instruir e preparar os profissionais que atuam nas áreas de cana-de-açúcar, de maneira a adotarem as melhores práticas de manejo, visando a conservação da biodiversidade nos canaviais e arredores, em especial da onça-parda. Além disso, há um acompanhamento dos indivíduos da espécie por meio de colares GPS, o qual já aponta uma recomposição da população de onças-pardas nas áreas monitoradas (UNICA, 2016).

Destaca-se nesse âmbito a necessidade de um planejamento paisagístico que inclua, além do estabelecimento e gestão de áreas protegidas, o desenvolvimento de iniciativas para a restauração da vegetação nativa e proteção de habitat para as espécies no estado de São Paulo, promovendo a recuperação da paisagem caracterizada por áreas fragmentadas, e assim a melhoria da adequabilidade de áreas para diversas espécies (ANGELIERI et al., 2016).

Há também de se considerar a questão da queimada de cana, que pode também ocasionar a mortalidade de indivíduos da fauna silvestre, conforme contemplado no item anterior, juntamente com os impactos sobre o componente ambiental vegetação.

Adicionalmente, nas discussões sobre os impactos sobre a biodiversidade do setor sucroenergético, Von Glehn (2008) aponta que os fragmentos de vegetação nativa remanescentes pertencentes às regiões canavieiras devem ser protegidos, minimizando-se o efeito de borda, principalmente devido ao índice reduzido de vegetação nativa nessas regiões.

A fragmentação de habitats, assim como a perda, são as maiores ameaças ao declínio de populações e espécies e à alteração de diferentes processos dos ecossistemas (LAURANCE, 2010). Isso se deve, pois, o arranjo espacial dos fragmentos de vegetação nativa é fundamental para os processos ecológicos, que podem tanto ser beneficiados ou prejudicados (RIBEIRO et al., 2009).

Para Metzger (1999), a fragmentação ocasiona a redução e isolamento das áreas propícias à sobrevivência das espécies, pois quando a estrutura de uma paisagem é modificada, há uma alteração na taxa de imigração ou recolonização de um fragmento, ocasionando na alteração da riqueza e diversidade nas comunidades. Assim, a fragmentação de habitats pode ocasionar a redução da diversidade de espécies e aumentar o risco de extinção das populações (BARBAULT, 1995).

Para Franklin, Noon e George (2002), a fragmentação de habitats deve ser entendida como um conjunto de mecanismos que ocasiona a descontinuidade na distribuição espacial dos recursos e condições em um determinado local, sob uma escala que afeta tanto a ocupação como a reprodução e sobrevivência de uma espécie. Os autores ressaltam que a fragmentação de habitats não deve ser somente relacionada ao potencial de causar impactos negativos.

No mesmo sentido, Treweek (1999) apresenta que a fragmentação de habitats é geralmente um processo que pode ocasionar, além da redução de habitats, um aumento no efeito de borda e também uma mudança na composição de espécies. E, apesar de ser um processo de característica prejudicial, de ocorrência mais frequente nas últimas décadas, a

fragmentação de habitats pode ser benéfica, ocasionando, por exemplo, o aumento da abundância de determinada espécie.

Além disso, as populações de fragmentos isolados tendem a possuir menor probabilidade de sobrevivência em comparação com populações em um fragmento conectado (LEFKOVITCH; FAHRIG, 1985; BENNETT; SAUNDERS, 2010), devido à ausência de movimentos dos indivíduos para a dispersão e aquisição de recursos, bem como para sua reprodução, já que as espécies necessitam de habitats diferentes (HOBBS, 2002). Desse modo, a dispersão é um fator chave na determinação da persistência das espécies, visto que em fragmentos isolados há uma maior mortalidade de indivíduos do que em áreas conectadas (BENNETT; SAUNDERS, 2010). Além da taxa de circulação de organismos entre as manchas de habitat, a sobrevivência de uma população depende da taxa de extinção local (FAHRIG; MERRIAN, 1985).

O tamanho de um fragmento também pode influenciar a ocorrência e até ausência das espécies, devido à necessidade de uma área mínima tanto para um indivíduo quanto para a reprodução. Ademais, as espécies diferem na sensibilidade quanto ao isolamento, dependendo tanto do tipo e escala de movimento necessário para a circulação entre fragmentos, como também pelos hábitos noturnos ou diurnos e mesmo a resposta quanto à alteração na paisagem. Assim, observa-se uma perda maior de comunidades de espécies com exigências ecológicas mais especializadas nos fragmentos isolados (BENNETT; SAUNDERS, 2010).

Em análise sobre a riqueza e composição de mamíferos de médio e grande porte em fragmentos de Mata Atlântica localizados em áreas canavieiras paulistas, Beca (2016) observou somente 50% das espécies esperadas para as regiões, concluindo que os fragmentos se encontram empobrecidos, visto que a maioria dos mamíferos são espécies generalistas, exóticas ou mesmo típicas do Cerrado.

Na perspectiva do apresentado, salienta-se que a Ecologia da Paisagem deveria ser integrada no manejo de culturas agrícolas como a cana-de-açúcar, de modo a promover a conservação da biodiversidade (VON GHLEN, 2008).

A necessidade considerar a Ecologia da Paisagem no processo de licenciamento ambiental do setor foi estabelecida pela Resolução SMA n° 67/2008, anterior à Resolução SMA n° 88/2009 e SMA n°121/2010. Nesta, estava explícita a necessidade de apresentar “estudos de ecologia da paisagem, contemplando a função das árvores remanescentes como trampolins ecológicos ou pontos de ligação de fauna, para subsidiar solicitação de autorização de supressão de árvores nativas isoladas”, onde o cultivo de cana estava localizado nas áreas

consideradas como adequadas com limitações e restrições ambientais, de acordo com o zoneamento. Entretanto, a resolução atual não dispõe sobre a necessidade da adoção da Ecologia da Paisagem para o licenciamento ambiental do setor.

A Ecologia da Paisagem tem sua relevância pela possibilidade de compreender as interações entre as unidades da paisagem, que possuem uma dependência espacial entre si. Ou seja, o funcionamento de uma unidade depende das interações existentes com unidades vizinhas, juntamente ao estudo funcional da ecologia. Assim, tem-se como foco o estudo do efeito da estrutura da paisagem nos processos ecológicos (TURNER, 1989; ZAÚ, 1997; METZGER, 2001).

De acordo com Metzger (2001, p. 4), a paisagem pode ser definida como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”.

A paisagem é caracterizada por três elementos básicos: mancha, corredor e matriz. A mancha (*patch*) pode ser caracterizada como uma área homogênea de uma unidade de paisagem que difere em aparência de seu entorno; o corredor é uma área homogênea de uma unidade de paisagem, que se distingue das unidades vizinhas e que apresenta disposição espacial linear. Além do mais, o corredor é considerado um fator de conectividade por possibilitar a ligação entre elementos, permitindo o movimento e intercâmbio genético entre fragmentos. Já a matriz é uma unidade da paisagem que controla a dinâmica da paisagem, que em geral pode recobrir a maior parte da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; HOBBS, 2002).

Ademais, o estudo da Ecologia da Paisagem visa compreender (i) a estrutura: como o padrão espacial da paisagem – tamanho, forma, tipos de ecossistemas – determinam a distribuição de energia, materiais e organismos; (ii) a função: são as interações entre os elementos espaciais – fluxos de energia, materiais e espécies – e os ecossistemas; e (iii) a mudança de uma região heterogênea composta de ecossistemas: alteração na estrutura e função do mosaico ecológico através do tempo (FORMAN; GODRON, 1986; HOBBS, 1997). Estes três aspectos de paisagem estão intimamente ligados, visto que a estrutura tem forte influência sobre a função, que pode servir de base para a estrutura, e a alteração da paisagem pode afetar tanto a estrutura quanto a função da paisagem (HOBBS, 2002).

Dentre os processos ecológicos que podem ser estudados destacam-se o estudo da ecologia de populações com a consideração de taxas de natalidade, mortalidade e migração,

bem como dos processos de interação que ocorrem entre populações como a polinização e dispersão; dos processos de estruturação de uma comunidade por meio da ecologia de comunidades; da produtividade e ciclagem de nutrientes e de outros processos relacionados à ecologia de ecossistemas, além de outros (METZGER, 2001).

Visto que esse campo da Ecologia considera que a conectividade é um elemento fundamental para facilitar o movimento das espécies entre as unidades de uma matriz (METZGER, 1999) e para a sobrevivência destas em fragmentos de uma paisagem (METZGER; DÉCAMPS, 1997), esta deve ser empregada para uma melhor compreensão dos impactos sobre a densidade, distribuição e riqueza de espécies nas áreas de cultivo de cana.

6.2. Análise da prática atual da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos processos de licenciamento ambiental do setor

O mapeamento da prática atual da AIC sobre a biodiversidade nos documentos pertinentes ao processo de licenciamento ambiental do setor sucroenergético paulista, por meio da análise de conteúdo, teve como objetivo verificar se e como os TRs e os EIAs, consideraram os elementos de boas práticas para a análise de impactos cumulativos, bem como os potenciais impactos discutidos pela pesquisa (considerando as Figura 9, Figura 10 e Figura 11), seja para fins de diagnóstico, seja para análise de impactos ou para proposição de medidas de gestão.

Em visita ao Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA/CETESB), foram coletados os TRs, EIAs e Informações Técnicas complementares referentes aos processos de licenciamento ambiental dos 27 processos selecionados pela pesquisa, por meio de cópia dos documentos digitais. Desse modo, a análise foi realizada nos 27 processos de licenciamento ambiental selecionados, tendo como base os critérios de efetividade definidos no Quadro 2 (item 3.4).

6.2.1. Análise dos Termos de Referência acerca da exigência da avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade

Os TRs são comumente conhecidos como documentos que apresentam diretrizes para a preparação de um EIA, definindo seu conteúdo, abrangência, métodos, bem como sua estrutura (SÁNCHEZ, 2013). No período analisado (2009-2014), foram emitidos dez Termos de Referência em 2009, quatro em 2010, doze em 2011 e um em 2012.

Na análise dos documentos acerca da exigência da consideração de impactos

cumulativos e sinérgicos, não foi identificada a explícita menção da necessidade da AIC sobre a biodiversidade.

Entretanto, em todos os 27 TRs foi explicitada a necessidade de considerar os impactos cumulativos provenientes do consumo de água na região para os horizontes de projetos adotados pelo Comitê de Bacias, na etapa de realização do diagnóstico, quando da análise entre as vazões disponíveis e as demandas de água nos corpos d'água definidos para a captação e lançamento de efluentes. Para tal análise, é especificado que, além do projeto em si, os demais planos, programas e grandes projetos existentes e previstos para a região sejam incluídos. Apesar dessa constatação, não há maiores diretrizes para a realização dessa análise.

A identificação de outras ações na região de interesse relaciona-se a uma importante etapa da AIC – a identificação de outras atividades - que tem o objetivo de identificar os fatores que podem influenciar as condições dos componentes ambientais selecionados, sendo assim importante identificar, além das outras ações existentes no presente, as que ocorreram no passado e que ainda tem impactos sobre os componentes ambientais, bem como as que são razoavelmente previsíveis no futuro. Assim, as ações que causaram ou podem causar impactos sobre os componentes ambientais selecionados, que podem interagir com os impactos causados pelas ações do projeto em análise, devem ser identificadas para posterior avaliação da combinação desses impactos (HEGMANN, 1999; IFC, 2013).

Ainda em relação aos Termos de Referência, quando da análise sobre a necessidade de avaliar os impactos diretos/indiretos relacionados aos impactos cumulativos discutidos pela pesquisa, 50% (14) dos TRs apresentam diretrizes gerais para a etapa de análise de impactos, relacionadas às possíveis interferências do empreendimento na vegetação remanescente e a fauna a ela associada, especialmente em relação à instalação das áreas agrícolas, com apenas 2 TRs ressaltando que a análise deve considerar a substituição de culturas nas áreas agrícolas; além das possíveis interferências diretas nos componentes fauna e vegetação, devido à aplicação de defensivos agrícolas e emissões gasosas, captação de água, aumento de tráfego de veículos e outras atividades.

Os outros 14 TRs (a partir de 2010) já especificam a necessidade de avaliar os seguintes impactos na elaboração do EIA:

- Intervenções em Remanescentes de Vegetação Nativa e em Áreas de Preservação Permanente (APP): avaliar as intervenções em APPs (captação de água, travessia de dutos de vinhaça), supressão de árvores isoladas, incêndios acidentais em fragmentos,

utilização de APP's pelo gado cujas pastagem foram substituídas por canaviais, etc.

- Impactos sobre Unidades de Conservação: deverão ser apresentadas as seguintes informações, conforme Resolução SMA nº11/10 (revogada pela SMA nº 85/12, que dispõe sobre a autorização dos órgãos responsáveis pela administração de unidades de conservação).
- Impactos sobre Comunidades Faunísticas: avaliar a alteração de habitats devido à alteração no uso do solo agrícola; aumento nos riscos de atropelamento por veículos e máquinas agrícolas; aumento da caça e pesca devido ao aumento na circulação de pessoas, etc., identificando as espécies mais vulneráveis.
- Risco de Contaminação do Solo e dos Recursos Hídricos Decorrente da Utilização da Vinhaça na Lavoura de Cana-de-Açúcar: deverão ser avaliados os impactos decorrentes do aumento da quantidade de vinhaça aplicada nas lavouras de cana-de-açúcar, especialmente naquelas situadas em áreas de alta vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos.
- Risco de Contaminação do Solo e dos Recursos Hídricos Decorrente da Utilização de Agrotóxicos: avaliar os impactos quanto ao risco de contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos decorrentes do uso de agrotóxicos aplicados nas áreas agrícolas, inclusive pulverização aérea.

De maneira geral, os impactos sobre a biodiversidade especificados permeiam os impactos diretos/indiretos abordados pela pesquisa, como a intervenção em remanescentes de vegetação nativa, na qual pode ser abordada a questão da intensificação da fragmentação nas áreas de cultivo de cana e diminuição da permeabilidade da matriz pela supressão de indivíduos isolados. Ainda em relação à supressão de indivíduos isolados, porém relacionada ao conteúdo do diagnóstico, é solicitada a quantificação e indicação das espécies das árvores isoladas existentes nas áreas de expansão do plantio, além de sua importância na dinâmica ecológica da paisagem.

É também apresentada a necessidade de avaliar os impactos relacionados à mudança de uso do solo, que nesse caso pode levar em consideração o aumento da abundância de roedores e redução da diversidade de aves pela substituição de áreas com pastagens, e ainda o aumento da mortalidade de animais devido aos atropelamentos.

A necessidade de considerar a contaminação do solo e recursos hídricos pela aplicação da vinhaça tem aderência ao impacto discutido pela pesquisa, com foco nos corpos d'água.

No tocante à contaminação do solo e recursos hídricos pela aplicação de agrotóxicos, deveria ser também explicitado a indispensabilidade de avaliar as consequências sobre organismos aquáticos, devido a bioacumulação de substâncias tóxicas provenientes dos agrotóxicos.

Em relação as queimadas, os TRs enfatizam a necessidade da ausência da queima da palha da cana-de-açúcar como prática de pré-colheita, considerando o disposto pela Resolução SMA nº 33/2007 que dispõe sobre a aplicação da Lei Estadual nº 11.241/2002 que se refere à limitação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Também é disposta a necessidade de apresentar informações acerca sobre a mecanização, como a quantidade das máquinas e equipamentos que serão utilizados pelas usinas.

Por fim, ressalta-se uma importante iniciativa que contribui no processo de conservação da biodiversidade, que diz respeito ao mapeamento das áreas agrícolas com a sobreposição ao Zoneamento Agroambiental elaborado para o setor paulista, que define quatro classes de áreas com diferentes graus de aptidão, considerando, entre outros fatores, as áreas indicadas para criação ou ampliação de Unidades de Conservação e as áreas indicadas para o incremento da conectividade (SÃO PAULO, 2008). São elas:

- **Áreas adequadas:** correspondem ao território com aptidão edafoclimática favorável para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar e sem restrições ambientais específicas.
- **Áreas adequadas com limitação ambiental:** correspondem ao território com aptidão edafoclimática favorável para cultura da cana-de-açúcar e incidência de Áreas de Proteção Ambiental (APA); e às áreas de média prioridade para incremento da conectividade, e bacias hidrográficas consideradas críticas.
- **Áreas adequadas com restrições ambientais:** correspondem ao território com aptidão edafoclimática favorável para a cultura da cana-de-açúcar e com incidência em zonas de amortecimento das Unidades de Conservação de Proteção Integral, às áreas de alta prioridade para o incremento da conectividade; e às áreas de alta vulnerabilidade de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.
- **Áreas inadequadas:** correspondem às Unidades de Conservação de Proteção Integral, tanto federais como estaduais, aos fragmentos classificados como de extrema importância biológica para conservação, as Zonas de Vida Silvestre das Áreas de Proteção Ambiental, e as áreas com restrições edafoclimáticas para cultura da cana-de-açúcar e às áreas com declividade superior a 20%.

Assim, dependendo da localização das áreas agrícolas próprias, devem ser adotadas ações, conforme disposto na Resolução SMA nº 88/2009.

Diante do exposto, considera-se que os TRs analisados não apresentam orientação para a realização da avaliação de impactos cumulativos sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade. Desse modo, e diante da necessidade de considerar os impactos cumulativos no processo de licenciamento ambiental, fica evidente que os TRs devem fornecer orientações explícitas acerca da consideração de impactos cumulativos quando da elaboração dos EIAs.

6.2.2. Análise dos Estudos de Impacto Ambiental acerca da consideração de impactos cumulativos

Os 27 Estudos de Impacto Ambiental analisados foram elaborados por sete empresas de consultoria ambiental diferentes, com destaque para as duas, que juntas elaboraram 17 EIAs. Conforme dito anteriormente, os estudos foram obtidos em meio digital, o que proporcionou uma análise mais efetiva da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade. Os resultados das análises são apresentados a partir de cada critério de análise definido.

- *O EIA apresenta uma definição para o termo impacto cumulativo?*

Nenhum EIA apresentou uma definição para o termo impacto/efeito cumulativo ou sinérgico. A definição do termo no estudo ambiental tem sua importância por ser a base da análise que será realizada, guiando as etapas subsequentes da avaliação (BURRIS; CANTER, 1997).

- *A avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade é explicitada no EIA?*

Não há apresentação de um item específico acerca da AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, nem para outros, e nem mesmo a apresentação de um procedimento adotado para a condução de tal avaliação.

- *O EIA seleciona e caracteriza componentes ambientais relacionados à biodiversidade para a AIC?*

Considerando que não foi apresentada uma AIC para a biodiversidade, não houve nenhuma seleção e posterior caracterização de componentes ambientais relacionados.

Na análise da definição dos componentes ambientais relevantes que serão afetados pelo projeto, constatou-se que 77% (21) dos EIAs definiram como fatores ambientais para a análise de impactos sobre a biodiversidade: vegetação (espécies e populações de vegetação terrestre), áreas protegidas (áreas de preservação legal) e fauna (espécies e populações de animais terrestres).

A vegetação e fauna relacionam-se aos componentes afetados identificados pela pesquisa, na discussão de potenciais impactos cumulativos

Porém, destaca-se a importância de considerar outros componentes como os organismos aquáticos, visto a relação com os potenciais impactos cumulativos que podem ser ocasionados pelas monoculturas de cana, conforme discutido pela pesquisa. A abordagem que tem como foco a seleção de componentes ambientais de interesse e a identificação de todas as ações que os afetam possibilita um entendimento adequado acerca das potenciais mudanças ambientais cumulativas relacionadas as atividades e projetos do passado, presente e os que são razoavelmente previsíveis no futuro.

- *O EIA identifica os impactos cumulativos que podem afetar os componentes selecionados relacionados à biodiversidade?*

Em relação à identificação de impactos cumulativos ou sinérgicos, bem como sua avaliação, 31% (9 EIAs) mencionam brevemente o potencial de impactos cumulativos sobre a biodiversidade, nas etapas de diagnóstico, na sua grande maioria, como também na etapa de análise de impactos. A Figura 12 apresenta uma síntese de cada afirmação explícita acerca de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nesses EIAs. O Apêndice A apresenta a transcrição relacionada a cada estudo. Todavia, não há maiores informações sobre o processo de avaliação de impactos cumulativos sobre a biodiversidade.

Apesar de contemplarem que atividades passadas e atuais podem ocasionar em impactos cumulativos, a maioria dos impactos cumulativos citados na etapa de diagnóstico não são avaliados na etapa de análise de impactos. E, em relação ao mencionado na etapa de diagnóstico e análise de impactos – o aumento da poeira na vegetação devido ao aumento do tráfego de veículos pode contribuir cumulativamente a diminuição da capacidade da vegetação realizar fotossíntese, retardando o processo de desenvolvimento – somente é considerado que esses impactos já ocorrem devido ao fluxo de veículos nas estradas e rodovias, e que é difícil de medi-los, de modo que não há maiores informações nem avaliação

dos mesmos em combinação com outras atividades.

Ademais, observa-se uma ausência de clareza quando da constatação de que o diagnóstico deve ter como um dos objetivos a identificação de impactos cumulativos sobre a fauna. Não foi apresentado de maneira detalhada o potencial de contribuição de outras atividades, mesmo que apresentado no capítulo de diagnóstico. Além disso, a constatação da necessidade de ações mitigadoras ou compensatórias e de monitoramento para os impactos cumulativos sobre mamíferos deveria ser refletida no capítulo pertinente.

Com relação à necessidade de avaliar os impactos cumulativos provenientes do consumo de água, determinada nos TRs, somente um EIA considera o aumento do consumo de água tendo como base outros projetos da região, porém, também sem maiores detalhamentos da análise.

Também buscou-se identificar se houve a análise dos potenciais impactos cumulativos identificados pela pesquisa, ou se há elementos que possibilitem essa análise nos EIAs.

Em relação à redução da riqueza das espécies em fragmentos florestais, 5 EIAs abordam elementos importantes como a impermeabilidade da matriz de cana para muitas espécies da fauna silvestre, que pode impactar diretamente a fauna local, e a impossibilidade do fluxo de espécies pela paisagem em fragmentos florestais isolados, sendo assim determinantes na composição da fauna e flora local.

Sobre o potencial de alteração da densidade e dinâmica de populações, 3 EIAs consideram que a mortalidade de espécies da fauna por atropelamento pode impactar negativamente as populações, principalmente para aquelas que já existem em baixas densidades, como as ameaçadas de extinção, como também as que necessitam de grandes áreas e que possuem baixas taxas reprodutivas, como os carnívoros. Ademais, 1 EIA considera que a mortalidade dos animais, agindo sinergicamente a outros fatores como a caça e fragmentação de habitats, pode alterar drasticamente suas densidades populacionais, em especial das já ameaçadas.

Ainda, 1 EIA abordou que a alteração da matriz da paisagem, no caso relacionada à conversão de áreas de pastagens por cana, pode atrair espécies de hábitos generalistas e tolerantes, devido a uma maior biomassa disponível, possibilitando que estas possam colonizar novos ambientes. Assim, é comum um aumento na população de roedores que podem beneficiar alguns predadores oportunistas, tendo relação com a alteração da densidade e distribuição de populações da fauna silvestre nas regiões dos canaviais.

Figura 12. Síntese da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos EIAs.

No âmbito da redução do fluxo gênico de populações vegetais em fragmentos florestais, 10 EIAs abordam que a supressão de indivíduos isolados, que funcionam como trampolins ecológicos auxiliando na conexão entre fragmentos, impactam negativamente a fauna e flora da região. Além disso, 2 EIAs ressaltam que a supressão de indivíduos arbóreos isolados pode ocasionar a eliminação de matrizes de sementes.

Quanto ao potencial de mortalidade, mudanças comportamentais e morfológicas, e concentração de substâncias tóxicas em relação aos organismos aquáticos devido a aplicação de herbicidas, 1 EIA considera o potencial de bioacumulação de substâncias tóxicas provenientes de agrotóxicos; 3 EIAs expõem que a contaminação da fauna aquática devido a aplicação de agroquímicos pode causar efeitos deletérios tanto à comunidade de peixes, devido a sensibilidade às oscilações de parâmetros físico-químicos, bem como às larvas de anfíbios, ocasionando a feminização nas populações e diminuição das taxas de sobrevivência dos indivíduos.

Em relação à aplicação da vinhaça nas áreas de cultivo, 5 EIAs consideram que sua aplicação em excesso pode atingir os corpos d'água por meio do escoamento superficial, ocasionando a eliminação de espécies mais sensíveis às alterações ambientais, favorecendo as mais tolerantes e as invasoras. Ademais, indicam que as comunidades de aves que vivem nos corpos d'água podem ser afetadas por se alimentarem de larvas que são contaminadas pelos agentes contaminantes da vinhaça. De modo complementar, 2 EIAs adicionam a essa discussão os efeitos que podem ser causados nos peixes, como alterações nos processos fisiológicos e comportamentais (disfunções hormonais, supressão do crescimento, alteração de padrões reprodutivos, entre outros).

Devido à adesão das usinas ao Protocolo Agroambiental, não é prevista a queima da palha de cana nas áreas submetidas ao licenciamento ambiental, de maneira que os impactos relacionados não são analisados. Alguns estudos consideraram os impactos provenientes das queimadas em remanescentes de vegetação nativa e mortalidade de indivíduos da fauna quando da realização do diagnóstico na região.

De modo complementar, foi realizada uma análise da consideração dos impactos sobre a biodiversidade que foram utilizados na pesquisa para a discussão do potencial de formação de impactos cumulativos.

Nenhum dos EIAs aborda na etapa de análise de impactos especificamente a intensificação do isolamento entre fragmentos de vegetação nativa devido à implementação da monocultura. A abordagem empregada pauta-se na contemplação de que não haverá

intervenção em remanescentes de vegetação nativa e em áreas de preservação, pois nenhum dos processos de licenciamento ambiental declara que haverá perda de habitat para a implantação/expansão das áreas de cultivo, de maneira que se darão em virtude da substituição de áreas de pastagens e de outras culturas agrícolas. Outra questão relacionada diz respeito ao risco de ocupação das áreas de preservação permanente devido a ocupação do gado remanescente das áreas de pastagem ou ainda o risco de acidentes florestais.

O aumento da mortalidade de animais por acidentes devido aos atropelamentos é contemplado em 26 EIAs, os quais consideram que a intensificação do tráfego de maquinários e veículos nas áreas agrícolas pode ocasionar o afugentamento e/ou atropelamento da fauna silvestre.

A discussão sobre a diminuição ou alteração da permeabilidade da matriz, quando apresentada nos EIAs, é relacionada à mudança de uso do solo de áreas de pastagens para os canaviais, devido à necessidade de suprimir os indivíduos isolados. Além disso, os estudos ressaltam a necessidade de manutenção desses indivíduos isolados por possibilitarem o fluxo gênico em fragmentos de vegetação nativa, e que a supressão dos mesmos deve se dar por autorização do órgão ambiental.

Em relação à aplicação de herbicidas, todos os estudos ambientais têm como foco a identificação e análise do risco de contaminação de solos e recursos hídricos por aplicação de agroquímicos ou poluição das águas superficiais pela aplicação de defensivos. No mesmo sentido, a contaminação dos corpos d'água pela aplicação da vinhaça é analisada pela poluição das águas superficiais ou risco de contaminação do solo por efluentes industriais.

Quando da discussão sobre a substituição de áreas com pastagens, os estudos ambientais apresentam apontamentos acerca da alteração da permeabilidade da matriz e mudança na paisagem. Especificamente sobre o aumento ou redução da abundância de espécies nas áreas de cultivo, 1 EIA aborda o aumento da presença de roedores nos canaviais, de maneira que pode beneficiar o aumento do número de predadores oportunistas. Além disso, 4 EIAs contemplam que as áreas de pastagens apresentam número expressivo de espécies da avifauna, de maneira que a conversão dessas áreas pode alterar a fauna local.

Diante do apresentado, considera-se que os EIAs citam impactos cumulativos/sinérgicos sobre a biodiversidade, mas não há a avaliação desses impactos de acordo com elementos de boas práticas discutidos pela literatura internacional.

Por fim, tendo como base os demais critérios de efetividade adotados para a análise dos EIAs do setor, não foi observada: (i) a identificação sistemática de outras atividades que

pudessem afetar os mesmos componentes ambientais de interesse; (ii) a definição de limites espaciais para cada componente ambiental selecionado para a AIC, bem como de limites temporais; (iii) a determinação da magnitude e significância dos impactos cumulativos mencionados; (iv) a definição de medidas de mitigação para os impactos cumulativos mencionados; e (v) a proposição de programas de monitoramento para os impactos cumulativos mencionados.

Em face do apresentado, considera-se que os estudos ambientais permeiam as discussões de causa e efeito relacionados aos impactos cumulativos sobre a biodiversidade identificados pela pesquisa, porém não há uma avaliação sistemática e explícita sobre potenciais impactos cumulativos, com a contemplação da contribuição de outras atividades e projetos nos mesmos componentes ambientais afetados pelos projetos analisados, bem como outros elementos fundamentais de boas práticas relacionados à AIC.

Diante da necessidade de um melhor entendimento e aprofundamento acerca da integração do processo de AIC nos EIAs, o próximo capítulo apresenta uma análise de quatro casos de estudo de projetos submetidos à aprovação no contexto canadense, que incorporaram o processo de AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade.

7. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO CANADÁ

Tendo como propósito um melhor entendimento acerca da condução da AIC sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade no processo de AIA de projetos, foram analisados quatro estudos de impacto ambiental de projetos submetidos à aprovação pela agência federal canadense, bem como os termos de referência relacionados. A seleção desses casos de estudo teve como base a indicação de especialistas canadenses em AIA, conforme explicitado no item 3.5, dos procedimentos metodológicos da pesquisa. A análise dos casos teve como propósito a descrição de maneira narrativa dos processos de AIC conduzidos, orientada pelas questões apresentadas na Figura 5. **Questões norteadoras para a análise dos casos de estudo canadenses em relação à AIC sobre a biodiversidade..**

(1) Caso de estudo 1: Joslyn North Mine Project

O projeto de mineração “Joslyn North Mine” está localizado na municipalidade regional de Wood Buffalo, no noroeste da província de Alberta, aproximadamente a 70 km de Fort McMurray, e de responsabilidade da empresa Total E&P Canada Ltd. (anteriormente DeerCreek Energy Limited). As minas para extração de betume dos arenitos betuminosos têm a previsão de produção de 100.000 barris de betume por dia. O projeto abrange aproximadamente 5.400 ha, constituído principalmente dos seguintes componentes: cava, área de disposição externa, tanque de rejeito externo, instalação da planta e manutenção.

(a) Exigências e orientações no Termo de Referência:

O termo de referência apresenta inicialmente a necessidade de incluir, além dos impactos do projeto, os impactos cumulativos, no escopo da avaliação ambiental. Para a definição das áreas de estudo local e regional, é determinado que se considere a localização e extensão do provável projeto e os impactos cumulativos, incluindo aqueles consistentes com as diretrizes da *Regional Sustainable Development Strategy for the Athabasca Oil Sands Area* (RSDS), elaborado pela *Cumulative Environmental Management Association* (CEMA), quando possível. Ainda, foi determinado que os limites e a identificação das áreas de estudo local e regional escolhidas para a avaliação dos impactos deveriam ser ilustradas por meio de mapas com escalas apropriadas. Há também a necessidade de incluir as questões apontadas pela CEMA no plano de fechamento da mina.

A CEMA é uma iniciativa composta por multi-stakeholders, que tem o propósito de

desenvolver recomendações para novos padrões de proteção ambiental para projetos que são submetidos à consideração do governo da província de Alberta, visando a gestão efeitos ambientais cumulativos regionais. A RSDS estabelece uma estrutura que fornece: (i) um suporte para a continuidade do desenvolvimento econômico na região, considerando a sustentabilidade dos recursos e necessidades ambientais; (ii) uma estrutura para o gerenciamento adaptativo na região; (iii) uma base sólida de informação ambiental para auxiliar na tomada de decisão na região; e (iv) a identificação de questões ambientais regionais prioritárias, organização de trabalhos desenvolvidos e monitoramento de questões pertinentes (CEMA, 1999).

Ademais, o TR estabelece que o proponente deve descrever de que maneira utilizará as informações da CEMA, WBEA⁸, RAMP⁹ e CONRAD¹⁰ para definir as medidas de mitigação para os impactos do projeto, bem como os cumulativos, além de programas de monitoramento regional ou programas de pesquisa. Como também, deve identificar e descrever a participação em programas regionais relacionados à biodiversidade (como o *Alberta Monitoring Program*), de maneira a monitorar e rastrear as mudanças sobre a biodiversidade, e medir os impactos cumulativos na região.

O TR também apresenta que a avaliação ambiental deve definir cenários de avaliação, incluindo: (1) um *Baseline Case*, que inclui as condições ambientais existentes, considerando os projetos ou atividades existentes e aprovadas (por qualquer autoridade municipal, provincial ou federal); (2) um *Application case*, que inclui o *Baseline case* e o projeto; e por fim, (3) um denominado de *Cumulative Effects Assessment*, que inclui estudos anteriores, condições ambientais atuais e futuras, projetos ou atividades existentes, além de projetos ou atividades planejadas (consideradas como aquelas que tenham sido divulgadas publicamente antes da emissão dos TRs ou até seis meses antes de ter sido submetido o EIA).

Há ainda um item específico acerca da avaliação de impactos ambientais cumulativos, o qual explicita a necessidade de avaliar e discutir os impactos ambientais cumulativos que

⁸ WBEA – *Wood Buffalo Environmental Association*: a associação tem o propósito de monitorar a qualidade do ar e a exposição das pessoas ao ambiente na Municipalidade Regional de Wood Buffalo, no nordeste de Alberta.

⁹ RAMP – *Regional Aquatics Monitoring Program*: o programa, que encerrou suas atividades, era financiado pelo setor industrial e se destinava a monitorar diferentes componentes do ambiente aquático, em diferentes localizações geográficas, como também na região dos arenitos betuminosos do Athabasca. Assim, o programa visava uma compreensão holística das questões regionais de interesse e dos potenciais impactos cumulativos relacionados às diversas atividades na região. Além disso, fornecia acesso a uma ampla variedade de informações obtidas pelo programa.

¹⁰ CONRAD – *Canadian Oil Sands Network for Research and Development*: não foram encontradas informações disponíveis acerca dessa iniciativa em busca pela internet.

são prováveis de ocorrer do projeto, em combinação com outros projetos existentes, aprovados e planejados na região que poderiam ser razoavelmente considerados com potencial de contribuição para a formação de impactos cumulativos.

Ainda, apresenta a necessidade de explicar a abordagem e métodos empregados para identificar e avaliar os impactos cumulativos, incluindo oportunidades de cooperação e iniciativas visando promover a compreensão coletiva dos impactos cumulativos; como também, a necessidade de fornecer um registro das suposições relevantes, a discussão da confiança da avaliação e a base para este nível de confiança, além da descrição das deficiências ou limitações acerca das bases de dados existentes sobre os componentes ambientais de interesse.

De modo complementar, há também a explícita necessidade de considerar os impactos cumulativos relacionados às águas subterrâneas locais e regionais, à qualidade de águas superficiais; à segurança e saúde pública; e aos conhecimentos ecológicos tradicionais.

Em relação a delimitação dos limites espaciais, é estabelecido que as áreas são baseadas nos componentes ambientais individuais, em que um efeito da proposta pode ser razoavelmente esperado

Não foi observada a necessidade de considerar distúrbios naturais (como fogo, inundações e tempestades) que também podem afetar os componentes ambientais relevantes relacionados à biodiversidade, em combinação com as atividades humanas. Assim como, não foi observada uma definição para o termo impacto cumulativo para orientar a análise. Do mesmo modo, não foram indicados CASs específicos relacionados à biodiversidade que deveriam ser incluídos nas análises de impactos cumulativos, tendo como base questões de interesse na região do projeto, como também não há diretrizes para a definição dos limites temporais para as análises, e não há indicações de abordagens e métodos que podem ser empregados, nem diretrizes específicas para a definição de *thresholds* visando avaliar a significância dos potenciais impactos cumulativos.

(b) Critérios para a seleção dos componentes ambientais:

A seleção dos componentes para a avaliação dos efeitos do projeto, no caso, para a escolha das espécies de peixes, incluiu as diretrizes de iniciativas regionais. São eles: (i) classificação prioritária estabelecida pelo *Sustainable Ecosystems Working Group*, da CEMA; (ii) consideração de espécies identificadas como sentinelas pelo RAMP; (iii) além da consideração de espécies sensíveis na área de estudo local e regional, conforme estabelecido

em legislação de espécies em risco. Outro critério adotado foi com base na disponibilidade de modelos de *Habitat Suitability Index* (HSI) - ou Índice de Adequabilidade de Habitat – elaborados para determinadas espécies, e que são usualmente empregados para avaliar a significância dos efeitos. Para a avaliação dos impactos cumulativos, não foi observada clara orientação para seleção. Porém, como foi considerado que não há previsão de impactos cumulativos associados à perda e alteração de habitat nos CASs avaliados, considera-se que não houve seleção para posterior previsão dos efeitos.

Em relação a seleção de componentes ambientais para a categoria de animais silvestres, o estudo definiu que os impactos cumulativos foram avaliados para todos os CASs. Nesse âmbito, destaca-se que escolha dos CASs teve como base as espécies consideradas mais vulneráveis aos efeitos do projeto em questão, e espécies que são de interesse para stakeholders e para estratégias de gestão regionais (considerando uma lista de espécies-chave indicadoras elaborada pela CEMA), além de espécies consideradas em risco, e que foram identificadas por meio do processo de consulta pública.

A seleção dos componentes ambientais e métricas para a categoria biodiversidade teve como critérios componentes ambientais que: (i) refletissem propriedades e processos significativos da biodiversidade; (ii) pudessem ser medidos a partir de fontes de dados de sensoriamento remoto, permitindo a análise de grandes áreas; (iii) fossem possível estimar a variabilidade natural; e (iv) fossem considerados significativos para stakeholders.

(c) Abordagem metodológica adotada:

O estudo apresenta duas definições para impactos cumulativos, bem como o requisito estabelecido pela CEAA, 2012 e pela *Environmental Protection and Enhancement Act* (EPEA) da província de Alberta, além do requisito específico para uma avaliação dos impactos cumulativos associados ao projeto, estabelecido no Termo de Referência elaborado para o projeto. Além disso, também apresenta os critérios-chave e conceitos pertinentes à AIC, conforme apresentado por Hegmann et al. (1999), os quais foram levados em consideração para a condução dessa avaliação no escopo do projeto em questão.

Para o propósito da avaliação, de maneira geral, é considerado como limite temporal o ano de 2040. É também determinado que o projeto tem um ciclo de vida que se estende além de 30 anos. Para a avaliação dos efeitos do projeto sobre componentes relacionados aos peixes, foi estabelecido o ano de 2050 como limite temporal, permitindo a avaliação do desenvolvimento do ecossistema aquático após a recuperação das áreas degradadas. Para a

consideração dos impactos cumulativos sobre os componentes relacionados à biodiversidade, foi considerado o ciclo de vida do projeto, incluindo o período de recuperação da área degradada.

Em termos gerais, o estudo estabelece uma área de estudo regional para a AIC, com a definição de mais de um limite espacial, dependendo do componente ambiental avaliado. Desse modo é apresentado um mapa demonstrando os limites espaciais, considerando a área de estudo regional, para as diferentes categorias de componentes como: peixes; vegetação, animais silvestres e biodiversidade (uma mesma área foi definida para essas duas últimas categorias). Para os peixes, é estabelecido que foi considerada uma área de estudo de impactos cumulativos que englobou a área de estudo regional, bem como considerou as orientações definidas pela CEMA para avaliar os impactos cumulativos sobre peixes. Do mesmo modo, foi também estabelecida uma área de estudo regional para avaliar os impactos cumulativos sobre animais silvestres e biodiversidade, a qual foi selecionada tendo como base a abordagem de zona de influência.

Para a identificação dos impactos cumulativos resultantes do projeto, quando combinado com outras ações, é apresentado um quadro com os projetos existentes, aprovados e propostos (considerados como razoavelmente previsíveis de ocorrer) na região, os quais foram considerados para a AIC. Apesar de constatada a necessidade de considerar atividades do passado no processo, não são incluídas nesse quadro as atividades que ocorreram no passado e que puderam contribuir para a formação de impactos cumulativos sobre os CASs.

Para a avaliação ambiental, o EIA estabelece que incluiu os três cenários de avaliação dos efeitos definidos pelo TR, incluindo um denominado de AIC: (i) *Baseline case*, que inclui as condições ambientais atuais e os projetos e atividades existentes e as que estão aprovadas por uma autoridade reguladora; (ii) *Application case*, que inclui o *baseline case* em combinação com o projeto em questão; e (iii) *Cumulative effects assessment*, que inclui estudos anteriores, e condições ambientais futuras e existentes, projetos ou atividades existentes, além de projetos ou atividades planejadas.

A avaliação da significância dos impactos, inclusive dos cumulativos, foi realizada após a consideração de medidas de mitigação, com a definição dos seguintes critérios: extensão geográfica, duração, frequência, capacidade de recuperação, magnitude, contribuição do projeto, classificação da confiança¹¹, probabilidade de ocorrência e significância.

¹¹ A classificação da confiança tem como base a compreensão das relações de causa e efeito, bem como a

Em relação à categoria de componente peixes, o EIA estabelece que foram realizados inventários sobre peixes, bem como avaliações de habitat, para a avaliação dos impactos do projeto. Ainda, estabelece que os três cenários de avaliação previamente apresentados foram utilizados.

Em item específico relacionado aos impactos cumulativos sobre a categoria de peixes, o estudo apresenta que os impactos cumulativos foram definidos como aqueles que não são nem reversíveis nem mitigáveis, e que são de médio a longo prazo de duração, e que operam cumulativamente com impactos semelhantes de outras atividades existentes ou planejadas na área de estudo de impactos cumulativos. Nesse âmbito, considerando que as estratégias de mitigação para a perda e alteração de habitat para as espécies de peixes selecionadas na avaliação sejam implementadas de maneira adequada, o estudo determina que não há previsão de impactos cumulativos associados à perda e alteração de habitat nos CASs relacionados aos peixes.

De modo complementar, o estudo apresenta que o proponente se propõe a implementar um plano de gestão de águas superficiais durante a exploração da mina, visando eliminar ou reduzir para níveis insignificantes os efeitos das atividades de mineração sobre a qualidade das águas superficiais, que poderiam afetar os peixes. Ainda, considera que como o efeito incremental do projeto sobre a qualidade da água no rio Athabasca é insignificante, os impactos cumulativos sobre os CASs relacionados aos peixes, e que são associados à qualidade da água, não são antecipados. O estudo também aponta que o potencial de redução substancial nos fluxos de água, durante os períodos de baixo fluxo, pode ocasionar a redução da disponibilidade de habitat durante o inverno, e que a CEMA deverá estabelecer requisitos mínimos que devem ser respeitados a fim de evitar uma grande perda de peixes e de habitat. Por fim, há uma afirmação de que o proponente se comprometerá com o monitoramento da população de peixes com a realização de coletas, ou então participando da iniciativa RAMP.

Para a avaliação dos efeitos do projeto relacionados aos animais silvestres, bem como dos impactos cumulativos, foram levantadas informações atuais e específicas acerca da presença e distribuição das espécies, abundância relativa, e habitat; bem como as atividades ou projetos existentes e planejados, que podem ocorrer na mesma área geográfica que o projeto e/ou no mesmo período de tempo. Para tal, também foram considerados os três cenários de avaliação – *baseline*, *application* e *cumulative effects assessment* –, conforme

apresentados anteriormente.

Conforme dito no item anterior, os impactos cumulativos foram avaliados para todos os componentes ambientais relacionados aos animais silvestres, a constar: sapo-canadense, aves aquáticas, tetraz-de-colar, coruja lapônica, comunidade de aves de florestas mistas, comunidade de aves de florestas pouco perturbadas, lebre americana, castor, marta-pescadora, lince, urso-negro e alce. Para todos estes, foi avaliada a perda cumulativa da disponibilidade de habitat, considerando a combinação das diversas atividades.

De acordo com o estudo, a disponibilidade de habitat refere-se a uma área que tem a capacidade de dar suporte a uma espécie, a qual pode ser medida considerando tanto a adequabilidade do habitat (potencial área que suporta uma espécie dada as características biofísicas do local) quanto a eficácia do habitat (habilidade de uma espécie em usar um habitat identificado como adequado).

Sendo assim, a adequabilidade do habitat para cada CAS foi calculada tendo como base os modelos de *Habitat Suitability Index* - HSI, os quais estimam a adequação do habitat para uma determinada espécie relacionando variáveis estruturais e espaciais de um habitat (por exemplo, vegetação e solo) às necessidades específicas das espécies (por exemplo, alimento). Desse modo, um índice de adequação (SI – *suitability index*) é atribuído a cada variável estrutural ou espacial, variando de 0 a 1, no qual 0 representa um habitat inadequado, e o valor de 1 representa um habitat ideal. De acordo com o EIA, a seleção das variáveis teve como base o conhecimento específico das espécies, em combinação com revisão da literatura e opinião de especialistas. O modelo final combina as relações individuais para cada variável estrutural ou espacial de um habitat em uma equação matemática, considerando a importância relativa de cada variável para as espécies. O resultado do modelo fornece um HSI de 0 a 1 para cada polígono de habitat, no qual o HSI pode ser considerado baixo (de 0.1 a 0.33), moderado (de 0.34 a 0.66) ou alto (de 0.67 a 1.0). Uma síntese da caracterização da perda cumulativa da disponibilidade de habitat sobre alguns dos CASs é apresentada no Quadro 10, considerando a combinação de diversas atividades ou projetos na área de estudo regional, é apresentada.

Para a consideração da eficácia do habitat, o estudo apresenta que um habitat mais próximo das atividades humanas pode ter menor eficácia quando comparado com localizações remotas, considerando desse modo como a zona de influência (*zone of influence* – ZOI) do projeto sobre os CASs. Considerando que o tamanho e forma da ZOI é dependente da sensibilidade das espécies às atividades, intensidade e duração, além da topografia e

vegetação no entorno da atividade, estas variam entre espécies e áreas. Sendo assim, para aves aquáticas, coruja lapônica, lince, urso-negro e alce, foram estabelecidas diferentes zonas de influência. Para a consideração da eficácia de habitat na determinação da disponibilidade de habitat, coeficientes de perturbação variando entre 0 e 1 foram aplicados aos valores de HSI dos modelos de adequabilidade de habitat.

Quadro 10. Caracterização da perda cumulativa da disponibilidade de habitat para alguns dos CAS relacionados aos animais silvestres.

CAR: Sapo-canadense	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> ¹² em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	1,5%
Extensão geográfica	Regional
Duração	Residual
Frequência	Isolada
Capacidade de recuperação	Reversível a longo prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Baixa
Significância	Insignificante
CAR: Aves aquáticas	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	0,8%
Extensão geográfica	Regional
Duração	Longa
Frequência	Contínua
Capacidade de recuperação	Reversível a curto prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Alta
Significância	Insignificante

¹² O *Cumulative Effect case* contempla os cenários *Baseline* e *Application*, além da consideração de atividades ou projetos planejados. Sendo assim, há uma comparação das características ambientais consideradas no *Baseline case* com as condições previstas no *CEA case*.

CAR: Coruja lapônica	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	1,7%
Extensão geográfica	Regional
Duração	Estendida
Frequência	Contínua
Capacidade de recuperação	Reversível a longo prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Baixa
Significância	Insignificante
CAR: Lince	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	1,5%
Extensão geográfica	Regional
Duração	Longa
Frequência	Contínua
Capacidade de recuperação	Reversível a curto prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Alta
Significância	Insignificante
CAR: Urso-negro	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	1,8%
Extensão geográfica	Regional
Duração	Longa
Frequência	Contínua
Capacidade de recuperação	Reversível a curto prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Alta
Significância	Insignificante
CAR: Alce	
% de perda da disponibilidade de habitat considerando o <i>Cumulative effect case</i> em comparação com as características do <i>Baseline case</i>	1,8%

Extensão geográfica	Regional
Duração	Longa
Frequência	Contínua
Capacidade de recuperação	Reversível a curto prazo
Magnitude	Baixa
Contribuição do projeto	Negativa
Probabilidade de ocorrência	Alta
Classificação da confiança	Alta
Significância	Insignificante

Fonte: Baseado nas informações fornecidas por DeerCreek Energy Limited (2006).

De modo adicional, foram também analisadas as *core security areas* (CSAs) para lince, urso-negro e alce, determinadas como habitats de tamanho funcional mínimo para as espécies que não são perturbados por atividades humanas. Essa análise é considerada útil para espécies que necessitam de grandes áreas e que estão sob pressão de caça e captura, e que tem baixa capacidade de se recuperar diante das mudanças em seu ambiente. Desse modo, foram calculadas as CSAs para cada uma das espécies selecionadas, utilizando as zonas de influência adotadas nos modelos de adequabilidade de habitat.

Como resultado, foi constatado o potencial de redução da área média de CSAs na área regional de estudo para o lince, com diminuição em quatro CSAs e perda de uma. Considerando que a estimativa da CSA para o lince é cerca de 23 km² (considerado como um *threshold*), a integridade do habitat para a espécie é considerada intacta sob as condições de impactos cumulativos, de maneira que o risco de mortalidade indireta previsto sobre lince é insignificante, de acordo com o estudo. Em relação ao urso-negro, é prevista a redução de sete CSAs, com perda dessas áreas de 1,9% quando comparadas com as condições atuais, e redução de 1,8%. A mudanças previstas na paisagem provenientes dos impactos cumulativos são também consideradas insignificantes para o urso-negro. Por fim, é prevista uma redução na área de dez CSAs para o alce, com perda de 2,0% quando comparado com as condições atuais, o qual também é considerado insignificante.

Em relação à definição de medidas de mitigação para a redução dos impactos sobre a disponibilidade e eficácia de habitat, é estabelecida a necessidade de integrar o projeto com as outras atividades existentes e/ou planejadas na área visando minimizar novas perturbações e perda cumulativa de habitat, com o uso de corredores ou acessos, quando possível.

Para a categoria de componente relacionado à biodiversidade, também foram considerados os três cenários de avaliação, conforme orientação do TR. O cenário

denominado de AIC não considerou todos os componentes ambientais, de maneira que foram avaliados os relacionados à diversidade da paisagem e recursos aquáticos, considerando o diagnóstico da região.

A apresentação dos impactos cumulativos sobre a diversidade da paisagem contemplou a análise em nível de paisagem do número de manchas, com o intuito de quantificar a composição da paisagem, pela variedade e abundância dos tipos de manchas. Assim, o estudo apresenta que haverá uma mudança cumulativa no número de manchas (perda de 545), como resultado da implantação do projeto em combinação com outras atividades ou projetos existentes, aprovadas e planejadas, em comparação com as características do *Baseline case*. Essa potencial perda é considerada insignificante sob a escala regional, contínua, reversível a longo prazo, de baixa magnitude, com a classificação da confiança considerada alta, bem como a probabilidade de ocorrência.

Há também a constatação de que o tamanho médio da mancha – representado pela quantidade de um tipo de mancha presente e sua distribuição espacial –, diminuirá para 0,07 ha, como resultados da combinação de todos os projetos ou atividades, sendo também é considerado insignificante. É também considerado que haverá uma perda da borda total – definida como a medida absoluta do comprimento da borda total de um tipo particular de mancha ou de todos os tipos em um nível de paisagem –, o qual é considerada insignificante em extensão regional, contínua, reversível a longo prazo, de baixa magnitude, além da probabilidade de ocorrência e classificação da confiança serem consideradas altas.

De modo complementar, não são esperados impactos cumulativos sobre os diferentes tipos de manchas na área de estudo regional, considerando as diversas atividades ou projetos em combinação. Assim como, é determinado que o índice de diversidade de Simpson não será alterado, para o *Cumulative Effect case*; e que haverá um leve aumento da área entre os diferentes tipos de manchas.

Para os recursos aquáticos, considera-se a perda de 35,8 km de córregos e rios, considerando as diferentes atividades ou projetos, a qual é considerada insignificante para a região em uma escala regional, contínua, de baixa magnitude e com alta probabilidade de ocorrência e classificação da confiança. Há também a previsão de um aumento de lagos, também considerado insignificante, de alta magnitude e com contribuição positiva do projeto.

Ao final das análises, há também a proposição das medidas de mitigação que devem ser implementadas para minimizar os impactos do projeto sobre os componentes ambientais relacionados à biodiversidade.

Com o estabelecimento do *Review Panel* em 2008 para conduzir o processo de avaliação ambiental do projeto em questão, os membros designados puderam analisar as informações disponíveis pela AIA do projeto, e determinaram que as mesmas não eram suficientes para proceder ao processo de audiência, de maneira que o painel requisitou informações adicionais sobre a avaliação conduzida. O proponente revisou o projeto e apresentou uma atualização da AIA realizada, bem como as respostas referentes às indagações do painel, no ano de 2010. Dando prosseguimento ao processo, houve uma nova série de solicitações de informações adicionais pelo painel, bem como o fornecimento das respostas por parte do proponente, que possibilitou a realização da audiência pública no período de setembro a outubro de 2010.

Em relação à atualização da avaliação ambiental, foi incluído um *Pre-industrial baseline case*, considerando o ano de 1965, para determinados componentes ambientais (como animais silvestres e habitat para animais silvestres considerando espécies-chave), conforme determinado pelo painel, de maneira a fornecerem informações que permitissem determinar a significância de qualquer efeito que tenha ocorrido antes do projeto proposto. Como resultado, o proponente apresentou que os dados necessários para avaliar as condições pré-industriais eram limitados para os componentes indicados, mas que consideram um *snapshot* representando as condições em 1965.

Em relação aos animais silvestres, as condições pré-industriais foram criadas para a área de estudo regional definida, substituindo todos os distúrbios visíveis na paisagem com prováveis tipos de vegetação originais, como se os mesmos não tivessem ocorrido, assim como desenvolvimentos industriais também foram removidos da paisagem. Ainda, quando disponíveis, foram utilizadas informações para atribuir os tipos de vegetação às perturbações na paisagem, e quando indisponíveis, foi considerada uma aproximação, com base na vegetação natural e condições biofísicas das áreas adjacentes não perturbadas. Desse modo, os dados das vegetações resultantes foram usados para estimar a disponibilidade de habitat pré-industrial, expressa por unidades de habitat para cada componente relacionado, os quais foram comparados com o *Baseline case*.

Como resultados, foi apresentado que os distúrbios do *Baseline case* reduziram o habitat disponível em menos de 20% para: o sapo-canadense, comunidades de pássaros de floresta mista, aves aquáticas, coruja lapônica, tetraz-de-colar, castor, lebre americana e lince. Para a comunidade de pássaros de floresta pouco perturbada, marta-pescadora, pinto-d'água amarelo, açor, e urso-negro foi estimada a perda de habitat de 20 a 25% e para alces, 32,7%.

Desse modo o estudo considera que, embora a distribuição e abundância de algumas espécies tiveram mudanças, mais de 66% do habitat pré-industrial permanece na área de estudo regional para todas as espécies avaliadas, e que ainda, é improvável que a área tenha perdido diversidade, visto que as populações persistiram e continuaram a habitar essas áreas. Assim, o estudo conclui que os distúrbios do *Baseline case* não são considerados significativos, em relação ao *Pre-industrial case*.

De modo complementar, a atualização do estudo também inseriu novas ações para o *Planned Development case*, com a contemplação dos efeitos de cada uma nos componentes ambientais avaliados, conforme questionamento do painel, que apontou que desde a submissão do projeto para aprovação vários outros projetos e atividades nas áreas foram propostos. O estudo atualizado conclui que a avaliação de impactos cumulativos indicou que o projeto, em combinação com outros novos projetos, causará impactos cumulativos insignificantes para todos os componentes e indicadores selecionados.

Em janeiro de 2011, o *Review Panel* publicou o relatório com os resultados da análise da avaliação ambiental do projeto, em que se destacam as conclusões e recomendações apontadas em relação à avaliação dos impactos cumulativos.

O relatório apresenta que a *Oil Sands Environmental Coalition* – OSEC (coalização de organização ambientais), a *Sierra Club Prairie* (organização ambiental) e o Governo do Canadá, levantaram questionamentos acerca da suficiência da AIC realizada pelo proponente, em relação à:

- (i) adequada extensão da área de estudo regional para avaliar os efeitos sobre componentes terrestres e hidrologia; (ii) necessidade de avaliar os impactos cumulativos relacionados aos incêndios florestais e exploração florestal futura; (iii) inclusão das *Frontier and Equinox oil sands mines* como projetos previsíveis; e (iv) consideração do conteúdo da *Terrestrial Ecosystem Management Framework*¹³ proposta pela CEMA.

Como conclusões do painel, foi apresentado no relatório que o proponente seguiu as boas práticas de avaliação de impactos cumulativos, definindo diferentes áreas de estudo regional para cada componente ambiental avaliado. E que, apesar do estudo não ter considerado uma área de estudo maior para avaliar os impactos cumulativos sobre os animais

¹³ A *Terrestrial Ecosystem Management Framework* é uma abordagem recomendada pela CEMA para a gestão dos efeitos cumulativos de atividades na *Regional Municipality of Wood Buffalo*.

silvestres, hidrologia e qualidade da água, foi possível ao painel determinar os potenciais impactos cumulativos sobre os componentes de interesse com confiança suficiente.

No que diz respeito à consideração de incêndios florestais e explorações florestais futuras, o painel observa que há incertezas em estimar a magnitude dos efeitos provenientes dessas ações; todavia, o proponente poderia ser conduzido uma AIC que tivesse incluído os efeitos relacionados, possibilitando uma melhor análise dos mesmos, bem como a definição de medidas de mitigação. Quando da discussão sobre a inclusão dos projetos *Frontier* e *Equinox*, o painel apresenta que não teve evidências suficientes pela OSEC de que esses dois projetos deveriam ser incorporados na avaliação dos impactos cumulativos, e assim, solicitar ao empreendedor essa inclusão. Por fim, o painel determina que o proponente poderia ter incluído os direcionamentos da *Terrestrial Ecosystem Management Framework*, de maneira a definir os *thresholds* para determinar a significância dos efeitos para algumas espécies, possibilitando uma avaliação mais precisa dos impactos cumulativos.

Especificamente à AIC sobre os animais silvestres, o painel apresenta que não concorda com o *threshold* estabelecido na avaliação – de 60% de habitat restante – para determinar o que causaria um efeito cumulativo significativo, incluindo espécies em risco. Sendo assim, o painel estabelece que é mais apropriado definir um *threshold* de precaução, de 20% de perda de habitat como um indicador de significância dos efeitos. Ainda, o painel salientou a necessidade de considerar um *Pre-industrial case* – conforme exposto anteriormente – de modo a capturar os efeitos totais de projetos do passado e os atuais. Quando comparado o *Planned development case* com o *Pre-industrial case*, o painel considera que haverá um declínio na disponibilidade de habitat de mais de 20% para praticamente todas as espécies consideradas, de maneira que os impactos cumulativos seriam considerados significativos e adversos.

Também ressalta a importância da *Terrestrial Ecosystem Management Framework* em fornecer caminhos para a gestão dos impactos cumulativos sobre animais silvestres, e também que as medidas mitigadoras requeridas para os efeitos do projeto poderiam ser adotadas em colaboração com outros atores da indústria, para a gestão dos mesmos. Em conclusão, o painel apresenta que mais medidas seriam necessárias para que o proponente pudesse concluir que os impactos cumulativos adversos não seriam significativos. Nesse sentido, considerando a realização de uma ação conjunta com o *Environment Canada* para a definição de medidas de mitigação adicionais, o painel conclui que os impactos cumulativos significativos que são prováveis de ocorrer não resultariam em efeito adverso significativo.

(d) Lições aprendidas sobre a prática de AIC:

Em relação ao Termo de Referência:

- Apresenta claro requerimento para a avaliar os impactos do projeto em combinação com outras atividades e projetos existentes, aprovados, bem como os planejados. Porém, não há informações sobre a inclusão de atividades passadas.
- Apresenta a necessidade de explicar a abordagem e os métodos empregados na AIC, bem como as deficiências e limitações acerca das bases de dados existentes sobre os componentes ambientais.
- Orienta a consideração de diretrizes fornecidas por iniciativas desenvolvidas no âmbito regional para avaliar os impactos cumulativos do projeto em combinação com outros projetos ou atividades, para selecionar os componentes ambientais, bem como de participar de programas de monitoramento para medir os impactos cumulativos identificados.
- Orienta a inclusão de cenários de avaliação, considerando outras atividades ou projetos do passado, bem como as existentes, incluindo um para a consideração dos impactos cumulativos, que deve contemplar os projetos ou atividades existentes na região de interesse em combinação com o projeto proposto, além das planejadas.

Em relação ao Estudo de Impacto Ambiental:

- Considera questões ambientais relevantes da região de estudo, bem como diretrizes regionais, para a seleção dos componentes ambientais.
- Apresenta definição para o termo impacto cumulativo.
- Apresenta análise integrada da avaliação dos efeitos dos projetos em combinação com os efeitos de outras atividades e projetos, por meio da definição de diferentes cenários.
- Explicita que os limites espaciais foram definidos considerando as características de cada componente ambiental.
- Considera o ciclo de vida do projeto para a delimitação do limite temporal futuro.
- Identifica atividades existentes na região, bem como as razoavelmente previsíveis no futuro, nos quais os efeitos podem contribuir para a formação do impacto cumulativo.
- Apresenta uma análise retrospectiva e prospectiva para a avaliação dos impactos cumulativos.
- Adota modelos que avaliam a adequabilidade de habitat para determinadas espécies, considerando variáveis estruturais e espaciais, e a combinação dos efeitos do projeto

com as outras atividades e projetos na região.

- Adota análises que determinam habitats de tamanho funcional mínimo para as espécies, contribuindo para a avaliação do potencial de impacto cumulativo sobre determinadas espécies considerando as diversas atividades e projetos.

(2) Caso de estudo 2: Jackpine Mine Expansion Project

O projeto “Jackpine Mine Expansion Project”, de responsabilidade da companhia Shell Canada Limited, localizado a aproximadamente 70 km ao norte de Fort McMurray (Alberta), teve o propósito de expandir as áreas de mineração e instalações de processamento associadas, utilitários e infraestrutura já existentes, possibilitando o aumento da produção de betume em 100.000 barris por dia.

(a) Exigências e orientações no Termo de Referência:

Do mesmo modo que o caso anterior, o TR apresenta a necessidade de incluir os impactos cumulativos no escopo da avaliação ambiental. Também apresenta que para a definição das áreas de estudo local e regional, deve ser considerada a localização e extensão do projeto e dos prováveis impactos cumulativos, incluindo aqueles abordados pelas diretrizes da RSDS/CEMA.

Ainda, o TR estabelece que o proponente deve descrever de que maneira utilizará as informações da CEMA, WBEA, RAMP e CONRAD para definir as medidas de mitigação para os impactos do projeto e para os impactos cumulativos, além de programas de monitoramento regional ou programas de pesquisa. Como também, deve identificar e descrever a participação em programas regionais relacionados à biodiversidade, de maneira a medir os impactos cumulativos na região.

O TR também define que a avaliação ambiental deve considerar três cenários de avaliação, incluindo o *Base case* (com a inclusão das condições ambientais existentes, além de projetos ou atividades existentes e aprovadas), o *Application case* (que inclui o *Base case* e a consideração do projeto em questão), e o *Planned Development case*, neste caso não denominado como um cenário de avaliação de impactos cumulativos, mas que, do mesmo modo, deve incluir estudos anteriores e condições atuais e futuras, além da consideração de projetos ou atividades existentes e aprovadas, bem como as planejadas.

Em relação ao item específico de AIC, é determinada a necessidade de avaliar e discutir os impactos ambientais cumulativos que são prováveis de ocorrer do projeto, em

combinação com outros projetos existentes, aprovados e planejados na região, que poderiam ser razoavelmente considerados com potencial de ter impactos combinados. De modo complementar, o TR apresenta a necessidade de explicar a abordagem e métodos adotados para a identificação e avaliação dos impactos cumulativos, além das oportunidades de cooperação e iniciativas visando promover o entendimento coletivo acerca dos impactos cumulativos. Assim como, a discussão da confiança da avaliação e as deficiências ou limitações acerca de banco de dados existentes sobre componentes ambientais.

É também determinada a necessidade de identificar e descrever a participação do proponente em programas regionais relacionados à biodiversidade visando o monitoramento e rastreamento das mudanças sobre a biodiversidade, bem como medir os impactos cumulativos na região; a consideração dos impactos cumulativos sobre os regimes locais e regionais de águas subterrâneas, como também os que podem afetar as águas superficiais; além da avaliação dos impactos cumulativos sobre a saúde pública, incluindo como receptores as *First Nations* e aborígenes; e por fim, a necessidade de considerar os impactos cumulativos sobre usos tradicionais, bem como a definição de estratégias de mitigação para prevenir ou minimizar esses impactos.

Assim como no caso anterior, também constatou-se a ausência de uma definição para o termo impacto cumulativo, além de diretrizes relacionadas à: (i) necessidade de considerar distúrbios naturais em combinação com atividades humanas; (ii) indicação de componentes ambientais específicos que deveriam ser incluídos nas análises de impactos cumulativos; (iii) delimitação dos limites espaciais baseada na distribuição ou característica de cada um dos CASs; (iv) delimitação de limites temporais; (v) indicação das abordagens e métodos que podem ser empregados; e (vi) definição de *thresholds* para avaliar a significância dos impactos cumulativos.

(b) Critérios para a seleção dos componentes ambientais:

O caso 2 também estabeleceu três cenários de avaliação de efeitos do projeto, denominando-os como avaliações de impactos cumulativos, pois inclui outras atividades em cada um dos casos. Os CASs foram considerados como *key indicator resources* e foram selecionados com base: nos indicadores definidos pela CEMA, na significância ecológica, na disponibilidade de dados, e na condição ambiental do recurso em nível federal e provincial. O estudo aponta que para os recursos terrestres, todos os *key indicator resources* foram considerados nos três cenários de avaliação. Além disso, é ressaltado que os conhecimentos

ecológicos tradicionais (*traditional ecological knowledge*) foram integrados na avaliação, de maneira a também auxiliar na seleção dos componentes.

(c) Abordagem metodológica adotada:

Como exposto anteriormente, o estudo apresenta que a AIA não avaliou os efeitos do projeto de maneira isolada, mas sim examinou os efeitos incrementais do projeto sobre os efeitos associados a três casos, conforme determinado no termo de referência. Sendo assim, cada um desses casos formam uma avaliação de impactos cumulativos:

- *Base case*: incluiu as condições ambientais existentes, bem como os projetos ou atividades atuais e aprovadas na área de estudo. Esta avaliação de impactos cumulativos inclui as atividades existentes e aprovadas devido a necessidade de medir os potenciais efeitos do projeto em comparação aos associados a estas ações.
- *Application case*: considerou os efeitos dos projetos e atividades do *Base case* em combinação com efeitos do projeto. Foi também considerado os efeitos do *Pierre Mine Project*, que foi submetido à aprovação da agência ambiental, em conjunção com o *Jackpine Mine Expansion*.
- *Planned Development case* (PDC): considerou o *Application case*, complementado com outros projetos planejados¹⁴. Desse modo, a avaliação incluiu: (i) uma avaliação e discussão dos impactos ambientais cumulativos que são prováveis de resultar do projeto em combinação com outros projetos existentes, aprovados e planejados na região, e que podem ser razoavelmente considerado como tendo um efeito combinado; e (ii) a explicação da abordagem e dos métodos empregados para identificar e avaliar os impactos cumulativos, incluindo as oportunidade e iniciativas de cooperação que podem auxiliar no entendimento coletivo acerca dos impactos cumulativos, além de fornecer um registro de todas as premissas estabelecidas, a confiança nos dados e análise para dar suporte as conclusões.

O estudo também define que a avaliação conduzida no *Planned Development case* só é completada quando os impactos residuais previstos no *Application case* são classificados como maiores que insignificantes. E, que a avaliação dos impactos cumulativos considerou as orientações fornecidas no *Athabasca Oil Sands Cumulative Effects Framework Report* e o

¹⁴ Os projetos planejados são considerados como qualquer projeto ou atividade que foram divulgados publicamente seis meses antes de submeter à AIA do projeto para aprovação.

guia amplamente empregado na prática canadense, *Cumulative Effects Practitioners Guide*.

Em 2008, o proponente apresentou uma atualização da AIA, fornecendo informações adicionais, com a separação da influência cumulativa do *Pierre River Mine Project*, dentre outros fatores, de acordo com solicitação do *Joint Review Panel*. Sendo assim, no *Application Case* só foi considerado o *Jackpine Mine Expansion* (denominado de *2012 JME Application case*). Ainda, em 2012 o *Joint Review Panel* solicitou que o proponente fornecesse informações adicionais em relação a inclusão de um *Pre-Industrial case* (PIC), que considerasse os efeitos passados na região, além de uma atualização do *Planned Development case*, considerando outros projetos e atividades previsíveis, e a inclusão de informações atuais sobre exploração florestal e os efeitos passados e futuros de incêndios florestais – similar ao ocorrido no caso de estudo apresentado anteriormente. Ainda, o *Base case* e o *Application case* foram também atualizados, sendo denominados como *2012 Base case* e *2012 JME Application case*, com a inclusão de novas atividades e projetos.

Dessa forma, foram analisados os documentos relacionados à avaliação atualizada, bem como descritos alguns exemplos de aplicação, visando um entendimento geral acerca da condução do processo de avaliação de impactos cumulativos considerando os cenários de avaliação.

Os limites temporais foram definidos de acordo com as particularidades de cada CAS, tendo como base o plano de desenvolvimento operacional do empreendimento. Os componentes relacionados aos recursos aquáticos foram examinados sob *snapshots* de grandes mudanças nas fases de desenvolvimento do empreendimento, de maneiras que foram considerados os anos de 2012, 2029, 2049, 2065 e um futuro distante. Já os componentes terrestres foram analisados sob três condições temporais: antes do projeto, durante todo o desenvolvimento do projeto, e fechamento da mina. Para a avaliação dos efeitos do projeto, os componentes foram avaliados tendo em consideração as atividades de construção, operação, fechamento e recuperação da área. Para as fases de fechamento e recuperação foi assumido um limite futuro de 80 anos, considerado como o tempo necessário para que a área de floresta seja recuperada.

Em relação ao estabelecimento dos limites espaciais, o estudo define uma área de estudo local, utilizada para avaliar áreas que podem ser diretamente afetadas pelo projeto em questão; e, uma área de estudo regional, utilizada para avaliar os efeitos do projeto em contextos geográficos e ecológicos mais amplos. Ambas áreas foram definidas para cada componente contemplado na avaliação de impacto ambiental. De modo complementar, as

áreas de estudo empregadas por iniciativas regionais também foram consideradas, como as estabelecidas pela CEMA, WBEA e RAMP.

O estudo também apresenta uma listagem atualizada dos projetos e atividades aprovadas e existentes na região que foram consideradas no *2012 Base case*, bem como as planejadas no *2012 PDC*.

Em relação aos métodos, para avaliar os efeitos sobre animais silvestres, por exemplo, foram utilizados modelos de adequabilidade de habitats para as espécies selecionadas, que possibilitou o cálculo da mudança de habitat comparando os diferentes cenários, além de métodos para: (i) avaliar a fragmentação de habitat, de modo a descrever as mudanças no grau de fragmentação de habitat na paisagem; (ii) analisar a viabilidade populacional, para auxiliar na identificação de fatores ou variáveis que impulsionam as mudanças no tamanho das populações, e desse modo, influenciando a persistência das mesmas; e (iii) identificar as áreas em que os alces podem ser impedidos de se movimentar, por meio da *linkage zone analysis*, que seleciona as áreas de habitat adequadas, bem como a distribuição das características das perturbações na paisagem.

Considerando os cenários de avaliação estabelecidos, a elaboração do *Pre-Industrial case* teve o propósito de apresentar as condições de componentes ambientais antes do desenvolvimento industrial na região de interesse. Foram considerados os dados mais antigos disponíveis, ou os mais representativos, para os componentes ambientais relacionados aos recursos aquáticos e terrestres, dentre outros. Diversas fontes foram consideradas, incluindo as informações coletadas para a avaliação ambiental do projeto, além da avaliação específica realizada pela comunidade da cidade de Fort McKay. Ainda, quando possível as informações do PIC foram comparadas com as informações do *Base Case*, para que o painel considerasse os possíveis efeitos ocasionados antes da implantação do projeto. Como exemplo de aplicação, apresenta-se a avaliação realizada sobre CASS relacionados à vegetação, wetlands e recursos florestais, bem como aos animais silvestres, que no estudo são considerados como *key indicator resources* (KIR).

Para a vegetação terrestre, wetlands e recursos florestais, a análise foi baseada em um *snapshot* do ano de 1955, sendo este o limite temporal definido no passado. Para a classificação da vegetação na área de estudo regional, foram utilizadas imagens de *landsat* para 2005, 1974 e imagens de áreas urbanas e industriais capturadas no ano de 1950, juntamente com a utilização do ArcGIS®, fornecendo assim informações sobre a abundância relativa das classes de cobertura do solo na região. O estudo aponta que as informações sobre

a vegetação nesse cenário não têm a mesma precisão que as informações disponíveis para o *Base case* inicial, devido a, por exemplo, presença de nuvens ou sombras.

Nesse sentido, é apresentada a área total e porcentagem para cada classificação de cobertura do solo na área de estudo regional, com a comparação da mudança ocorrida do PIC para o *2012 Base case*. Como resultados, constatou-se que as mudanças de área variaram entre menos que 1% a 13%, e que as maiores mudanças ocorreram na categoria de perturbações (que considerou as perturbações existentes de 1955, incluindo exploração florestal, outras indústrias e projetos municipais).

Em relação aos animais silvestres, o estudo ressalta que as métricas para avaliar a movimentação e abundância dos animais silvestres não eram disponíveis para o PIC, e que, portanto, a comparação da mudança entre o PIC e o *2012 Base case* foi baseada na mudança da quantidade de disponibilidade de habitat para as espécies. Sendo assim, foram utilizados os modelos de adequabilidade de habitat para prever a distribuição e as características dos habitats nos dois cenários, para diversas KIRs (como alce, lince-do-canadá, marta-pescadora, castor, urso-negro) e espécies em risco (mariquita-do-canadá, bacurau-norte-americano, mergulhão-de-pescoço-castanho, piui-boreal).

Dentre os resultados, teve-se a constatação de que houve um aumento na quantidade de habitat de alta adequabilidade para a coruja-do-nabal, e uma diminuição na quantidade de habitats de alta adequabilidade para todas as espécies consideradas.

Para os recursos terrestres, o *2012 JME Application case* considerou os efeitos do projeto em combinação com outras ações existentes e aprovadas. Como exemplo, no que diz respeito aos animais silvestres, também foram avaliadas a abundância, o habitat e a movimentação de espécies, de maneira a constatarem que: (i) após a recuperação da área, a magnitude dos efeitos do projeto sobre a abundância de espécies serão insignificantes tanto na área de estudo local como regional, para todas as espécies afetadas consideradas; (ii) durante as etapas de construção e operação do projeto, as consequências ambientais da perda de habitat na área de estudo local são consideradas altas, e baixas até insignificantes na área de estudo regional, assim como na etapa de fechamento, para as espécies selecionadas, com a exceção de algumas em que foi considerada uma moderada consequência ambiental na área de estudo local.

Em relação ao *Planned Development case* atualizado, foi considerado que a abordagem para avaliar os impactos cumulativos levou em consideração os efeitos que se acumulam ou interagem com outras ações. Assim, o estudo apresenta que apenas os impactos

residuais classificados como tendo consequências ambientais baixas, moderadas ou altas no *Application Case* (tanto o inicial quanto o atualizado) foram considerados para a avaliação de impactos cumulativos nesse caso. Ainda, o estudo considera que os impactos residuais classificados como insignificantes indicam que os efeitos do projeto não são distinguíveis das condições do *Base case*, de maneira que não há nenhuma mudança incremental significativa com a inserção do projeto em questão, e assim, não há exigência para uma avaliação de cumulatividade adicional.

Para os dois PDCs foi prevista uma redução de baixa magnitude na capacidade de suporte da área regional para algumas das espécies as KIRs consideradas. Porém, o estudo considera improvável que as alterações se relacionem com mudanças na abundância. Assim, as consequências ambientais sobre a abundância de ursos-negros e alces são consideradas insignificantes.

O PDC também previu o declínio de habitat de alta adequabilidade para algumas espécies, alterando assim a classificação das consequências ambientais previamente avaliadas. Por exemplo, para a mariquita-do-canadá houve uma mudança de baixa consequência ambiental para alta em relação ao habitat disponível. Essas mudanças se pautaram na previsão realizada por meio da simulação de incêndios florestais e extração florestal. O estudo ainda considera que foi adotada uma abordagem mais conservadora, pois o PDC representa um cenário de pior caso, devido a modelagem de adequabilidade de habitat assumir que os distúrbios da construção ocorrem simultaneamente, e que nenhuma atividade de recuperação ocorrerá.

Diante da necessidade de incluir as preocupações de partes interessadas, conforme requerimento do painel, de modo a também contribuir para o processo de avaliação dos impactos cumulativos, destacam-se outras duas adesões no processo de atualização da avaliação ambiental do projeto.

A primeira, diz respeito a adoção de uma abordagem que envolve o modelo ALCES® (*A Landscape Cumulative Effects Simulator*) para simular as perturbações provavelmente previsíveis de incêndios florestais, de atividades de extração de madeira e outros desenvolvimentos industriais na área regional de estudo, considerando para tal um período de 60 anos para o PDC. Sendo assim, o programa ALCES Mapper® foi utilizado para simular a potencial configuração espacial de incêndios e extração de madeira, bem como seus efeitos.

Foram também incorporados dados e informações atualizadas sobre componentes de interesse relacionados à vegetação e animais silvestres nos três cenários, provenientes de

importantes iniciativas como o *Alberta Biodiversity Monitoring Institute* (ABMI), que monitora as mudanças sobre a vida silvestre e seus habitats na região de Alberta; o *Alberta Conservation Management Information System* (ACIMS), caracterizado como um centro de dados que fornece informações e análises sobre espécies, comunidades ecológicas e habitats também localizados na província de Alberta; e o *Fisheries and Wildlife Management Information System* (FWMIS), que fornece um repositório central no qual o governo, indústria e o público podem armazenar e acessar dados provenientes de inventários acerca de espécies de peixes e de animais silvestres.

No ano de 2013, o *Joint Review Panel* publicou o relatório em que dispõe sobre sua análise e conclusões acerca do projeto, dentre as quais destacam-se as relacionadas aos impactos cumulativos.

O painel concluiu que o projeto, em combinação com outros projetos existentes, aprovados e planejados, provavelmente teria impactos cumulativos adversos significativos sobre wetlands, áreas potenciais de plantas tradicionais, rotas migratórias, biodiversidade, dentre outros componentes; e ainda que houve uma ausência de medidas de mitigação que provem ser eficientes em relação a estes efeitos identificados.

Adicionalmente, em relação a previsão dos impactos cumulativos significativos para vários KIRs, o painel determinou que o projeto somente contribui de maneira incremental a alguns desses impactos e que a maioria destes resultam de projetos e distúrbios que existem atualmente ou que foram aprovados para implementação. E que, o *Lower Athabasca Regional Plan* é um mecanismo apropriado para a identificação e gestão regional de impactos cumulativos, visto o propósito de introduzir uma abordagem regional mais integrada, assim como a iniciativa *Joint Canada-Alberta Implementation Plan for Oil Sands Monitoring*, que também poderia auxiliar na promoção de um melhor entendimento acerca dos impactos cumulativos na região.

O painel também conclui sobre a significância dos impactos cumulativos previstos. Como exemplo, o painel considera que os impactos cumulativos sobre florestas pouco perturbadas seriam de alta magnitude, com duração de longo prazo, mas possivelmente reversíveis. Sendo assim, considera que a estimativa de crescimento dos remanescentes é incerta, sendo necessária a adoção de uma abordagem de precaução, considerando assim que há previsão de impactos cumulativos significativos, assim como para as espécies de aves que dependem dessas florestas.

Em relação à perda de habitat para animais silvestres, o painel conclui que não poderia

confiar na avaliação sobre a significância dos efeitos do projeto, bem como os cumulativos, pois a perda de habitat é muita alta para diversas espécies, e que alguns excedem alguns limites críticos propostos na literatura e outros documentos de referência. Sendo assim, o painel considera para sua análise um limite de 20% como limite de perda. Ainda, apresenta uma preocupação em relação à numerosas fontes de erros que podem ter afetado as previsões dos modelos de adequabilidade de habitat. Outras preocupações são também apontadas em relação aos impactos cumulativos sobre outros componentes relacionados à biodiversidade.

(d) Lições aprendidas sobre a prática de AEC:

Em relação ao Termo de referência:

- Apresenta claro requerimento para avaliar os impactos do projeto em combinação com outras atividades e projetos existentes, aprovados, bem como os planejados. Porém, não há informações sobre a inclusão de atividades passadas.
- Apresenta a necessidade de explicar a abordagem e os métodos empregados na AIC, bem como as deficiências e limitações acerca das bases de dados existentes sobre os componentes ambientais.
- Orienta a consideração de diretrizes de iniciativas desenvolvidas em nível regional para a identificação de questões de interesse e componentes ambientais, bem como de participar de programas de monitoramento para medir os impactos cumulativos identificados.
- Orienta a inclusão de cenários de avaliação, considerando outras atividades ou projetos existentes na região de interesse, bem como do passado, além das planejadas, em combinação com o projeto proposto.

Em relação ao Estudo de Impacto Ambiental:

- Considera questões ambientais relevantes da região de estudo, bem como diretrizes regionais, para a seleção dos componentes ambientais.
- Apresenta definição para o termo impacto cumulativo.
- Apresenta análise integrada da avaliação dos efeitos dos projetos em combinação com os efeitos de outras atividades e projetos, por meio da definição de diferentes cenários, com a consideração de um cenário que representa as condições ambientais dos componentes na região antes do desenvolvimento de indústrias.

- Identifica e descreve as atividades do passado, as existentes, bem como as razoavelmente previsíveis no futuro na região de estudo.
- Define uma área de estudo regional para avaliar os efeitos do projeto em contextos geográficos e ecológicos mais amplos.
- Estabelece limites temporais diferentes considerando cada cenário e também as particularidades de cada componente ambiental.
- Apresenta uma análise retrospectiva e prospectiva para a avaliação dos efeitos cumulativos.
- Incorpora dados e informações sobre componentes ambientais provenientes de programas de monitoramento e sistemas de informação colaborativos.
- Utiliza imagens de satélite para caracterização da região.
- Adota modelos de adequabilidade de habitat e análise de viabilidade ambiental para determinadas espécies.

(3) Caso de estudo 3: Keeyask Generation Project

O projeto “Keeyask Generation” consiste em uma usina hidrelétrica de 695 megawatts, bem como suas linhas de transmissão associadas, localizada no baixo do rio Nelson, aproximadamente a 180 km a noroeste da cidade de Thompson, na província de Manitoba. O projeto é desenvolvido e operado pela Keeyask Hydropower Limited, uma parceria entre a corporação Manitoba Hydro e quatro grupos First Nations: Tataskweyak Cree Nation, War Lake First Nation, York Factory First Nation, e Fox Lake Cree Nation. O mesmo consiste de um complexo de usinas, um vertedouro, barragens, diques, estradas de acesso, fontes de empréstimo e infraestruturas de apoio. Um reservatório de 93 km² seria criado a montante das estruturas principais, consistindo na inundação de uma área de aproximadamente 45 km². Uma linha de transmissão será construída e operada pela Manitoba Hydro para fornecer energia para construção do projeto, bem como três novas linhas para transmitir a eletricidade a uma estação conversora existente para uso em Manitoba e mercados de exportação.

(a) Exigências e orientações no Termo de Referência:

O TR do caso de estudo 3 estabelece que o escopo da avaliação deve incluir qualquer impacto ambiental cumulativo que é provável de ocorrer considerando o projeto em questão, em combinação com outros projetos ou atividades que foram ou serão realizadas.

Do mesmo que os casos anteriores, o TR também apresenta um item específico acerca da AIC, no qual é apresentada a necessidade do proponente identificar e avaliar os impactos cumulativos do projeto, que podem resultar se: (i) a implementação do projeto resultar em prováveis impactos ambientais residuais adversos sobre componentes ambientais relevantes após levar em consideração a implementação de medidas de mitigação tecnicamente e economicamente viáveis; e (ii) um provável impacto ambiental residual adverso do projeto poderia ser ampliado ou agravado pelos impactos de quaisquer projetos ou atividades passadas, presentes ou razoavelmente previsíveis no futuro. Além disso, o TR também apresenta uma definição para impacto cumulativo, a constar: impactos ambientais cumulativos são definidos como impactos ambientais de um projeto quando considerados em combinação com os impactos ambientais de outros projetos ou atividades passadas, presentes e as razoavelmente previsíveis no futuro.

Adicionalmente, quando da definição do escopo da AIC, o TR dispõe que devem ser selecionados os componentes ambientais em que são previstos os impactos residuais do projeto, mesmo que estes sejam considerados insignificantes, e ainda indica que os CASs que não serão afetados pelos impactos residuais do projeto podem ser omitidos da AIC. Ainda, o TR dispõe sobre a necessidade de discutir os dados e métodos utilizados, incluindo: (i) uma lista de outros projetos a serem considerados; (ii) uma lista dos impactos ambientais residuais adversos do projeto a serem considerados na avaliação; (iii) os limites temporais e espaciais específicos a esses impactos; e (iv) um mapa representando todas as ações passadas, presentes e futuras que foram consideradas na AIC.

Em relação à AIC propriamente dita, o TR determina que o EIA deve descrever a análise dos impactos cumulativos sobre os CASs ao longo do ciclo de vida do projeto, incluindo a contribuição incremental de todas as atividades e projetos do passado, atuais e propostos, em combinação com o projeto. Ademais, o EIA deve incluir diferentes formas de impactos cumulativos, como os sinérgicos e aditivos, bem como identificar os *pathways* e as tendências relacionadas aos impactos e os CASs.

O TR também explicita que o EIA deve explicar a abordagem e os métodos empregados para identificar e avaliar os impactos cumulativos adversos e fornecer um registro de todas as suposições e análises que deem suporte às conclusões, incluindo o nível de confiança acerca dos dados usados na análise.

De como complementar, o TR indica a consulta de guias de referência para a definição do escopo da avaliação, e ainda que a estrutura geral da avaliação deve compreender a

definição do escopo, a coleta de dados, a análise, a proposição de medidas de mitigação, a determinação da significância dos impactos cumulativos residuais adversos, além da etapa de acompanhamento. Ainda, o EIA deve apresentar uma tabela contendo uma breve descrição dos potenciais impactos cumulativos adversos, bem como um resumo da significância desses impactos; além do programa de monitoramento fornecer informações sobre os impactos e medidas adotadas sobre os direitos dos aborígenes, as quais podem ser utilizadas e/ou dar suporte para futuras avaliações ambientais, incluindo avaliações de impactos cumulativos.

Do mesmo modo que o anterior, não foram identificadas orientações específicas quanto à: (i) necessidade de considerar distúrbios naturais em combinação com atividades humanas; (ii) indicação de componentes ambientais específicos que deveriam ser incluídos nas análises de impactos cumulativos; (iii) delimitação dos limites espaciais baseada na distribuição ou característica de cada um dos CASs; (iv) delimitação de limites temporais; (v) indicação das abordagens e métodos que podem ser empregados; e (vi) definição de *thresholds* para avaliar a significância dos impactos cumulativos.

(b) Critérios para a seleção dos componentes ambientais:

Como critério de seleção dos componentes para a AIC, o caso 3 apresenta que todos os componentes considerados no capítulo de avaliação de efeitos do projeto foram reexaminados, de modo a determinar se eles deveriam ser incluídos na AIC considerando as atividades e projeto do passado, presente e futuro. Sendo assim, os componentes ambientais foram selecionados mediante dois critérios: (i) quando há um efeito adverso do projeto sobre um componente depois da consideração de medidas de mitigação, sob o contexto de atividades e projetos do passado e presente; e (ii) quando o efeito adverso do projeto pode se combinar com os efeitos de um ou mais projetos e atividades do passado, presente e do futuro. Nesse sentido, é apresentada uma tabela com os CASs, considerando os critérios supracitados. Como exemplos de CASs, destacam-se: diversidade ecossistêmica, função de wetland, *intactness*¹⁵, espécies prioritárias (flora), rena, alce, castor, ganso-do-canadá, pato-real, piui-boreal, *rusty blackbird*, bacurau-norte-americano, walleye, peixe branco, esturjão-de-lago e *northern pike*.

¹⁵ *Intactness* é definido no EIA como o grau em que um ecossistema permanece inalterado considerando a remoção de habitat e aumento da fragmentação ocasionado por atividades humanas.

(c) Abordagem metodológica adotada:

O caso 3 estabelece que a AIC tem como propósito avaliar os impactos que são prováveis de resultar do projeto, em combinação com outros projetos e atividades humanas do passado, presente e as que serão implementadas.

Para tal, a AIC tem como foco os CASs que podem ser afetados adversamente pelo projeto – em que há previsão de efeitos residuais, após consideração de medidas de mitigação – e que considera os prováveis efeitos adversos causados por outros projetos e atividades humanas que podem se combinar no tempo e no espaço com os efeitos do projeto. Após a definição das medidas de mitigação para os impactos cumulativos, foi determinada a significância regulatória desses efeitos. O estudo também apresenta que foi realizada uma avaliação pela *Keeyask Cree Nations*, para que os mesmos pudessem compreender melhor os impactos do projeto sobre as comunidades e membros pertencentes a elas.

Sendo assim, primeiramente é apresentado um capítulo onde são avaliados os efeitos adversos do projeto considerando as condições ambientais existentes, considerando as atividades humanas e projetos atuais e do passado. Desse modo, são avaliados os efeitos adversos do projeto em combinação com esses outros projetos e atividades, com a identificação dos componentes ambientais em que há previsão de efeitos residuais.

De modo consequente, há a apresentação de um capítulo para a AIC, que então considera se efeitos residuais adversos do projeto, em combinação com outras atividades ou projetos atuais e do passado, podem se combinar com os efeitos de atividades e projetos do futuro. Quando da constatação de que os CASs serão também afetados por atividades e projetos futuros, os seguintes passos foram conduzidos: (i) determinação da necessidade de medidas de mitigação adicionais e previsão dos efeitos residuais do projeto em combinação com os projetos e atividades identificadas; e, (ii) para cada um dos CASs, foi determinada se a significância regulatória dos efeitos residuais do projeto é alterada quando da combinação dos efeitos de atividades e projetos do futuro.

No que diz respeito à significância regulatória, a mesma é avaliada para os efeitos adversos residuais identificados, por meio de duas etapas. Na primeira, os efeitos sobre cada CAS são avaliados de acordo com os seguintes critérios: direção ou natureza (positivo, neutro ou adverso); magnitude (pequena, média, grande); limites espaciais (pequena, média ou grande extensão geográfica), e limites temporais (curto, médio ou longo prazo). Assim, os efeitos relacionados a todos os CASs foram analisados frente a esses critérios. Os efeitos que não atenderam os critérios para a etapa 2 foram considerados como não significativos para o

propósito desta avaliação regulamentar.

Para serem analisados na segunda etapa, os seguintes critérios foram adotados aos efeitos avaliados: (i) espécie em risco listada como ameaçada ou com preocupação especial pelo *Species at Risk Act*; (ii) extensão geográfica pequena, de grande magnitude e com duração de longo prazo; (iii) média extensão geográfica, de grande magnitude (independentemente da duração) ou média magnitude e com duração de longo prazo; e (iv) grande extensão geográfica e média ou grande magnitude (independentemente da duração).

Sendo assim, os efeitos que contemplaram esses critérios foram analisados no âmbito desses outros critérios: (i) a frequência (pouco frequente, esporádico ou regular/contínuo); (ii) reversibilidade (reversível e irreversível); e (iii) contexto ecológico e social (descreve se um CAS é particularmente sensível à perturbações e tem a capacidade de se adaptar à mudança – sendo assim, o contexto ecológico e social é descrito como baixo, médio ou alto). Desse modo, é determinado se os efeitos adversos do projeto sobre os CASs são significativos para o propósito desta significância regulamentar.

Ainda em relação ao capítulo de AIC, foi também apresentado que foram considerados – além das diretrizes e requisitos do TR – guias de referência para avaliar os impactos cumulativos. E que, a AIC determina em que extensão o projeto pode afetar de maneira adversa determinados componentes ambientais, além de um ponto aceitável, tendo em consideração um conjunto de fatores de estresse sobre esses componentes, incluindo outros projetos e atividades.

São também apresentadas listas dos projetos e atividades do passado, presente e as que são razoavelmente previsíveis de ocorrer no futuro na região do projeto, os quais foram considerados para a determinação do potencial de contribuição na formação de efeitos cumulativos nos componentes ambientais selecionados. Há também uma descrição dos mesmos e a apresentação de mapas de localização, bem como um maior detalhamento dessas atividades e projetos.

A definição dos limites espaciais foi pautada nas particularidades de cada componente, assim como para a delimitação do limite temporal. Para o ambiente aquático, o escopo temporal contemplou condições históricas, em particular como estas se relacionam às condições existentes do componente de interesse. As condições existentes foram geralmente descritas considerando o período de 1997-2006, com a coleta de informações adicionais depois de 2006, quando necessário. Ainda, a avaliação dos efeitos estendeu 30 anos da fase de operação, em que se prevê que as condições no reservatório tenham se estabilizado.

Para o ambiente terrestre, o escopo temporal foi determinado separadamente para cada CAS, considerando, dentre outros fatores, o tempo necessário para que indicadores-chave retornem às condições previamente aos distúrbios. De modo geral, foram consideradas: (i) para as condições históricas, o passado conforme necessário para descrever as condições e tendências pertinentes, sujeitas à disponibilidade de informações históricas relevantes; (ii) para as condições atuais, o período entre 2001 a 2011; e (iii) para as condições futuras, não menos que 100 anos após o início da operação do projeto.

Ainda sob o escopo do ambiente terrestre, é também considerado que a área afetada pelo projeto tem sido substancialmente alterada por hidrelétricas do passado, bem como desenvolvimentos lineares (como linhas de transmissão, rodovias, ferrovias), mineração, exploração florestal, dentre outros agentes de mudança, que ainda permanecem na atualidade. Para a avaliação dos efeitos do projeto, foi realizada uma comparação do status de indicadores com e sem o projeto, com a previsão dos níveis futuros dos indicadores considerando as tendências atuais dos mesmos, mudanças futuras e a combinação dos efeitos do projeto com projetos do passado, presente e razoavelmente previsíveis no futuro.

Como exemplo de aplicação, para a diversidade ecossistêmica¹⁶, foram considerados indicadores relacionados à composição de habitats e tipos de habitats prioritários, com o mapeamento dos mesmos, para a descrição das condições históricas e atuais, possibilitando assim a previsão dos efeitos do projeto, com a posterior avaliação dos efeitos residuais do projeto em combinação com outros projetos futuros.

Em relação aos recursos aquáticos, a análise dos efeitos do projeto com outras atividades e projeto do passado considera que a região em que se localiza o projeto tem sido também alterada substancialmente pela ação de hidrelétricas no passado, bem como as que permanecem atualmente. Para tal, foram utilizados diferentes tipos de métodos como os quantitativos baseados em mudanças na área de habitat para as diferentes espécies e modelos de adequabilidade de habitat; além do uso de *benchmarks* para descrever as condições atuais bem como prever os efeitos do projeto. De acordo com o estudo, considerando outros projetos e atividades do futuro, não houve a necessidade da definição de medidas mitigadoras adicionais para os efeitos cumulativos identificados, nem a alteração da significância regulatória dos efeitos do projeto. Para as espécies de peixes, o estudo apresenta que a análise

¹⁶ A diversidade ecossistêmica é considerada como o número de diferentes tipos de ecossistema e a distribuição de área entre estes.

técnica indicou que não haverá efeitos adversos do projeto sobre as populações de peixes que tenham potencial de se combinar com outras ações futuras.

Como visto acima, o estudo também emprega limites ou *benchmarks* para avaliar os efeitos, ressaltando que há uma falta de limites e padrões geralmente aceitos, dependendo dos CASs, de maneira que foram considerados alguns aspectos para tais propósitos. Por exemplo, foram empregados valores quantitativos ou condições qualitativas propostas na literatura científica ou princípios e recomendações de guias, bem como de políticas provinciais ou federal.

Uma relação dos potenciais efeitos residuais do projeto em combinação com os efeitos de projetos e atividades do passado, presente e futuro, os quais foram considerados no capítulo de AIC, é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11. Síntese dos potenciais impactos cumulativos do projeto, em combinação com outras atividades e projetos, sobre componentes relacionados à biodiversidade considerados no caso de estudo 3.

Componentes ambientais que podem ser afetados pelo projeto	Cenário 1*	Cenário 2**	Síntese dos principais impactos cumulativos
<i>Walleye</i> e peixe branco	✓	-	Perda de habitat para desova durante a fase de construção do projeto; manutenção ou aumento da população da espécie devido ao aumento da quantidade de habitat de forrageamento durante a fase de construção
Esturção-de-lago	✓	-	Perda de habitat para desova durante a fase de construção do projeto, que pode afetar as populações da espécie; e alteração de habitat que pode reduzir a quantidade de habitat apropriado para a desova e para juvenis do ano durante a fase de operação
<i>Northern pike</i>	✓	-	Perda de curto prazo de alguns tipos de habitat durante os primeiros dez a quinze anos de operação
Diversidade ecossistêmica	✓	✓	Perda cumulativa de áreas para todos os tipos de habitats prioritários
Função de wetland	✓	-	Redução da área total e alteração da composição de wetlands
	-	✓	Perda cumulativa de áreas de wetlands de baixa e moderada qualidade
<i>Intactness</i>	✓	-	Redução da densidade linear
	-	✓	Aumento da densidade linear
Espécies vegetais prioritárias	✓	✓	Perda de habitat e alteração das populações

Pato real	✓	-	Perda de habitats para reprodução, diminuição da qualidade de habitats e aumento do risco de mortalidade
	-	✓	Perda ou alteração da área de nidificação e aumento do risco de mortalidade
Ganso-do-canadá	-	✓	Diminuição da qualidade de habitats e aumento do risco de mortalidade
Piui-boreal	✓	-	Perda a longo prazo de habitat para reprodução e distúrbios relacionados aos ruídos da fase de construção
	-	✓	Perda de habitat para reprodução
Bacurau-norte-americano	✓	✓	Perda de habitat para reprodução
<i>Rusty blackbird</i>	✓	-	Perda a longo prazo de habitat para reprodução e distúrbios relacionados aos ruídos da fase de construção
	-	✓	Perda de habitat para reprodução
Rena	✓	✓	Alteração da movimentação da espécie na área, diminuição das populações e alteração na abundância, distribuição e movimentação durante a estação de verão devido a construção e operação do projeto
Alce	✓	✓	Alteração de movimentos e distribuição da espécie, redução da população
Castor	✓	✓	Redução da abundância da espécie nas fases de construção e operação do projeto

*Cenário 1: consideração dos efeitos residuais do projeto em combinação com os efeitos de atividades/projetos do passado e presente.

**Cenário 2: consideração dos efeitos residuais do projeto em combinação com os efeitos de atividades/projetos futuros.

✓ Impacto cumulativo contemplado no cenário (-) Impacto cumulativo não contemplado no cenário

Fonte: Elaborada pela autora com base nas informações apresentadas em Keeyask Hydropower Limited Partnership (2012).

Como uma das conclusões do EIA, é apresentado que nenhum dos efeitos residuais adversos relacionados aos CASs, considerando os efeitos do projeto em combinação com os efeitos de outras atividades e projetos do passado e do presente, excederam o teste regulamentar para a significância. As mesmas conclusões foram mantidas quando da consideração dos efeitos cumulativos do projeto em combinação com os efeitos de projetos do futuro.

De modo complementar ao processo de avaliação ambiental, o proponente apresentou em 2013 o documento *Keeyask Generation Project Cumulative Effects Summary*, no intuito de auxiliar os revisores no entendimento acerca dos efeitos cumulativos, em resposta às questões levantadas por participantes envolvidos no processo de revisão pertencentes à *Clean Environmental Commission* (CEC). Todas as informações e análises apresentadas tiveram

como base os documentos preparados e submetidos ao processo, contemplando as informações complementares requisitadas.

Assim, o estudo reafirma que todos os componentes ambientais em que foram identificados qualquer efeito residual adverso foram avaliados sob a perspectiva de sobreposição dos efeitos do projeto com outros projetos e atividades do futuro, sendo considerados vinte e oito componentes ambientais. Ainda, apresenta uma lista dos projetos e atividades do passado, presente e futuro que foram considerados para cada CAS, com a representação da localização dos mesmos em um mapa. Foi também apresentada uma figura com uma linha do tempo considerando o ano de implementação dos diversos projetos e atividades na região de estudo.

Em relação às espécies *walleye*, peixe branco, *northern pike* e esturjão-de-lago é apresentado um resumo do contexto histórico e atual, os potenciais efeitos do projeto, as medidas de mitigação propostas, a avaliação da significância para os efeitos residuais e a identificação do potencial de interação com outros projetos e atividades futuras, com a conclusão de que não há mudança na avaliação da significância dos efeitos residuais. É apresentado do mesmo modo para os componentes terrestres.

O documento também apresenta soluções colaborativas em relação aos impactos cumulativos de três componentes ambientais, sendo dois relacionados à biodiversidade: esturjão-de-lago, rena. Para o esturjão-de-lago, além dos programas definidos pelo projeto, duas iniciativas são destacadas, no intuito de promover a proteção e recuperação da espécie no baixo Rio Nelson: (i) o *Lower Nelson River Lake Sturgeon Stewardship Committee*; e (ii) o *Manitoba Hydro Lake Sturgeon Stewardship & Enhancement Program*. Já para as renas, o proponente apresenta o desenvolvimento de um processo que permitirá a coordenação das atividades de monitoramento e gestão das renas, por meio de uma abordagem colaborativa com os diversos empreendimentos na região.

O relatório contendo a análise técnica do estudo ambiental pela agência ambiental federal também foi analisado. Em relação à avaliação dos impactos cumulativos, o relatório dispõe que quando a avaliação ambiental identificou um efeito adverso sobre um componente ambiental, tanto pelo projeto quanto por outras atividades e projetos, a AIC determinou se medidas mitigadoras adicionais seriam necessárias para aos impactos cumulativos, com a previsão de efeitos residuais. Ainda ressalta a conclusão do proponente, conforme exposto anteriormente, de que não haverá nenhum impacto cumulativo adverso significativo aos CASs, e que assim, não são necessárias medidas de mitigação adicionais.

Dentre os principais pontos destacados no relatório, ressalta-se a preocupação de grupos aborígenes em relação ao inadequado estabelecimento dos limites temporais e espaciais para a AIC, pela não utilização de uma abordagem mais ampla e regional, que tem como foco os componentes ambientais, de maneira que não foi capturado o conceito de visão de mundo dos grupos afetados. Diversos grupos reportaram que os empreendimentos hidrelétricos têm afetado o sabor dos peixes, devido a contaminação dos mesmos pelo metilmercúrio. Outra preocupação apontada pelos grupos aborígenes foi em relação à necessidade de uma avaliação regional de impactos cumulativos, para avaliar os corredores fluviais, a fragmentação e a perda de habitat por todos os projetos do passado na região, bem como os futuros a serem implantados na área.

A agência ambiental também focou a análise em componentes-chave relacionados à biodiversidade, como as renas, concordando que o projeto não irá afetá-las na área de estudo regional; além de consentir com o desenvolvimento e implementação de um comitê para o monitoramento das populações na região.

Como parecer final, a agência ambiental concorda com a conclusão do EIA de que não haverá nenhum impacto cumulativo significativo considerando a avaliação do proponente, enfatizando a necessidade do desenvolvimento de uma avaliação regional dos impactos cumulativos, com o engajamento das comunidades aborígenes afetadas, visando a adoção de uma abordagem de longo prazo para a gestão dos empreendimentos na bacia hidrográfica do rio Nelson.

Por fim, Noble e Gunn (2013) realizaram uma análise crítica sobre o processo de AIC do caso em questão, tendo como base os elementos de boas práticas discutidos pela literatura. Como pontos positivos, os autores destacam: (i) a consideração do potencial de interação dos efeitos do projeto com projetos do passado, presente e futuro; (ii) identificação de *thresholds* para alguns indicadores dos CAS, apesar de não serem empregados, em sua maioria, para avaliar a significância dos potenciais impactos cumulativos; (iii) reconhecimento da limitação de dados para a análise; e (iv) identificação de tendências e delimitação dos efeitos das ações do passado e presente.

E, como pontos negativos, a ausência: (i) de uma abordagem centrada nos CASs para a determinação dos limites espaciais; (ii) de clareza na definição do limite temporal futuro e inclusão de outros projetos que afetam a mesma área; (iii) da análise de tendências para avaliar de maneira adequada os impactos cumulativos de projetos e atividades futuras; (iv) do uso dos limites identificados para avaliar a significância dos impactos cumulativos de projetos

e atividades futuras, na maioria dos CASs; e (iv) de um plano de gestão dos efeitos que contemple medidas de mitigação adicionais às definidas para os efeitos adversos do projeto. Adicionalmente, os autores enfatizam que não foram realizadas análises adequadas para avaliação dos impactos cumulativos em relação a projetos futuros, de maneira que a determinação da não existência de impactos cumulativos residuais não é convincente, visto que algumas afirmações apresentadas pelo estudo contrapõem essa conclusão.

(d) Lições aprendidas sobre a prática de AIC:

Em relação ao Termo de Referência:

- Apresenta claro requerimento para avaliar os impactos cumulativos do projeto contemplando outras atividades ou projetos.
- Dispõe sobre a necessidade de explicitar os projetos considerados na análise; apresentar uma lista dos efeitos residuais e um mapa representando as ações passadas, presentes e futuras consideradas na análise.
- Dispõe sobre a necessidade de justificar a delimitação dos limites espaciais e temporais.
- Dispõe sobre a necessidade de incluir diferentes formas de impactos cumulativos, além de identificar *pathways* e tendências relacionados aos mesmos.
- Apresenta uma definição para o termo impacto cumulativo.
- Indica a inclusão de guias de referência para a condução do processo de avaliação dos impactos cumulativos.

Em relação ao Estudo de Impacto Ambiental:

- Apresenta definição para o termo impacto cumulativo.
- Apresenta análise integrada dos impactos cumulativos do projeto em combinação com outros projetos e atividades do passado, presente e os que são razoavelmente previsíveis no futuro, com a descrição das condições históricas e atuais dos componentes ambientais de interesse.
- Apresenta lista e descrição das outras atividades e projetos considerados na análise.
- Define um limite espacial e temporal para cada componente ambiental selecionado.
- Utiliza mapas para a caracterização da região e dos diferentes projetos e atividades.
- Apresenta uma análise retrospectiva e prospectiva para a AIC.
- Adota limites e *benchmarks* para avaliar a significância dos impactos cumulativos.

- Adota diferentes tipos de métodos para quantificar os efeitos do projeto em combinação com outras atividades.

(4) Estudo de caso 4: Murray River Coal Project

O projeto da HD Mining International Ltd. teve o propósito de construir, operar e desativar uma mina de carvão subterrânea, localizada a 12.5 km a sudoeste de Tumbler Ridge, na província de British Columbia, além de infraestruturas de apoio que inclui uma carga ferroviária de 5.8 km. A previsão é de produzir seis milhões de toneladas de carvão metalúrgico por ano, com uma estimativa de vida útil da mina em 25 anos.

(a) Exigências e orientações no Termo de Referência:

O TR também estabelece a necessidade de identificar e analisar os impactos cumulativos do projeto, por meio da utilização da abordagem descrita no guia *Operational Policy Statement Addressing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act* (CEAA, 2015), com sua apresentação em uma seção separada do estudo ambiental.

Ainda, apresenta uma definição para impactos cumulativos, os quais são considerados como mudanças no ambiente causadas pelo projeto em combinação com a existência de outras atividades do passado, presente e as que são razoavelmente previsíveis no futuro. De modo complementar, o TR apresenta que os impactos cumulativos podem resultar se: (i) a implementação do projeto em questão pode causar impactos residuais adversos sobre os componentes ambientais, levando em consideração a aplicação de medidas de mitigação que são viáveis tecnicamente e economicamente; e/ou (ii) os mesmos componentes ambientais podem ser afetados por outras atividades do passado, do presente ou as que são razoavelmente previsíveis no futuro.

Há ainda a necessidade de descrever a análise dos impactos cumulativos totais sobre um componente ambiental, considerando o ciclo de vida do projeto, incluindo a contribuição incremental de todas as atividades existentes e propostas, além do projeto em questão. Do mesmo modo, o EIA deverá incluir diferentes formas de impactos, como sinérgicos, aditivos, induzidos, espaciais ou temporais; além de identificar *pathways* e tendências relacionados aos impactos cumulativos.

O TR ainda determina que deve ser apresentada uma discussão narrativa dos projetos existentes nas proximidades do projeto proposto, considerando quaisquer estudos existentes

sobre as mudanças no ambiente ocasionadas pelos projetos, além da implementação de medidas de mitigação e programas de monitoramento e acompanhamento à longo prazo. A efetividade das medidas de mitigação implementadas, e os resultados principais dos programas de monitoramento e acompanhamento, também devem ser descritos.

Além disso, a discussão narrativa deverá incluir dados históricos, quando disponíveis e aplicáveis, para auxiliar o entendimento das partes interessadas sobre os potenciais impactos do projeto e como eles podem ser abordados. Adicionalmente, o TR apresenta que a AIC pode considerar os resultados de qualquer estudo relevante conduzido por um comitê estabelecido sob as seções 73 ou 74 da CEAA, 2012, que dizem respeito à realização de estudos regionais sobre os impactos de atividades existentes ou futuras em uma determinada região. O TR também determina a necessidade de apresentar um quadro resumindo os impactos cumulativos.

Do mesmo que os casos anteriores, não foi observada: (i) a necessidade de considerar distúrbios naturais na análise dos impactos; (ii) a indicação de componentes ambientais específicos; (iii) orientações acerca do estabelecimento dos limites temporais e espaciais para as análises; (iv) a indicação de métodos específicos para a análise dos impactos; bem como para (iv) a definição de *thresholds*.

(b) Critérios para a seleção dos componentes ambientais:

Em relação aos critérios empregados para a seleção dos componentes, o caso 4 considerou explicitamente os componentes ambientais nos quais houve previsão de efeitos residuais provenientes do projeto, após a consideração de medidas de mitigação. Como destaque, foi utilizado o *Guideline for the Selection of Valued Components and Assessment of Potential Effects* (BC EAO, 2013), que apresenta as melhores práticas para a seleção de componentes ambientais para as avaliações ambientais. Ainda, o guia fornece diretrizes sobre a necessidade da avaliação de impactos cumulativos.

(c) Abordagem metodológica adotada:

O caso de estudo 4 também apresenta a avaliação de impactos cumulativos integrada à avaliação do projeto, com um capítulo específico de AIC que sintetiza os resultados obtidos. O estudo apresenta uma definição para impactos cumulativos, os quais são considerados como aqueles que resultam de um efeito relacionado ao projeto que interage com os efeitos de outras ações humanas, produzindo um efeito combinado.

O procedimento para avaliar os impactos cumulativos constituiu-se das mesmas etapas da avaliação de efeitos do projeto, a constar: 1) a definição do escopo e a identificação de potenciais efeitos; 2) a descrição dos potenciais efeitos e medidas de mitigação, com a subsequente identificação dos impactos cumulativos residuais; e 3) a caracterização dos impactos cumulativos residuais e a significância dos mesmos.

É também apontado que devido ao escopo mais amplo e às incertezas inerentes ao processo de AIC (como a limitação de dados associados às ações humanas, em especial, às futuras), há uma maior dependência de métodos qualitativos e julgamento profissional.

O estudo também apresenta uma listagem das ações humanas consideradas na AIC, contemplando as que ocorreram no passado (entre 1941 a 1975) e as que são do presente (2005 a 2016/desconhecido). Foram também consideradas ações do futuro, com a seleção das que são certas de ocorrer (a partir de 2013), as que são razoavelmente previsíveis (que estavam em algum estágio do processo de licenciamento, a partir de 2014) e as que são hipotéticas (que são conjecturais, mas prováveis de ocorrer em um período desconhecido). Foi também apresentada uma breve descrição de cada uma das ações consideradas, e um mapa com as localizações das mesmas, bem como um cronograma de implementação.

Para a definição do escopo da AIC, foi considerado que os efeitos residuais do projeto devem ser avaliados levando em consideração os efeitos de outras atividades que foram e que serão realizadas na região de estudo. Dessa maneira, somente os efeitos residuais do projeto foram considerados na AIC.

A definição dos limites espaciais foi determinada individualmente, compreendendo a área na qual cada CAS é afetado pelos efeitos do projeto em combinação com outras ações (passado, presente e futuro) que podem também afetá-los. Sendo assim, para algumas categorias de componentes ambientais, os limites espaciais correspondem a área de estudo regional, definida como a área em que são esperados os efeitos diretos e indiretos do projeto. Para outras categorias, são definidos limites espaciais mais amplos que contemple toda a área utilizada pelo CAS.

O estabelecimento dos limites temporais foi além das fases do projeto, contemplando um período anterior à implementação de grandes ações na região, e se estendendo no futuro. Sendo assim, os seguintes períodos temporais foram estabelecidos para a AIC:

- Passado: de 1940 a 2010 (para consideração das atividades iniciais – não aborígenes – na região até o início dos estudos de base do projeto).
- Presente: de 2010 a 2014 (abrange o período de início dos estudos de base até a

conclusão da avaliação ambiental do projeto).

- Futuro: variou de acordo com cada avaliação, dependendo do tempo estimado para um CAS se recuperar.

Finalizando a etapa de escopo, a identificação dos impactos cumulativos teve como base a análise da interação entre os potenciais efeitos residuais do projeto em combinação com os efeitos residuais de outras atividades e projetos sobre os CASs. Para tal, foi elaborada uma matriz de impacto que relaciona o potencial dos efeitos interagirem cumulativamente em um determinado CAS (como apresentado na Figura 13). Somente os potenciais efeitos adversos classificados como moderados ou principal, antes da aplicação de medidas de mitigação, foram considerados na AIC.

Figura 13. Matriz de impacto genérica para a identificação dos potenciais impactos cumulativos do projeto.

Murray River Coal Project Residual Effect	Potential for Cumulative Effect with Other Human Actions						
	Human Action 1	Human Action 2	Human Action 3	Human Action 4	Human Action 5	Human Action 6	Human Action 7
Residual Effect 1	L	L	O	L	M	-	-
Residual Effect 2	H	-	M	H	-	M	-
Residual Effect 3	-	H	H	H	M	M	-
Residual Effect 4	-	M	M	M	-	-	-
Residual Effect 5	L	L	-	L	-	-	-
Residual Effect 6	M	-	M	M	-	M	-
Residual Effect 7	L	L	-	L	-	-	-
Residual Effect 8	-	-	-	-	-	-	-

Notes:

(-) No spatial or temporal overlap.

O Spatial and temporal overlap, but no interaction is anticipated, no further consideration warranted.

L Negligible to minor adverse effect expected; implementation of best practices, standard mitigation and management measures; no monitoring required, no further consideration warranted.

M Potential moderate adverse effect requiring unique active management/monitoring/mitigation; warrants further consideration.

H Key interaction resulting in potential significant major adverse effect or significant concern; warrants further consideration.

Fonte: HD Mining International Ltd. (2014, Federal CEA, p. 21-4).

Considerando os impactos selecionados de acordo com os critérios estabelecidos, seguiu-se para a etapa de descrição dos potenciais impactos cumulativos e definição de medidas de mitigação, que considerou o melhor julgamento profissional quando da ausência de dados. Após a descrição de cada potencial impacto, foram identificadas, se necessárias, medidas de mitigação adicionais. O uso de técnicas quantitativas, semi-quantitativas e qualitativas foram indicadas para avaliar os resultados esperados com a aplicação das medidas

de mitigação.

Como última etapa, somente os impactos cumulativos residuais previstos, após a consideração de medidas de mitigação, foram caracterizados utilizando os mesmos critérios empregados para avaliar os efeitos residuais do projeto, que inclui a definição da magnitude, extensão geográfica, duração, frequência, entre outros. Ainda, são avaliadas a significância, probabilidade de ocorrência e o nível de confiança¹⁷.

Para um melhor entendimento do processo, considerou-se a avaliação dos potenciais impactos cumulativos sobre os componentes ambientais relacionados aos animais silvestres. Assim, foram considerados como componentes o alce, a marta-pescadora e o urso-cinzento, nos quais houve a previsão dos seguintes efeitos residuais do projeto: alteração e perda de habitat (alce e marta-pescadora) e perturbação do deslocamento dos indivíduos (para os três componentes).

O estudo considerou que os impactos cumulativos sobre os CAS relacionados aos animais silvestres podem ocorrer por meio dos seguintes caminhos:

- *Nibbling loss*: relacionado à perturbação gradual e perda de habitat, ocasionada pela remoção de habitat na paisagem.
- Acumulação espacial e temporal: relacionada a acumulação de impactos em um período de tempo e espaço muito curto, de maneira que um limite é excedido e o ambiente não tem capacidade de recuperar suas condições de pré-perturbação, como por exemplo quando ocorre a fragmentação de habitat.
- Sinérgico: relacionado a combinação de impactos diferentes que coletivamente resultam em um efeito maior.
- Aditivo: relacionado a combinação de impactos de mesma natureza de múltiplas fontes diferentes.

A definição do limite espacial para esses componentes se pautou na área de estudo regional, que abrange a área em que os efeitos do projeto podem interagir com os efeitos residuais de outras atividades e ações do passado, presente e as que são razoavelmente previsíveis no futuro, a qual se estende em média 25-30 km a partir do local do projeto.

Primeiramente, foi realizada uma análise da interação entre os potenciais efeitos residuais do projeto com os efeitos residuais de outros projetos e atividades sobre os CASs,

¹⁷ A definição do nível de confiança teve como base a consideração da incerteza científica relacionada à compreensão dos efeitos residuais.

com a apresentação de uma matriz (conforme exemplo da Figura 12) que ilustra o potencial dessa combinação dos efeitos do projeto com outros projetos do passado, presente e futuro.

A descrição dos potenciais impactos cumulativos sobre a perda de habitat foi pautada no uso de SIG para modelar as áreas de vegetação e de habitat para as espécies que foram perdidas devido às perturbações das diversas atividades e projetos. Sendo assim, foram também utilizados modelos de adequabilidade de habitat para os CASs, com a geração de mapas de habitat que ocorreriam no presente sem a existência de atividades industriais e outras atividades humanas. A perturbação ao deslocamento das espécies de habitat foi avaliada considerando o cálculo da área de habitat de alta qualidade perdida e alterada devido a projetos passados, bem como ao próprio projeto em questão avaliado, além de outros.

Como conclusão, considerou-se que o impacto cumulativo relacionado à perda e alteração de habitat para populações de alces é de magnitude baixa, devido a uma quantidade relativamente pequena de perda cumulativa de habitat, considerando todos os projetos e atividades, e pelo fato de que várias formas de alteração do habitat são benéficas para as populações de alces. Desse modo, o impacto cumulativo de perda e alteração de habitat para alces foi avaliado como não significativo. Todavia, o estudo ressalta que o nível de confiança é médio, devido às incertezas relacionadas na previsão de cenários futuros, como também sobre o status atual da população de alces.

Em relação a alteração do deslocamento de alces, considerou-se um impacto de baixa magnitude após a consideração de medidas de mitigação. Assim, considerando que a resiliência de populações de alces à habitats fragmentados e alterados é relativamente alta, esse impacto também é considerado como não significativo. A probabilidade de ocorrência da redução do deslocamento de alces ao longo do rio é média, considerando que os mesmos evitam atravessar áreas abertas em que há atividades humanas.

Foi também considerado o potencial de alteração do deslocamento de ursos-cinzentos ao longo do rio Murray, contemplado todas as atividades e projetos selecionados para a análise que podem agir como barreiras, reduzindo a conectividade de habitats utilizados pelos ursos. Devido à alta proporção de perda e alteração de habitat pelas atividades, a magnitude do impacto cumulativo foi considerada média.

Apesar de constatar que a resiliência das populações de ursos cinzentos é geralmente baixa, que os mesmos têm baixas taxas de reprodução e que há incertezas relacionadas ao status das populações na região, o impacto cumulativo foi avaliado como não significativo. A probabilidade de ocorrência desse impacto foi considerada alta e o nível de confiança médio,

devido à ausência de dados sobre o uso das áreas na região como um corredor para o deslocamento dos ursos.

Ao final da avaliação, foram apresentadas as medidas de mitigação para os impactos cumulativos sobre o urso-cinzento e alce.

Em análise do relatório da agência federal sobre a avaliação ambiental realizada para o projeto, a mesma considera que a extensão dos potenciais efeitos do projeto em combinação com outras atividades pode se sobrepor, de maneira a ocasionar prováveis impactos cumulativos. Apesar de não apresentar maiores disposições sobre o processo de AIC sobre os componentes elucidados anteriormente, o relatório destaca outros componentes nos quais o proponente deveria ter previsto o potencial de efeito residual do projeto, e assim, conduzir uma AIC sobre esses componentes.

Nesse sentido, a agência considera que deveria ter sido realizada uma AIC sobre aves migratórias, pois o projeto tem o potencial de causar efeitos adversos residuais sobre as seguintes espécies: piui-boreal, mariquita-do-canadá, *rusty blackbird* e bacurau-norte-americano; após a consideração de medidas de mitigação. Entretanto, a agência também considera que o projeto provavelmente não causaria impactos cumulativos adversos significativos sobre as aves migratórias.

De modo complementar, a agência discorda da conclusão do proponente de que os efeitos residuais sobre renas não são prováveis de ocorrer porque eles atualmente ocupam habitats de altas altitudes. Grupos aborígenes identificaram e enfatizaram a importância de habitats não utilizados pelas renas, como de baixa altitude, para a recuperação das populações dessas espécies. A *Recovery Strategy for the Woodland Caribou, Boreal population in Canada* também destaca essa afirmação. Assim, a agência conclui que o impacto cumulativo residual sobre as renas, considerando os efeitos do projeto em combinação com outras atividades, pode ser considerado significativo.

Para os outros impactos cumulativos residuais relacionados aos outros CASs, a agência conclui que não serão significativos.

(d) Lições aprendidas sobre a prática de AIC:

Em relação ao Termo de Referência:

- Apresenta claro requerimento sobre a necessidade de identificar e analisar os impactos cumulativos do projeto em combinação com outras atividades e projetos, considerando a abordagem apresentada em um guia de referência canadense sobre a AIC.

- Apresenta definição para o termo impacto cumulativo.
- Dispõe sobre a necessidade de apresentar a avaliação dos impactos cumulativos em uma seção separada no estudo ambiental.
- Dispõe sobre a inclusão de diferentes formas de impactos cumulativos, bem como os *pathways* e tendências relacionados aos mesmos.
- Considera a necessidade de incluir uma discussão narrativa de dados históricos, visando auxiliar no entendimento de partes interessadas acerca dos impactos do projeto.

Em relação ao Estudo de Impacto Ambiental:

- Apresenta uma definição de impactos cumulativos.
- Considera o potencial de combinação dos efeitos residuais de atividades e projetos do passado, presente e futuro com os efeitos residuais do projeto.
- Considera os diferentes *pathways* envolvidos na formação de impactos cumulativos.
- Estabelece os limites espaciais tendo como base os componentes ambientais selecionados.
- Explicita os limites temporais do passado, do presente e do futuro.
- Estabelece o limite temporal futuro considerando a duração de outros projetos e atividades, além do ciclo de vida do projeto, para cada componente ambiental selecionado.
- Apresenta lista e descrição das atividades do passado, presente e futuro que foram consideradas na análise, bem como um cronograma relacionada à elas.
- Classifica as atividades e projetos do futuro em: certas de ocorrer, razoavelmente previsíveis e hipotéticas.
- Apresenta uma análise retrospectiva e prospectiva para a avaliação dos impactos cumulativos.
- Apresenta um mapa de localização das atividades consideradas na análise.
- Adota modelos de adequabilidade de habitat para os componentes ambientais selecionados, bem como cálculos para avaliar a perturbação ao deslocamento de determinadas espécies.

Diante do apresentado, a análise dos quatro casos de estudo canadenses proporcionou um melhor entendimento acerca das abordagens utilizadas nos estudos ambientais para a AIC

sobre componentes ambientais relacionados à biodiversidade, de maneira que as lições aprendidas foram destacadas no intuito de serem refletidas na construção do quadro de referência, a fim de promover a integração da AIC para a biodiversidade na AIA de projetos, considerando o contexto do estado de São Paulo, o qual é apresentado no capítulo a seguir.

8. PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO PROCESSO DE AIA

Neste capítulo são apresentadas diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte que podem promover a integração do processo de AIC para a biodiversidade no processo de AIA, tendo como base os resultados e discussões dos capítulos anteriores, e considerando o contexto do estado de São Paulo. Ressalta-se que as diretrizes e iniciativas podem ser adaptadas a outras tipologias e contextos, e que podem ser aplicadas a outros componentes ambientais, além dos relacionados à biodiversidade.

Para tal propósito, teve-se como base os principais tipos de barreiras relacionadas à AIC em nível de projeto discutidas por Piper (2001) – conscientização, responsabilidade, recursos e processo –, possibilitando assim elencar quatro oportunidades para a integração da AIC no processo de AIA, com a apresentação e discussão de diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte que podem ser associadas ao cenário em questão, dando origem a um quadro de referência (Figura 14).

As discussões também foram pautadas em outros desafios e oportunidades destacadas pela literatura (conforme item 3.4) relacionadas à prática da AIC em nível de projeto em outros países. Em especial, essa discussão foi enriquecida com os resultados e discussões da pesquisa de Dibo, Noble e Sánchez (2018), que explorou as perspectivas e experiências de profissionais canadenses em avaliação de impacto acerca de opções ou *drivers of change* para a melhoria da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade em nível de projeto. Nesse sentido, foram analisados os desafios e oportunidades atuais relacionadas: (i) ao processo de AIC para a biodiversidade na avaliação de impacto; (ii) às responsabilidades envolvidas na condução de tarefas pertinentes à AIC; e (iii) aos recursos que podem apoiar e promover as boas práticas da AIC para a biodiversidade.

De modo complementar, foram incorporadas as sugestões de quatro especialistas em AIA, sendo cada um afiliado ao órgão ambiental federal (IBAMA), ao órgão ambiental estadual (CETESB), à universidade e à empresa de consultoria ambiental. Os mesmos opinaram sobre o quadro de referência proposto, contribuindo para a elaboração da versão final aqui apresentada.

Figura 14. Quadro de referência para a integração da AIC para a biodiversidade no processo de AIA.

8.1. Oportunidade I: Reconhecimento da necessidade da AIC no processo de AIA

Conforme explicitado em capítulos anteriores, a Resolução CONAMA n° 01/1986 estabelece a necessidade de discriminar as propriedades cumulativas e sinérgicas na análise dos impactos ambientais durante a elaboração de um EIA. Ainda, observou-se em outros requerimentos legais a necessidade da consideração de impactos cumulativos no processo de licenciamento ambientais de diversos projetos. Especificamente para o setor sucroenergético no estado de São Paulo, a Resolução SMA n° 88/2008 considera a necessidade da adequada avaliação dos impactos ambientais associados à atividade canavieira, inclusive os impactos cumulativos, além da Resolução SMA n° 121/2010.

Todavia, a abordagem empregada nas resoluções é pontual, de projeto a projeto, considerando apenas o potencial de cumulatividade e sinergia dos impactos de um empreendimento, sem explicitar a necessidade de contemplar os impactos de outras atividades que podem se combinar com os impactos do projeto que está sendo licenciado, e assim afetar as condições dos mesmos componentes ambientais de interesse – conforme preconizado pelas boas práticas internacionais em AIC.

Ademais, destaca-se que o guia procedimental desenvolvido pela CETESB, o “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental”, determina que, quando aplicável, deve ser realizada a avaliação da cumulatividade e sinergia de impactos considerando os empreendimentos existentes na região. Porém, não são especificados quais critérios ou fatores são empregados para determinar a necessidade da avaliação desses impactos, nem como conduzir a mesma quando constatada sua necessidade.

Nesse sentido, recomenda-se que a AIC seja integrada ao processo de AIA de projetos submetidos ao licenciamento ambiental que tenham impactos significativos ou irreversíveis sob condições futuras de um ou mais componentes ambientais relacionados à biodiversidade, considerando o potencial de acumulação no tempo e no espaço, bem como o potencial de contribuição de outros empreendimentos em uma mesma região. Assim, indica-se que a análise não seja restrita somente aos empreendimentos existentes na região, mas que haja a inclusão de outras atividades e projetos que ocorreram no passado e os que são razoavelmente previsíveis no futuro que podem também afetar os mesmos componentes ambientais de interesse.

É também evidenciado na literatura sobre a necessidade da AIC quando da concentração de uma série de empreendimentos de mesma tipologia, existentes e/ou em

planejamento, que podem impactar componentes ambientais de interesse, de maneira a ser um fator relevante a ser contemplado quando da determinação da necessidade da AIC. Como exemplo, destaca-se diversas atividades de mineração em uma dada área que podem comprometer a fauna e flora local, a disponibilidade e a qualidade da água, bem como as comunidades locais. Ainda, uma série de empreendimentos agrícolas, como a concentração de áreas de cultivo de cana-de-açúcar em uma região, também tem o potencial de afetar de maneira cumulativa determinados componentes ambientais (IFC, 2013). Em resumo, o ponto chave para a determinação da necessidade da AIC é o potencial de um ou mais componentes ambientais serem cumulativamente impactados por empreendimentos de mesma ou de diferente natureza.

Em relação à ausência de orientações para a AIC, Masden et al. (2010) apontam que a falta de uma definição apropriada para os impactos cumulativos, bem como orientações de métodos para a avaliação, cria um ambiente regulatório incerto para os profissionais envolvidos no processo de AIA. Piper (2001) também apresenta que a indisponibilidade de diretrizes ou abordagens recomendadas é uma significativa barreira para a implementação da AIC, impossibilitando que os requisitos da legislação sejam cumpridos de modo satisfatório, com uma variedade de abordagens sendo adotadas, as quais podem não refletir os elementos de boas práticas relacionados à AIC.

Diante da necessidade de documentos de orientação que guiem a condução da AIC, Duinker et al. (2013) discutem que os mesmos devem incluir: (i) um melhor detalhamento de como os impactos se tornam cumulativos; (ii) uma maior especificação do que são projetos e atividades razoavelmente previsíveis, as quais devem ser incluídas na avaliação; (iii) uma atualização dos métodos analíticos que podem ser usados para avaliar os impactos cumulativos, como as análises espaciais e modelagem; (iv) uma maior discussão acerca das incertezas envolvendo a delimitação de limites que devem ser estabelecidos para a avaliação da significância dos impactos cumulativos; e (v) a necessidade de compartilhar os resultados de outras AIC, de modo que auxilie futuras avaliações.

Considerando o cenário atual da necessidade de compreender os fundamentos e etapas da AIC para sua inclusão na elaboração de um estudo de impacto ambiental, é imprescindível o desenvolvimento de um guia técnico de boas práticas, o qual pode ser conduzido pelo órgão ambiental em colaboração com especialistas em AIA. Recomenda-se que esse guia contemple: (i) uma definição para o termo impacto cumulativo; (ii) a descrição das etapas do processo de AIC e dos elementos a serem considerados, orientado como a avaliação deve ser

realizada; (iii) uma apresentação de casos de estudos internacionais que avaliaram impactos cumulativos, com exemplos de componentes ambientais selecionados, principalmente os relacionados à biodiversidade, e com destaque para as lições aprendidas que podem ser adotadas; (iv) indicação de métodos e ferramentas que podem auxiliar a AIC, bem como de indicadores que podem ser empregados para analisar as tendências dos componentes ambientais, com exemplos de aplicação para componentes ambientais selecionados.

A indicação de consulta a guias de boas práticas de AIC elaborados e disseminados no contexto internacional também pode ser uma orientação estabelecida no guia técnico, visando facilitar o entendimento do processo. Como exemplos de guias desenvolvidos, destacam-se os apresentados no Quadro 12.

Quadro 12. Guias de boas práticas para a AIC disponíveis no contexto internacional.

Ano	País/Instituição	Guia	Referência
1997	Estados Unidos	<i>Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act</i>	CEQ, 1997
1999	Estados Unidos	<i>Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents</i>	EPA, 1999
1999	Canadá	<i>Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide</i>	Hegmann et al., 1999
1999	Comissão Europeia	<i>Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions</i>	EC, 1999
2004	África do Sul	<i>Cumulative Effects Assessment, Integrated Environmental Management</i>	DEAT, 2004
2005	Estados Unidos	<i>Guidance on the Consideration of Past Actions in Cumulative Effects Analysis</i>	CEQ, 2005
2012	Estados Unidos	<i>Guidance on Cumulative Effects Analysis in Environmental Assessments and Environmental Impact Statements</i>	NOAA, 2012
2013	Corporação Financeira Internacional	<i>Good Practice Handbook: Cumulative Impact Assessment and Management, Guidance for the Private Sector in Emerging Markets</i>	IFC, 2013
2014	Canadá	<i>Technical Guidance for Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012</i>	CEAA, 2014
2015	Canadá	<i>Operational Policy Statement: Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012</i>	CEAA, 2015

Fonte: Elaborada pela autora.

Sendo assim, o fornecimento de um guia técnico de boas práticas, que auxilie tanto as empresas de consultoria na elaboração do EIA, quanto à agência ambiental na definição de diretrizes nos Termos de Referência e análise técnica do EIA, possibilitará uma melhor orientação do que deve ser considerado e como deve ser conduzida a AIC, contribuindo para uma avaliação mais precisa e consistente acerca dos potenciais impactos cumulativos de um projeto em combinação com outras atividades e projetos (MA; BECKER; KILGORE, 2012).

8.2. Oportunidade II: O processo de condução da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade

(1) Inclusão da AIC sobre a biodiversidade nos Termos de Referência

Conforme visto no item 6.2, a amostra de TRs emitidos para a elaboração dos EIAs de projetos do setor sucroenergético paulista não apresentam nenhuma exigência e orientação para a AIC sobre componentes relacionados à biodiversidade, de modo que não há diretrizes específicas em concordância com as boas práticas internacionais, nem há similaridade com o observado nos casos de estudo canadenses.

A necessidade de incluir considerações acerca da AIC nos TRs é uma questão recorrente discutida pela literatura internacional. Canter e Ross (2010) apresentam que os TRs devem ser mais específicos, fornecendo as direções necessárias para a AIC.

De acordo com Baxter, Ross e Spaling (2001), a definição do escopo e conteúdo para avaliar os impactos cumulativos devem ser delineadas nos TRs, de modo a reduzir a lacuna entre a teoria e a prática de AIC. Os autores também destacam que as avaliações conduzidas podem e devem fornecer informações adicionais às exigidas nos termos de referência, e que os documentos podem ser elaborados em consulta com partes afetadas, bem como com especialistas, orientando assim uma melhor qualidade das futuras avaliações.

De modo complementar, os autores citam um caso canadense em que foi elaborado um TR específico para a AIC, que considerou a teoria de boa prática para a AIC, contemplando cada etapa do processo com a inserção do contexto do projeto, as atividades específicas e as informações necessárias, como por exemplo para: (i) identificar todas as atividades humanas na área de interesse; (ii) caracterizar potenciais impactos cumulativos; (iii) identificar os componentes que poderiam ser afetados pelos impactos cumulativos discutidos; e (iv) desenvolver uma estratégia para analisar potenciais problemas.

No mesmo âmbito, Noble, Liu e Hackett (2016) ressaltam a necessidade de uma maior consistência no estabelecimento dos TRs elaborados para projetos localizados em uma mesma região, como também a identificação de diversos componentes ambientais ou indicadores que devem ser avaliados e monitorados por todos os proponentes dos diferentes projetos. Dessa maneira, tem-se o propósito de propiciar uma maior consistência e comparabilidade de dados sobre os CASs, facilitando a avaliação dos mesmos ao longo do tempo. Além disso, os autores destacam que os TRs podem fornecer diretrizes sobre os tipos de questões relacionadas aos impactos cumulativos que devem ser incluídas tanto na avaliação quanto no estabelecimento dos programas de monitoramento.

Por fim, Dibo, Noble e Sánchez (2018) elencam opções (requisitos e orientações) que poderiam ser incluídas e especificadas nos TRs, de modo a orientar os proponentes e consultores acerca da consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade, promovendo a prática da AIC em nível de projeto. Tendo como base a opinião de especialistas canadenses em AIA, as opções consideradas mais viáveis ou mais importantes para serem incluídas nos TRs foram:

- (1) identificar explicitamente os critérios que devem ser adotados para a seleção dos componentes ambientais relacionados à biodiversidade;
- (2) fornecer direções sobre a extensão dos limites temporais para a análise;
- (3) incluir exigência para que todos os dados da avaliação estejam disponíveis para o acesso público, bem como o formato em que devem ser disponibilizados;
- (4) conter uma exigência específica para que os limites espaciais para a AIC sejam definidos com base na distribuição de todas as outras fontes que podem afetar os componentes ambientais relacionados à biodiversidade.

Considerando o exposto, bem com as discussões apresentadas nos capítulos anteriores, propõem-se diretrizes para a elaboração de requisitos relacionados à AIC nos TRs, principalmente para componentes ambientais relacionados à biodiversidade, conforme podem ser observadas no quadro de referência (Figura 14).

(2) Inclusão da AIC sobre a biodiversidade nos estudos de impacto ambiental

Em relação à realização da AIC sobre a biodiversidade durante a elaboração do EIA, recomenda-se que o proponente/empresa de consultoria apresente uma proposta ao órgão ambiental, para a condução dessa avaliação sobre CASs relacionados à biodiversidade, contemplando as diretrizes estabelecidas no TR, bem como outros elementos, conforme apresentado na Figura 14. Essa proposta poderia ser apresentada antes de iniciar a elaboração do EIA. De modo consequente, recomenda-se que esta proposta seja discutida e delimitada com ajuda de reuniões técnicas entre membros do órgão ambiental e da empresa de consultoria, com a participação de especialistas de áreas relevantes, conforme é discutido na Oportunidade III (item 8.3).

Outra questão importante diz respeito a como a AIC deveria ser apresentada no EIA. Apesar das críticas relacionadas (DUINKER; GREIG, 2006; DIBO; NOBLE; SÁNCHEZ, 2018), sugere-se que para o atual cenário em questão, a AIC seja conduzida e apresentada em um capítulo separado do EIA, levando em consideração o diagnóstico construído para a

avaliação dos impactos do projeto – com a complementação das informações necessárias e pertinentes à AIC, como a inclusão de outras atividades que afetam os CAS e informações para a análise de tendências desses componentes. Destaca-se que a forma de integração da avaliação é uma questão que deve ser amplamente discutida, a qual também poderá ser foco de discussão nas reuniões técnicas para a delimitação da avaliação que será conduzida.

A seguir, são discutidos os elementos que devem ser contemplados para a AIC no EIA, bem como as diretrizes relacionadas a cada um, as quais são sintetizadas no quadro de referência (Figura 14).

Para a condução da AIC, é necessário focar em questões-chaves e, assim, determinar o que deve ser incluído para avaliar os potenciais impactos cumulativos (BAXTER; ROSS; SPALING, 2001; NOBLE, 2015b). Nesse sentido, algumas diretrizes, como no contexto canadense, estabelecem que deve haver: (i) a identificação dos componentes ambientais em que há previsão de impactos residuais de um projeto; (ii) a delimitação dos limites temporais e espaciais que serão adotados para cada CAS; e (iii) a consideração dos impactos de outras atividades sobre os CASs (CEAA, 2015).

Primeiramente, um componente ambiental pode ser definido como um componente do ambiente natural e humano que é considerado importante do ponto de vista científico, ecológico, econômico, social, cultural, dentre outros, por um proponente, público, grupos de interesse, especialistas de diversas áreas, como também por agências governamentais (BC EAO, 2013). No Canadá, o termo (*valued component* ou *valued environmental component*) é estabelecido tanto para os componentes analisados sob a perspectiva dos impactos de um projeto, quanto para os componentes que são considerados na AIC.

Em relação ao processo de seleção dos componentes ambientais para a AIC, Olagunju e Gunn (2013, 2015) e Noble, Liu e Hackett (2016) discutem que a prática no Canadá segue a recomendação de considerar os impactos residuais para a seleção dos desses componentes que serão analisados na AIC.

Baxter, Ross e Spaling (2001) propõem um método para a seleção dos componentes ambientais para a AIC, que considera os componentes ambientais identificados e analisados sob a perspectiva dos impactos de um projeto, com a consequente seleção dos componentes que são prováveis de serem afetados por impactos cumulativos, levando em consideração a identificação de outras atividades e distúrbios associados que podem afetar os mesmos componentes, ou então questões jurisdicionais e legislação sobreposta, bem como quaisquer sensibilidades ambientais identificadas em relação a cada componente.

De modo similar, Olagunju e Gunn (2013) fornecem uma conceituação heurística do processo de seleção de componentes ambientais para a AIC, tendo como base a análise de EIAs e entrevistas realizadas com participantes envolvidos nos casos selecionados. Sendo assim, os autores discutem dois possíveis caminhos para tal propósito. O caminho 1 tem como foco a inclusão de todos os componentes ambientais que foram considerados na avaliação dos impactos do projeto, independentemente da previsão de impactos residuais cumulativos ou de menor magnitude. O segundo caminho considera a lista inicial dos componentes ambientais do projeto e aplica três principais fatores para a seleção dos componentes: (i) interesses regulatórios relacionados a determinados componentes ambientais; (ii) o potencial de um componente interagir com outros projetos; e (iii) análise de impactos residuais significativos.

Nesse sentido, diferentes percepções de profissionais em AIA foram constatadas acerca da abordagem que deve ser adotada para a seleção dos componentes ambientais para a AIC, conforme apresentado por Dibo, Noble e Sánchez (2018). 62.5% dos participantes consideraram que todos os componentes que podem ser afetados por um projeto devem ser incluídos na AIC; possivelmente pela necessidade de adotar perspectivas mais amplas para a compreensão das questões relacionadas à cumulatividade, que vão além da perspectiva de projeto (OLAGUNJU; GUNN, 2013). Os 37.5% restantes indicaram que deveriam ser selecionados os componentes ambientais em que há previsão de impactos cumulativos, conforme as diretrizes e guias elaborados no contexto canadense.

Ambas possibilidades podem ser questionadas: a adoção da abordagem de impactos residuais assume uma certeza de que as medidas de mitigação definidas para os impactos serão efetivas; e a adoção da abordagem que considera todos os componentes ambientais potencialmente afetados pelo projeto pode ser onerosa ao empreendedor. Uma possibilidade seria uma maior divulgação das incertezas relacionadas aos impactos e mitigação previstas, orientando a seleção dos componentes ambientais em quando há maiores incertezas associadas sobre suas condições (DIBO, NOBLE, SÁNCHEZ, 2018).

Diante do exposto, recomenda-se que a seleção dos componentes ambientais relacionados à biodiversidade poderia se pautar na perspectiva dos impactos de um projeto e, de modo adicional, empregar critérios estabelecidos nos termos de referência. Conforme elucidado anteriormente e no quadro de referência, estabelece-se como uma das diretrizes para os termos de referência a definição de critérios que podem ser adotados para a seleção dos componentes ambientais ou mesmo que explicita quais componentes devem ser contemplados (AURA, 2016).

Desse modo, sugere-se a necessidade de considerar os seguintes critérios para a definição dos componentes ambientais: (1) questões-chaves regionais relacionadas à biodiversidade; (2) contexto regulatório e diretrizes estabelecidas para a conservação da biodiversidade em uma região; (3) interesses de populações afetadas; e (4) potencial de outras atividades e projetos afetarem os mesmos componentes ambientais que um projeto. Os critérios definidos também devem ser contemplados na validação final dos CASs com o órgão ambiental e especialistas (CONNELLY, 2011), conforme sugerido no quadro de referência, por meio da realização de reunião técnica.

Ainda, guias específicos para diferentes tipologias poderiam explicitar quais componentes ambientais devem ser contemplados, por meio do exercício de identificação qualitativa de potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade, por meio de um diagrama de causalidade, conforme discutido pela presente pesquisa com a consideração da concentração de diversas áreas de cultivo em uma região, orientando assim a seleção de componentes ambientais de interesse.

Sendo assim, acredita-se que a escolha dos componentes ambientais relacionados à biodiversidade pode ser realizada de modo mais transparente, com o suporte de evidências científicas, de questões relevantes para populações afetadas, bem como outros fatores, e assim avaliar as consequências das perturbações de várias atividades e projetos sobre a integridade ecológica de ecossistemas (NITSCHKE, 2008).

Outra questão importante na AIC é a determinação dos limites espaciais para cada CAS, a qual deve ser um processo iterativo, em que os limites são identificados inicialmente de acordo as informações disponíveis e, de modo consequente, podem ser alterados de acordo com a disponibilidade de novas informações a respeito dos componentes ambientais (HEGMANN et al., 1999). Nesse âmbito, os limites espaciais devem abranger os potenciais impactos de um projeto em combinação com outras atividades que podem afetar os CASs de interesse (CEAA, 2015).

Além disso, a definição dos limites espaciais deve se pautar nas relevantes relações ecossistêmicas, os caminhos e processos de mudança relacionados a um componente (NOBLE, 2010) e considerar a distribuição ou padrão espacial dos CASs que pode ser potencialmente afetados (AURA, 2016). Nesse âmbito, destaca-se a importância da escala espacial adotada, visto que esta influencia os tipos de questões relacionadas à cumulatividade que serão abordadas, principalmente da discussão sobre componentes relacionados à biodiversidade (THERIVEL; ROSS, 2007).

Noble (2015a) também aponta que a determinação de limites espaciais é crucial na gestão efetiva dos impactos cumulativos, e que devem ser delimitadas escalas mais amplas. Todavia, o autor discute que a definição de limites muito grandes pode levar a uma avaliação superficial dos componentes que podem ser afetados, aumentando as incertezas do processo. Do mesmo modo, a adoção de limites muito reduzidos pode, por um lado, fornecer uma análise mais detalhada, porém, prejudicar o entendimento de um contexto mais amplo.

Sendo assim, há a necessidade de explicitar claramente limites geográficos realistas (BÉRUBÉ, 2007) para cada CAS, de maneira que oriente e defina a complexidade da avaliação que será realizada (MACDONALD, 2000). Noble e Gunn (2013) também corroboram que os limites espaciais para a AIC devem ser centrados nos componentes ambientais de interesse e não somente na extensão dos impactos do projeto que está sendo analisado.

O guia técnico canadense *Technical Guidance for Assessing Cumulative Environmental Effects under the CEAA, 2012* (CEAA, 2014) fornece opções metodológicas que podem ser adotadas isoladamente, ou em combinação, para a determinação de limites espaciais para cada CAS para a AIC, conforme pode ser observado na Figura 15. Outras opções também podem ser empregadas, desde que justificadas apropriadamente.

Ainda sob essa temática, a grande maioria dos especialistas canadenses (95%) consultados por Dibo, Noble e Sánchez (2018) concordam que a delimitação dos limites espaciais para os CASs relacionados à biodiversidade deve ser baseada em limites ecológicos, refletindo as características e funcionamento dos mesmos, em contraposição à opção de delimitar limites administrativos que reflitam as restrições regulatórias em que o projeto está situado.

Como exemplo de definição, Hegmann et al. (1999) apresentam exemplos de estabelecimento de limites espaciais considerando a avaliação ambiental de projetos submetidos à aprovação no cenário canadense. No primeiro caso (*Eagle Terrace*), os autores apresentam que os limites tiveram como base a disponibilidade de um mapa base de vegetação local, que considerava outras ações adjacentes que estavam sob processo de avaliação ambiental sobre CASs relacionados aos animais silvestres.

Já no segundo caso, *Cold Lake Expansion Project*, os limites espaciais foram definidos para cada CAS, resultando em uma área de estudo regional. Os limites geográficos para cada CAS relacionado a vida silvestre e vegetação foram restritos a uma área urbana, devido à disponibilidade de informações históricas e atuais sobre a composição da vegetação e habitat

para espécies da fauna silvestre, principalmente com a consideração de fotos aéreas disponíveis sobre a região. Desse modo, os limites espaciais foram determinados tendo como base a disponibilidade de dados sobre a área de interesse.

Figura 15. Abordagens que podem ser adotadas para a definição dos limites espaciais para a AIC.

1. Abordagem centrada no componente ambiental de interesse

- Os limites espaciais são determinados para cada CAS e considera a extensão geográfica e a zona de influência de um projeto em um CAS. **Por exemplo:** os limites espaciais para uma espécie migratória pode levar em conta as rotas migratórias sazonais, independentemente dos limites jurisdicionais.

2. Abordagem centrada no ecossistema

- Os limites espaciais podem ser determinados com a compreensão e conhecimento de um ecossistema e de seus processos relacionados. Sendo assim, a extensão geográfica de um CAS pode depender de características do ecossistema como topografia, clima, solo ou geologia. Essa abordagem pode ser melhor empregada no escopo de avaliações regionais e quando da disponibilidade de dados regionais, pelo seu escopo mais amplo. **Por exemplo:** uma bacia hidrográfica pode ser definida como limite espacial, considerando como CAS uma população de uma espécie de peixes. Sendo assim, seria possível examinar a distribuição dessa espécie na bacia hidrográfica, bem como considerar a disponibilidade de habitat e sucesso nos processos de recrutamento. Além disso, a classificação da cobertura vegetal de uma região, como regiões ecológicas, pode ser útil na identificação de limites espaciais para CASs que ocorrem em escala de paisagem. Em relação a um ecótipo (variedade geneticamente distinta de uma espécie devido a adaptações locais), a sua área de distribuição pode ser adotada para a delimitação do limite espacial.

3. Abordagem centrada em atividades

- Apesar de não ser uma abordagem geralmente recomendada, os limites espaciais podem ser definidos com base na distribuição das atividades nas proximidades do projeto.

4. Abordagem centrada em limites administrativos, políticos e outros

- Os limites espaciais são determinados com base nos limites administrativos, políticos ou outros estabelecidos pelo homem, principalmente quando da consideração de componentes socioeconômicos e culturais. **Por exemplo:** o território de um grupo indígena para a consideração de componentes relacionados ao uso dos recursos, turismo, saúde e pesca pelo grupo. Essa abordagem não é muito comum para componentes relacionados à biodiversidade, pois geralmente não reflete a distribuição espacial de espécies. Todavia, pode ser adotada quando da consideração de reservas ecológicas, parques e outras áreas protegidas.

Fonte: Elaborada pela autora com base em CEAA (2014).

Olagunju e Gunn (2015) também identificaram na análise de casos que para componentes ambientais como vegetação/comunidades vegetais, os limites espaciais determinados são tipicamente sinônimos aos limites definidos para a avaliação dos impactos de projetos. E, para componentes ambientais com “alta mobilidade”, como uma população de veados, foram definidos limites espaciais mais sensíveis em termos ecológicos (como uma bacia hidrográfica), tendo como base a distribuição das diferentes espécies.

Diante do contexto exposto, acerca da determinação dos limites espaciais para a AIC,

recomenda-se que os mesmos sejam definidos, quando possível, com base na abordagem centrada nos CASs relacionados à biodiversidade, visando uma melhor compreensão das consequências ambientais que podem ocorrer no componente de interesse.

Em relação à delimitação do limite temporal para a AIC, em relação ao passado, uma questão importante diz respeito a quão distante deve-se retroceder para avaliar as mudanças ambientais cumulativas provenientes das diversas ações e atividades (NOBLE, 2015a). Considerando essa questão para componentes ambientais relacionados à biodiversidade, houve um consenso entre os participantes canadenses da pesquisa de Dibo, Noble e Sánchez (2018) de que os mesmos devem se pautar em perspectivas históricas, como condições anteriores à perturbações ou então a consideração de um estado menos perturbado em relação ao presente devido a atividades passadas, em contraposição a somente contemplar condições atuais, para a análise retrospectiva dos componentes ambientais de interesse.

O principal fator a ser considerado nesse processo é a necessidade de obter informações disponíveis suficientes para a descrição das condições de um CAS (BÉRUBÉ, 2007). A consideração de condições prévias às perturbações em um CAS pode fornecer um referencial histórico melhor para o entendimento de impactos cumulativos. Contudo, dependendo do contexto e tendo como base as limitações relacionadas à obtenção, disponibilidade e acesso de informações necessárias para os proponentes e suas empresas de consultoria, a consideração de uma condição com menor perturbação pode também ser considerada como adequada.

De modo complementar, há também de se considerar a definição de limites temporais futuros em relação ao projeto que está sendo avaliado sob a perspectiva de impacto cumulativo. A opinião de especialistas canadenses – participantes da pesquisa supracitada – diferem principalmente quando da consideração das fases de construção, operação e desativação de um projeto, a qual é recomendada pela autoridade federal canadense (CEAA, 2015) e a adoção de escalas temporais que se ampliem além da desativação do empreendimento.

Hegmann et al. (1999) indicam essas duas opções para serem consideradas no estabelecimento de limites temporais futuros, indicando a possibilidade da adoção de uma linha de tempo que contemple a recuperação de um CAS frente as perturbações existentes. Porém, os autores também enfatizam a dificuldade de quantificar as possíveis mudanças com o estabelecimento de limites temporais muito longos.

No mesmo sentido, Bérubé (2007) aponta a complexidade de descrever o estado de um

componente ambiental e identificar ações razoavelmente previsíveis no futuro além de um horizonte de dez anos. Baxter, Ross e Spaling (2001) também discutem que a definição de limites temporais futuros é ainda um ponto de discordância entre profissionais. Isso se deve, pois a adoção de escalas de tempo mais curtas podem simplificar e comprometer uma adequada avaliação dos impactos cumulativos (MACDONALD, 2000). Assim como, o estabelecimento de limites temporais mais amplos pode ser útil na inclusão de impactos crônicos relacionados à biodiversidade, porém envolve maiores incertezas (FOLEY et al., 2017).

Outra questão fundamental no processo de AIC é a identificação de outras atividades e/ou projetos do passado, do presente e do futuro, de modo a avaliar o potencial de combinação dos impactos de um projeto que está sendo avaliado com os impactos dessas outras atividades e projetos (CEAA, 2014).

A identificação das atividades do passado deve ser baseada em evidências diretas de ocorrência, disponíveis em registros históricos, além de fontes confiáveis como relatórios e documentos relacionados aos processos de avaliação ambiental, que também podem ser utilizadas para a identificação de atividades existentes no presente (CEAA, 2014). Em relação às atividades do futuro, podem ser consideradas ações que são certas de ocorrer ou que tem grande probabilidade de serem implementadas; além das ações que são razoavelmente previsíveis no futuro, consideradas como aquelas que são esperadas de ocorrer. Ainda, a AIC pode incluir ações hipotéticas, nas quais há um considerável nível de incerteza de ocorrência no futuro, mas que também são importantes sob a perspectiva de impactos cumulativos (NOBLE, 2015a). A Figura 16 apresenta um maior detalhamento acerca dos critérios que podem ser adotados para a seleção de ações futuras.

Considerando o mesmo escopo, algumas ações podem ser realizadas, de modo a auxiliar a seleção das atividades/projetos do passado, presente e futuro que podem contribuir para a formação de impacto cumulativo, de acordo com CEAA (2014): (i) descrever informações apropriadas sobre cada atividade e projeto identificado, dando suporte para a previsão e avaliação dos potenciais impactos cumulativos; (ii) obter informações provenientes de atividades similares em outras regiões, quando da ausência de informações disponíveis sobre as atividades e projetos que tem potencial de ser incluídos na análise (principalmente considerando as de caráter confidencial); e (iii) descrever os *pathways* e categorias de impactos relacionadas às atividades e projetos identificados, e o potencial de afetar os CAS.

Figura 16. Critérios para a seleção de ações e atividades futuras.

Fonte: Hegmann et al. (1999, p. 19).

Em relação à descrição do ambiente afetado, a etapa envolve a avaliação das condições passadas dos CASs e a análise de tendências e mudanças ao longo do tempo, tendo como base limites definidos. Assim, tem-se o propósito de compreender como as condições dos CAS mudaram ao longo do tempo, a qual pode ser viabilizada pela utilização de indicadores de mudança (como a alteração da população de uma espécie ou índices de qualidade da água) ou medidas de perturbação (como a porcentagem de paisagem perturbada – por exemplo, área desmatada; densidade de feições lineares por unidade de área na paisagem – por exemplo, densidade da estrada em km/km²) (NOBLE, 2015a).

Canter e Atkinson (2011) também apresentam a necessidade de organizar as informações históricas sobre as condições ambientais de determinados componentes ambientais, bem como estabelecer seus indicadores, considerando de modo adicional as informações de ações passadas, possibilitando assim a análise prospectiva necessária à AIC.

Na mesma perspectiva, Noble e Gunn (2013) também ressaltam a necessidade de determinar como as condições ambientais dos CASs mudaram ao longo do tempo, indicando se as mudanças foram significativas para a sustentabilidade desses componentes, por meio do estabelecimento de limites, além de identificar como essas mudanças são conectadas às

atividades que ocorrem no passado, como as que existem no presente. Para tal, é necessário que o diagnóstico não somente apresente uma descrição das condições atuais dos CASs, mas que forneça informações sobre as condições dos mesmos no passado e analise as mudanças ao longo do tempo.

Dessa maneira, para cada CAS devem ser coletadas informações sobre a condição ambiental, levando em consideração os limites espaciais e temporais determinados para a análise, desenvolvendo assim um ponto de referência para um melhor entendimento acerca dos potenciais impactos cumulativos (CEAA, 2014). Além disso, a determinação das tendências de mudanças nas condições dos componentes ambientais, ao longo do tempo estabelecido, pode indicar o nível de preocupação em relação aos impactos cumulativos (IFC, 2013).

De modo complementar, AURA (2016) discute que nos casos em que os componentes ambientais e os indicadores não são passíveis de alterar a avaliação ou análise de tendências, as informações atuais e do passado sobre as condições dos CASs podem ser unificadas como ponto de referência para a descrição do ambiente afetado. Além disso, é destacado que a análise de tendências (e padrões espaciais) seja de natureza geral e qualitativa (por exemplo, considerando a melhoria ou agravamento da condição de um CAR), a qual deve ser incluída para dar suporte à AIC.

Tendo como base o contexto apresentado, uma das questões-chave relacionadas a descrição das condições dos CASs diz respeito à disponibilidade de informações relevantes e a necessidade de coletar tais informações. Nesse contexto, não se considera que seja realizada uma abordagem exaustiva para a coleta de informações, mas que esta seja focada nos componentes ambientais de interesse e limitados aos indicadores que permitam analisar as tendências dos mesmos. Sendo assim, informações sobre a biodiversidade provenientes de várias fontes podem auxiliar na coleta de informações históricas, como relatórios produzidos pelo governo e organizações não-governamentais, bancos de dados, literatura científica, dentre outros (IFC, 2013).

Outra etapa importante da AIC diz respeito a previsão e avaliação de como os CASs podem responder às perturbações futuras provenientes do projeto que está sendo avaliado em combinação com as outras atividades e projetos. Sendo assim, o foco da avaliação é na condição ambiental dos CAS e de que maneira os mesmos podem responder à perturbação cumulativa (NOBLE, 2015a).

Dessa maneira, a previsão dos impactos cumulativos tem como base a estimativa do

estado futuro dos CASs, com foco na resposta do componente em virtude de todas as perturbações que o afetam. Assim, não há somente uma estimativa do impacto que pode ser causado pelo projeto em questão, mas também da condição futura de um CAS considerando diversas atividades (IFC, 2013).

As diversas ferramentas e métodos que podem ser empregados para avaliar os impactos cumulativos dependem do contexto a ser analisado, bem como do componente ambiental de interesse. Alguns exemplos de métodos foram apresentados no Quadro 7. Outros são também discutidos por IFC (2013) e Duinker et al. (2013).

A maioria dos especialistas canadenses consultados por Dibo, Noble e Sánchez (2018) indicaram que não há “melhores ferramentas” que podem ou devem ser recomendadas quando da avaliação de potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade, incluindo a análise de tendências ou mudanças nos componentes da biodiversidade, o que também indica que a escolha do método depende de cada contexto em questão. As análises sobre a prática atual da AIC em nível de projeto no Canadá indicam que há uma fraca inclusão de métodos e ferramentas, de maneira que não há um suporte para as análises e conclusões apresentadas sobre os potenciais impactos cumulativos (NOBLE; GUNN, 2013; AURA, 2016).

A análise dos casos de estudos canadenses elucidou as ferramentas empregadas durante a AIC para a biodiversidade. De modo complementar, também destacam-se outros trabalhos que discutem a AIC para os componentes ambientais relacionados à biodiversidade, contribuindo para um melhor entendimento acerca da temática em questão.

Nitschke (2008) avaliou os impactos cumulativos provenientes de uma série de desenvolvimentos agrícolas e industriais sobre a biodiversidade de florestas e integridade ecológica na região nordeste da província de Colúmbia Britânica, que ocasionaram uma significativa mudança na estrutura da paisagem e na biodiversidade de florestas devido a perda e fragmentação de habitat. Para tal, o autor estabeleceu um limite temporal de 35 anos, e realizou análises baseadas no uso de SIG para modelar as mudanças na estrutura da paisagem e a resposta de espécies ao longo do tempo. Desse modo, três tipos de modelos de habitats foram usados para analisar as respostas de determinadas espécies:

1. Matrizes de habitat de espécies: são elaboradas tabelas que listam os tipos de vegetação, os estágios e os elementos de um habitat com as quais as espécies se associam. Tem como base a opinião de especialistas e/ou estudos quantitativos.
2. Modelagem de adequabilidade de habitat: é uma abordagem que calcula índices relacionados à quantidade de habitat para cada espécie, considerando a

combinação de variáveis de habitat.

3. Modelagem da efetividade do habitat: envolve como medidas a qualidade e a quantidade de habitat.

Cluff et al. (2002) apresentam uma estratégia para a análise de impactos cumulativos de várias atividades para algumas espécies, como o urso pardo, o lobo, o wolverine e a rena, que estão presentes na *Slave Geological Province*. Para tal, os autores utilizaram uma análise de viabilidade populacional baseada no habitat para as espécies visando analisar os impactos cumulativos. Nesse sentido, a técnica permite modelar estatisticamente as respostas comportamentais das espécies ao seu ambiente, determinando por quanto tempo essas populações poderiam existir com a alteração de comportamento ocasionada por novas atividades. O processo consta de três etapas:

- (1) Definição do escopo: a etapa envolve a identificação de atividades existentes e as prováveis de ocorrer no futuro; a inclusão das espécies focais; e os potenciais efeitos das atividades sobre a distribuição, abundância e viabilidade das espécies, a longo prazo, de cada espécie focal considerada.
- (2) Estimativa da distribuição e tamanho das populações das espécies focais: inclui o uso de telemetria para prever a distribuição e a abundância de cada espécie focal. Desse modo, espera-se avaliar as alterações das interações das espécies ou a disponibilidade de recursos, que podem resultar em uma redução da população ou distribuição.
- (3) Cálculo das previsões sobre a persistência de uma população a longo prazo: a análise da viabilidade de uma população é utilizada para estimar a influência de várias atividades, em diferentes cenários, sobre a probabilidade de persistência de uma população focal, considerando um limite temporal futuro de 100 anos.

Já Johnson et al. (2012) apresentam uma compilação do que tem sido aplicado para o estudo de migração de peixes, com enfoque na aplicação de abordagens estatísticas multivariadas, além de uma revisão de outros métodos potencialmente úteis para o tema em questão e, de modo adicional, sintetizam as informações obtidas com recomendações sobre como aplicar métodos multivariados para estudar os impactos cumulativos sobre o sucesso na migração de peixes.

Schneider et al. (2003) utilizam o modelo de simulação em escala de paisagem

ALCES[®] para quantificar os efeitos do marco regulatório atual relacionado à gestão florestal na *Western Canadian Sedimentary Basin*, e das práticas industriais no entorno, por meio de um conjunto de indicadores ecológicos e econômicos em um horizonte temporal de 100 anos. O modelo possibilita uma perspectiva de planejamento holística com a avaliação de impactos cumulativos pela sobreposição de usos do solo e processos ecológicos, considerando um conjunto de variáveis ambientais e socioeconômicas. Ainda, é possível fornecer, dentre outros fatores, hipóteses quantitativas sobre atividades industriais futuras, perturbações naturais e trajetórias de regeneração para cada tipo de perturbação.

Ainda, Canter e Atkinson (2011) discutem exemplos de indicadores, índices e modelos de adequabilidade de habitat como potenciais ferramentas para descrever as condições históricas e atuais de componentes ambientais relacionados à biodiversidade, possibilitando também avaliar os impactos cumulativos provenientes várias ações. E, Dibo et al. (2016) analisam as possíveis contribuições do uso do SIG na AIC sobre a biodiversidade considerando o contexto do setor sucroenergético paulista.

Após a previsão dos impactos cumulativos, há a necessidade de determinar se os mesmo são classificados como significantes. A significância dos impactos deve ser avaliada considerando o potencial do impacto resultante para a vulnerabilidade e/ou risco para a sustentabilidade dos CASs (IFC, 2013).

Nesse sentido, deve-se compreender “o quanto mais de mudança” é aceitável para um componente ambiental. Isso pode ser feito mediante o estabelecimento de limiares ou limites máximos permitidos de mudança identificados durante a etapa anterior ou na definição do escopo, ou ainda por meio de regulamentações relacionadas aos CASs ou objetivos mais amplos definidos por políticas ambientais (NOBLE, 2015a).

O estabelecimento de limiares é considerado uma tarefa difícil, principalmente para componentes relacionados à biodiversidade, sendo necessária, na maioria dos casos, a adoção de uma abordagem preventiva (IFC, 2013). Diversos autores consideram que os limiares ambientais físicos, como os relacionados à qualidade da água, ar e solo, são muito mais fáceis de serem encontrados por meio de contextos regulatórios ou desenvolvidos, do que os relacionados a espécies, ecossistemas e pessoas (DUINKER et al., 2013). Uma base para a definição de limiares relacionados à habitat críticos para a biodiversidade é apresentada na Nota de Orientação 6 – Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos Naturais Vivos, desenvolvida pela IFC.

Quando questionados sobre como definir os limites ecológicos quando não há certeza

científica suficiente, os participantes da pesquisa de Dibo, Noble e Sánchez (2018) destacaram, principalmente: (i) a necessidade do envolvimento de stakeholders como comunidades indígenas, especialistas, público em geral e governo; (ii) o uso de dados e informações de outras fontes, regiões ou projetos, baseados no julgamento profissional; (iii) o desenvolvimento de pesquisa científica para entender e estimar os limites ecológicos; e (iv) a adoção do princípio de precaução para definir os limites ecológicos de interesse.

No mesmo sentido, Duinker e Greig (2006) discutem que a AIC deve informar a existência de limiares críticos ou conservadores em relação à proteção dos componentes ambientais e, quando da ausência de limiares estabelecidos para um determinado componente, os autores indicam que os mesmos devem ser definidos por meio de ampla consulta sobre os valores intrínsecos às partes interessadas em relação aos componentes de interesse.

Diante desse contexto, há uma clara necessidade de colaboração entre comunidades científicas e políticas para possam dar suporte à implementação do processos de AIC, principalmente quando da definição de limiares que reflitam condições aceitáveis para os componentes ambientais de interesse (DUINKER et al., 2013), especialmente os relacionados à biodiversidade pela complexidade envolvida. Assim, o desenvolvimento de esforços entre diferentes partes para a definição de limiares, como para habitats críticos para espécies em risco de extinção, pode ser considerada uma importante iniciativa para o suporte da AIC para a biodiversidade (CONNELLY, 2011).

Há ainda a necessidade do estabelecimento de medidas mitigadoras aos impactos cumulativos avaliados, bem como o desenvolvimento de programas de monitoramento e a adoção da gestão adaptativa (NOBLE, 2015a), de maneira integrada e complementar às medidas estabelecidas aos impactos ambientais de um projeto (IFC, 2013).

8.3. Oportunidade III: Iniciativas necessárias para auxiliar a condução da AIC para a biodiversidade

Ainda tendo como base os desafios e as oportunidades de melhoria frequentemente relatadas na literatura para a consideração de impactos cumulativos em nível de projeto, são também apresentadas algumas sugestões de iniciativas que poderiam ser desenvolvidas e/ou aplicadas ao contexto da AIA de projetos, visando assim facilitar a integração da AIC para a biodiversidade nesse processo. As recomendações de iniciativas para o processo de AIC sobre a biodiversidade podem ser observadas na Figura 17, com o detalhamento das mesmas nos tópicos a seguir.

Figura 17. Recomendações de iniciativas que podem facilitar a realização das etapas de AIC para a biodiversidade no processo de AIA.

Fonte: Elaborada pela autora.

(a) Estabelecimento de uma comissão técnica composta por multi-stakeholders

A primeira recomendação de iniciativa diz respeito ao estabelecimento de uma comissão técnica que seja coordenada pelo órgão ambiental licenciador – no contexto de estudo pela CETESB –, composta por diversos stakeholders, incluindo representantes da universidade, especialistas em diversas áreas, proponentes e empresas de consultorias, organizações não-governamentais, institutos de pesquisa, membros dos departamentos da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, dentre outras partes interessadas.

Espera-se que essa comissão, por meio da realização de reuniões técnicas, possa auxiliar na discussão da proposta de condução da AIC apresentada pelo empreendedor/empresa de consultoria ao órgão ambiental, no que diz respeito à/ao: (i) definição dos componentes ambientais relacionados à biodiversidade que devem ser contemplados na avaliação; (ii) seleção das atividades e projetos (do passado, presente e futuro) que tenham o potencial de afetar os componentes selecionados; (iii) orientação acerca do estabelecimento tanto dos limites temporais quanto dos limites espaciais para cada componente ambiental selecionado; e ainda (iv) estabelecimento dos tipos de dados e informações, análises, métodos e ferramentas que poderão ser utilizados para avaliar cada componente ambiental; dentre outros tópicos pertinentes.

A proposta desta iniciativa foi inspirada na nova proposta de Lei de Avaliação de Impacto no Canadá (Bill C-69), que, dentre inúmeras outras considerações, dispõe sobre a necessidade da agência ambiental responsável (nova *Impact Assessment Agency of Canada*) estabelecer um comitê de especialistas que aconselhem em questões científicas, ambientais, de saúde, sociais e econômicas, pertinentes às avaliações de impacto dos projetos. Ressalta-se que esse comitê mencionado pela lei não é designado especificamente para o processo de discussão de uma proposta de AIC, de maneira que este é somente refletido para a temática de interesse da pesquisa aqui apresentada.

Assim, considerando a necessidade de iniciativas para auxiliar a realização da avaliação de potenciais impactos cumulativos, principalmente quando da definição de seu escopo, sugere-se que essa iniciativa colaborativa possa facilitar a condução da AIC para a biodiversidade no processo na AIA de projetos. De modo complementar, o comitê técnico estabelecido pode também buscar embasamento nas outras três recomendações de iniciativas descritas a seguir, auxiliando a discussão da proposta de AIC que deverá ser conduzida.

(b) Articulação com instrumentos, programas e ações ambientais relacionados à biodiversidade

Visto a necessidade de descrever as questões-chave de interesse na região em estudo para a etapa de escopo da AIC, de modo a auxiliar a seleção dos componentes ambientais relacionados à biodiversidade que farão parte da análise, e ainda de descrever as condições ambientais dos CASs, considera-se que instrumentos de planejamento podem fornecer importantes diretrizes, recomendações e informações que contribuam aos propósitos mencionados. Nesta perspectiva, destacam-se as seguintes possibilidades relacionadas à temática da biodiversidade sob o contexto do estado de São Paulo:

- Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) da Secretaria de Meio Ambiente (SMA): tem o intuito de propor normas regulamentadoras para a legislação ambiental aplicável; e planejar, coordenar e executar projetos e ações relacionadas ao uso sustentável e à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais no estado de São Paulo. Destaca-se também os Centros Técnicos de Programas e Projetos de Biodiversidade estabelecidos em âmbito regional (10 sedes no estado).
- Plano de Ação de São Paulo 2011-2020 para implantação da Convenção sobre Diversidade Biológica: define metas referentes à conservação da biodiversidade com base nas Metas de Aichi 2020, reunidas em cinco objetivos.
- Comissão Paulista da Biodiversidade: tem a finalidade de coordenar e elaborar a implantação de estratégias para que se alcance a conservação da diversidade biológica no estado de São Paulo.
- Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (em elaboração): fornecerá um mapeamento das zonas que possuem características socioeconômicas e naturais comuns, e apresentará informações integradas do território, considerando suas potencialidades e vulnerabilidades naturais e socioeconômicas.
- Relatórios de Qualidade Ambiental: apresentam um diagnóstico do meio ambiente paulista, reunindo as principais informações produzidas pelos órgãos do Sistema Ambiental Paulista, sendo composto por textos e indicadores para avaliar a qualidade ambiental no estado de São Paulo.
- Inventários Florestais do Estado de São Paulo: tem por objetivo principal fornecer informações sobre a vegetação remanescente e sobre as plantadas de rápido crescimento.

- Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (2016): foram definidas áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do cerrado, do pantanal e da caatinga, para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas e atividades, sob a responsabilidade do Governo Federal.
- Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo do Programa BIOTA/FAPESP: estabelece diretrizes para diversos grupos temáticos, bem como para a conservação e restauração da biodiversidade no estado com a elaboração de vinte e sete mapas temáticos e três mapas-síntese (de áreas indicadas para inventário biológico, de áreas indicadas para a criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, e de áreas indicadas para incremento da conectividade).
- Sala Cenários da CETESB/SMA: visa fornecer recursos geotecnológicos a uma infraestrutura de dados espaciais, com a inclusão de informações constantes nos processos de licenciamento de empreendimentos licenciados com AIA, as quais serão digitalizadas, organizadas e georreferenciadas. Sendo assim, tem-se o potencial de análise espacial de diversos temas sobre diferentes projetos, bem como informações de seu entorno; análise de proximidade e correlações espaciais; além do acesso e visualização das informações ambientais espaciais e não espaciais de interesse, que inclui os dados obtidos em licenciamentos atuais (como os provenientes de programas de monitoramento), bem como pretéritos.

Ainda nesse contexto, apresentam-se algumas iniciativas desenvolvidas de caráter regional no cenário canadense, que fornecem diretrizes e informações que são frequentemente inseridas no escopo da AIC de projetos, conforme observado na análise de casos de estudo do capítulo anterior. Desse modo, tem-se que essas iniciativas podem servir de modelo para o desenvolvimento e aplicação de novas ações no contexto do estado de São Paulo, contribuindo para o processo de AIA de projetos como um todo, incluindo à AIC para a biodiversidade e outros componentes.

Apesar da temporária suspensão das atividades devido à escassez de recursos, a *Cumulative Environmental Management Association* (CEMA) é uma importante iniciativa conduzida por um grupo de multi-stakeholders, sem fins-lucrativos, no Município Regional

de Wood Buffalo, na província de Alberta, que aconselha o governo federal e os provinciais acerca de recomendações para a gestão de impactos ambientais cumulativos sobre diversos componentes, incluindo os relacionados à biodiversidade, provenientes da exploração de areais betuminosas.

A associação é composta por mais de 50 membros de diversos setores, incluindo governo, comunidades indígenas, organizações não-governamentais, indústrias, instituições, dentre outros, e está estruturada em seis grupos de trabalho, conforme apresentado no Quadro 13, os quais desenvolvem ferramentas e recomendações sob diversas temáticas (CEMA, 2012a). Uma relevante recomendação desenvolvida é a *Terrestrial Ecosystem Management Framework* para a gestão dos impactos cumulativos provenientes da exploração das areias betuminosas, visando a manutenção da integridade do ecossistema local e as necessidades sociais e culturais da região.

Quadro 13. Grupos de trabalho da *Cumulative Environmental Management Association*.

Grupos de trabalho	Objetivo
<i>Land Working Group</i>	Desenvolver ferramentas, produtos e recomendações que ajudem a descrever as condições de diversos componentes e os impactos cumulativos, contribuindo para o planejamento e manejo da paisagem em nível regional.
<i>Reclamation Working Group</i>	Desenvolver e atualizar periodicamente diretrizes para a recuperação de áreas degradadas.
<i>Air Working Group</i>	Desenvolver recomendações para a qualidade do ar regional, considerando as emissões associadas ao desenvolvimento da região que podem contribuir significativamente para a formação de impactos cumulativos sobre diversos componentes ambientais.
<i>Water Working Group</i>	Desenvolver recomendações para a gestão regional da qualidade e quantidade da água, de maneira a alinhar as melhores práticas de gestão com as prioridades do governo.
<i>Traditional Environmental Knowledge</i>	Promover o uso do conhecimento tradicional na região e a comunicação efetiva entre as comunidades aborígenes com a associação.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em CEMA (2012b).

Outra iniciativa de destaque é o programa de monitoramento *Regional Aquatics Monitoring Program*, que é também composto por multi-stakeholders e financiado por indústrias, com foco também na região das áreas betuminosas do Athabasca (Alberta). O programa tem como objetivo integrar atividades de monitoramento aquático considerando diferentes componentes do ambiente, incorporando questões relacionadas aos potenciais impactos cumulativos provenientes das atividades de exploração na área. Além da publicação de relatórios técnicos anuais com a descrição detalhada dos monitoramentos realizados, há

também a disponibilidade de um banco de dados com os registros referentes aos monitoramentos conduzidos sobre a qualidade da água, populações de peixes, dentre outros componentes.

Há também o relevante *Alberta Monitoring Program Institute* que identifica grandes mudanças que ocorrem relacionadas à biodiversidade na província de Alberta, principalmente pelo desenvolvimento de um *biodiversity intactness index* para melhor compreender a alteração da adequação de habitat para a biodiversidade ao longo do tempo (ABMI, 2014).

Dentre as diversas ferramentas fornecidas para a análise dos dados obtidos sobre a biodiversidade, além dos relatórios de monitoramento sobre as condições atuais de componentes relacionados à biodiversidade, destaca-se o acesso e download de: (1) dados brutos sobre habitats e espécies, dados em SIG, estimativas da abundância relativa de espécies por tipo de habitat; (2) dados, mapas e *layers* que descrevem a vegetação nativa, tipos de solos, clima e topografia da província, os quais são empregados para modelar a variação da abundância de espécies; (3) imagens de satélite e fotografias aéreas; (4) métricas de biodiversidade (por exemplo, integridade, riqueza, singularidade) que forneçam informações como a riqueza e composição de espécies; além de (5) mapas de distribuição de espécies que preveem a abundância atual e de referência (considerando a ausência da interferência de atividades humanas). Ademais, há ainda a possibilidade de explorar, visualizar e criar mapas para as áreas de interesse na província.

Por fim, também destacam-se as avaliações regionais de impactos cumulativos que, de acordo com Noble (2008), fornecem o contexto necessário para efetivamente compreender e promover a gestão dos impactos cumulativos, indo além das limitações inerentes quando avaliados sob o contexto de projetos. Assim, a adoção de uma abordagem regional pode fornecer um melhor direcionamento para a AIC em nível de projeto, especialmente pela definição de limiares aceitáveis considerando a capacidade de suporte de componentes ambientais em escala regional. De modo complementar, possibilita a gestão dos impactos entre projetos e diversos stakeholders, estabelecendo uma base de dados regional e uma melhor avaliação dos projetos submetidos à aprovação em uma região (SPALING et al., 2000).

(c) Uso de base de dados publicamente disponíveis

Ainda considerando a problemática da necessidade de obtenção de dados e informações para a determinação das condições dos CASs, pela análise retrospectiva e atual

desses componentes (CANTER; ATKINSON, 2008), recomenda-se também que as bases de dados que são publicamente disponíveis sejam consultadas, auxiliando assim o processo de AIC (IFC, 2013).

Segundo Contant e Wiggins (1991), a compilação de dados de séries temporais possibilitando a criação de um banco de dados são úteis para a identificação das condições ambientais, possibilitando um entendimento sobre as respostas, os limiares e as interações dos sistemas.

Ainda, Olagunju e Gunn (2015) discutem que o estabelecimento de bancos de dados em escala regional, organizados, por exemplo, por limites regionais naturais (como bacias hidrográficas ou ecorregiões) poderiam auxiliar nos desafios associados ao custo de coleta e obtenção de dados, bem como na consistência das análises realizadas, possibilitando uma maior comparabilidade de informações entre diversas avaliações.

Do mesmo modo, González et al. (2014) discutem que a criação de uma base de dados centralizada e padronizada sobre biodiversidade, estabelecida a longo prazo, tem o potencial de facilitar a avaliação e gestão de impactos cumulativos, principalmente quando do estabelecimento de um repositório de dados espaciais, auxiliando na tomada de decisões acerca da conservação da biodiversidade.

Uma questão pertinente a trabalhos futuros é a discussão da necessidade de padronização e qualidade dos dados e informações produzidos nos diferentes contextos.

Nessa perspectiva, o Quadro 14 apresenta uma lista de base de dados relacionadas à biodiversidade com potencial de uso e, que assim, podem ser empregadas para uma melhor compreensão das condições históricas e atuais dos componentes ambientais de interesse quando da condução da AIC no processo de elaboração do EIA. De modo complementar, estas bases de dados – bem como outras – podem ser indicadas nos TRs para a obtenção de dados e informações acerca dos componentes ambientais de interesse, bem como podem consultadas para a discussão da proposta de AIC para a biodiversidade.

(d) Criação de um repositório com dados e informações de programas de monitoramento sobre a biodiversidade no âmbito do licenciamento ambiental

De modo complementar, também discute-se a necessidade da disponibilidade e uso de dados de monitoramento pelos proponentes/consultores, bem como pelo órgão ambiental (FOLEY et al., 2017), conforme também indicado por especialistas canadenses como um importante recurso para promover a boa prática de AIC (DIBO; NOBLE; SÁNCHEZ, 2018).

Sendo assim, há a necessidade da consolidação dos resultados de monitoramento para que estes sejam compartilhados publicamente, a fim de contribuir tanto para a avaliação quanto para a gestão dos impactos cumulativos (THERIVEL; ROSS, 2007). Diante da quantidade de informações e dados acumulados em cada processo de AIA (PIPER, 2001), a não disponibilidade dos relatórios de monitoramento pode comprometer a produção de novos conhecimentos (SÁNCHEZ; ANDRÉ, 2013) e, assim, impossibilitar a melhoria da prática de AIA (SÁNCHEZ; MORRISON-SAUNDERS, 2011), e de modo consequente, a avaliação de impactos cumulativos nesse processo (MASDEN et al., 2010).

Nesse âmbito, King et al. (2012) também discutem que as informações obtidas nos processos de AIA são raramente acessíveis para outros usos, e que para a realização da AIA deve-se utilizar a melhor informação disponível para determinar a sensibilidade biológica e ecológica e a significância dos impactos, bem como espera-se que os novos registros sobre a biodiversidade se tornem de domínio público.

González et al. (2014) destacam que a criação de uma base de dados centralizada e padronizada sobre a biodiversidade, pode facilitar a avaliação e gestão de impactos cumulativos, principalmente quando do estabelecimento de um repositório de dados espaciais, auxiliando na tomada de decisões acerca da conservação da biodiversidade.

Nesse âmbito, Neri, Dupin e Sánchez (2016) consideram que o órgão ambiental tem o papel fundamental em estabelecer um banco de dados acessíveis ao público com dados e informações sobre projetos e o desempenho ambiental dos mesmos, que devem ser disponibilizados levando em consideração protocolos padrão, garantindo assim a qualidade e reprodutibilidade das informações.

Diante do exposto, considera-se que há uma oportunidade na esfera da CETESB para que os dados e informações sobre programas de monitoramento sobre a biodiversidade, bem como de outros componentes, sejam disponibilizados publicamente por meio do sistema eletrônico E-ambiente (Programa Papel Zero da SMA). O ambiente digital tem por objetivo gerenciar os documentos relacionados ao processo de licenciamento, de maneira que não serão mais aceitos requerimentos em papel. Tendo como base essa iniciativa, recomenda-se como uma possibilidade futura o acesso público aos documentos do licenciamento ambiental, principalmente dos relatórios que integram os monitoramentos que são realizados pelos projetos quando implantados. Cabe destacar que a Sala Cenários (apresentada anteriormente) possibilita a integração das informações provenientes dos relatórios de monitoramento dos empreendimentos, porém a mesma não está disponível para acesso público.

Quadro 14. Base de dados sobre a biodiversidade com potencial de uso na avaliação de impactos cumulativos.

Plataforma	Objetivo	Fonte para consulta	Acesso
SinBiota Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp	Integrar informações geradas pelos pesquisadores vinculados ao Programa Biota/Fapesp e relacioná-las a uma base cartográfica digital de qualidade, possibilitando a difusão de informação sobre a biodiversidade paulista para os interessados.	sinbiota.biota.org.br	Público
IDEA-SP Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais	Viabilizar a disponibilização de uma base de Informação Territorial Ambiental padronizada e qualificada para apoiar as ações de licenciamento, fiscalização, planejamento e gestão em suas análises e tomadas de decisão ¹⁸ .	datageo.ambiente.sp.gov.br	Público
GBIF <i>Global Biodiversity Information Facility</i>	Facilitar o acesso livre de dados científicos de biodiversidade. Reúne mais de 570 milhões de registros de espécies provenientes de 766 instituições de mais de 60 países.	gbif.org	Público
BPBES (Plataforma Brasileira sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)	Reunir e sintetizar os dados disponíveis sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos no Brasil para elaborar o primeiro diagnóstico sobre esses temas, a fim de subsidiar o processo de tomada de decisão no país.	bpb.es.net.br	Público (em construção)
SIBBr (Sistema de Informação sobre a Biodiversidade)	Reunir dados e informações existentes sobre a biodiversidade do Brasil, apoiando a produção científica e processos de formulação de políticas públicas e tomada de decisões. Está associado à Plataforma Global de Informação sobre Biodiversidade (GBIF).	sibbr.gov.br	Público
BDD (<i>Biodiversity Data Digitizer</i>)	Facilitar a digitalização, manipulação e publicação de dados sobre a biodiversidade. A ferramenta permite o usuário a manipulação simples e objetiva dos dados, especialmente dados coletados no campo e em pequenas coleções, que não justifiquem ou necessitem de um software de gerenciamento de coleções ¹⁹ .	biocomp.org.br	Restrito, com possibilidade de ser público
speciesLink	Integrar a informação primária sobre biodiversidade que está disponível em museus, herbários e coleções microbiológicas, tornando-a disponível, de forma livre e aberta na internet.	splink.cria.org.br	Público
IUCN Red List of Threatened Species (<i>International Union for Conservation of Nature and Natural Resources</i>)	Fornecer informações sobre o estado de conservação e os riscos de extinção de milhares de espécies e subespécies em todas as regiões do mundo. Dentre os diversos recursos fornecidos, destaca-se a disponibilidade de dados espaciais de diversos grupos taxonômicos, no formato <i>shapefile</i> , que contém informações taxonômicas, status de distribuição, categoria da Lista Vermelha, entre outros.	iucnredlist.org/ technical-documents	Público

Fonte: Elaborado pela autora.

¹⁸ O IDEA-SP é integrante do Projeto DataGeo que tem o objetivo de estruturar, organizar e disponibilizar as bases de informações ambientais e territoriais do Sistema Ambiental Paulista.

¹⁹ A plataforma foi desenvolvida pelo BioComp (Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Computação) em conjunto com o Laboratório de Automação Agrícola (LAA) do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS) da Poli/USP.

(e) Capacitação de profissionais no órgão ambiental e empresas de consultoria

Outra questão importante diz respeito a capacitação de profissionais, com o oferecimento de qualificação, por meio de treinamentos, realização de eventos e, principalmente (PIPER, 2001), o desenvolvimento de um guia detalhado com o que deve ser incluído para a avaliação de potenciais impactos cumulativos (MA; BECKER; KILGORE, 2012).

Nesse sentido, os participantes da pesquisa de Dibo, Noble e Sánchez (2018) indicaram como principais iniciativas de gestão do conhecimento para dar suporte a boa prática AIC por especialistas, a necessidade de profissionais qualificados tanto para a condução da AIC pelos consultores quanto para a análise das avaliações por parte do órgão ambiental. Ainda, os participantes também consideraram como boa prática para capacitação o desenvolvimento de guia para auxiliar as importantes etapas de preparação e revisão dos documentos relacionados à AIC.

Sendo assim, considera-se a necessidade da CETESB desenvolver, em parceria com especialistas, um guia que considere os elementos de boas práticas do processo de AIC, conforme já discutido na Oportunidade I.

De modo complementar, além da realização de atividades para a capacitação dos profissionais, indica-se também a adoção de mecanismos internos às empresas de consultoria e ao órgão ambiental licenciador para a gestão do conhecimento gerado sobre a prática de AIC, visando contribuir nesse processo. A gestão do conhecimento pode ser definida como um conjunto de ações que tem como objetivo identificar, capturar, gerenciar e compartilhar todo o ativo de conhecimento gerado nas organizações (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

Uma iniciativa que pode ser utilizada no processo de gestão do conhecimento dessas organizações é a avaliação sistemática de lições aprendidas (*after actions reviews*). Estas podem ser conduzidas para auxiliar o processo de aprendizagem em uma organização, logo após um projeto ou atividade, de modo a captar as experiências e percepções dos envolvidos, e assim identificar os aspectos que podem ser alterados ou melhorados (STANDARDS AUSTRALIA, 2005). Desse modo, a discussão sobre lições aprendidas sobre casos que contemplaram a avaliação de impactos cumulativos pode contribuir com o processo de aprendizagem acerca dessa prática e assim, auxiliar na disseminação e troca desse conhecimento entre os profissionais das organizações.

Como exemplo de gestão do conhecimento em organizações, Sánchez e André (2013)

discutem três questões que motivaram duas agências ambientais governamentais em Quebec (Canadá) a adotarem iniciativas para tal propósito. São elas: (i) o entendimento por parte dos gestores que os processos de AIA criam conhecimento; (ii) a preocupação com a consistência e reprodutibilidade de recomendações; e (iii) a melhoria da eficiência nas agências, principalmente em relação a rotatividade de pessoas na organização.

De modo similar, Sánchez e Morrison-Saunders (2011) também discutiram as potencialidades da gestão do conhecimento para a melhoria da prática da AIA em uma agência governamental da Austrália Ocidental, ressaltando como principais elementos da gestão do conhecimento a preparação de guias e a gestão de informações espaciais.

Sob o escopo de empresas de consultoria especializadas em AIA no estado de São Paulo, Costanzo e Sánchez (2010) avaliaram como essas organizações promovem a gestão do conhecimento, identificando que há a adoção de repositórios internos de conhecimento e experiências relacionadas à criação, troca e retenção de conhecimento na maioria das empresas.

Diante dos exemplos supracitados, espera-se que estes – bem como outros disponíveis na literatura – possam alimentar as discussões acerca das iniciativas de gestão do conhecimento para que possam ser implementadas nas empresas de consultoria e órgão ambiental licenciador, tanto para a promoção da prática de AIA quanto da AIC em nível de projeto.

8.4. Oportunidade IV: Delineamento de responsabilidades acerca da AIC

Outra oportunidade que deve ser discutida no intuito de facilitar a integração da prática da AIC no processo de AIA, diz respeito ao delineamento de responsabilidades, principalmente entre o órgão ambiental licenciador e os proponentes/empresas de consultoria.

Dibo, Noble e Sánchez (2018) discutiram o nível de responsabilidade entre as diversas partes envolvidas no processo de avaliação ambiental, tendo como base a opinião de especialistas em AIA, acerca de três tarefas relacionadas à AIC: (1) identificação, análise ou modelagem de potenciais impactos cumulativos do projeto; (2) coleta ou fornecimento de informações sobre outros projetos ou planos na região do projeto; e (3) acompanhamento para o monitoramento dos impactos cumulativos do projeto.

Como principais resultados, os participantes da pesquisa indicaram que há a necessidade de um aumento do nível de responsabilidade em relação às três tarefas supracitadas para todas as partes envolvidas. Considerando a etapa de análise dos impactos

cumulativos, o principal responsável ainda deve ser o proponente/empresa de consultoria. Entretanto, as agências e a autoridade governamental devem aumentar sua participação nas três etapas, possivelmente com a realização de avaliações regionais para a identificação de impactos cumulativos em escalas mais amplas, bem como o estabelecimento de programas de monitoramento, orientando as avaliações em nível de projeto. Em destaque está a necessidade do fornecimento de informações acerca de outros projetos e planos regionais, bem como das condições atuais de componentes de interesse, por parte das autoridades.

Diante desses resultados, recomenda-se que haja uma colaboração entre as diversas partes que podem ser envolvidas no processo de AIA para que a avaliação e gestão de impactos cumulativos seja realizada de maneira efetiva (BAXTER; ROSS; SPALING, 2001). O IFC (2013) fornece diretrizes para o delineamento de responsabilidades entre as partes envolvidas no processo de AIC, que poderiam auxiliar esse propósito no contexto do estado de São Paulo.

O estabelecimento de uma comissão técnica composta por multi-stakeholders – recomendação de iniciativa apresentada anteriormente – é uma possibilidade de colaboração entre as partes, de maneira a contribuir no processo de condução da AIC por parte do proponente. Também se recomenda que a CETESB, sob o contexto apresentado, forneça as informações sobre de atividades atuais, bem como de projetos futuros planejados nas áreas de interesse, principalmente com a utilização da Sala Cenários. A gestão dos impactos cumulativos deve ser compartilhada entre os diversos empreendimentos de uma região que podem contribuir para a formação de impactos cumulativos sobre determinados componentes ambientais, a qual deve ser coordenada pelo órgão ambiental.

9. CONCLUSÕES

A pesquisa teve como objetivo propor um quadro de referência com diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte, visando facilitar a integração do processo de AIC para a biodiversidade na AIA de projetos submetidos ao licenciamento ambiental.

Apesar do foco da pesquisa se pautar na consideração de componentes ambientais relacionados à biodiversidade, as diretrizes propostas e respectivas iniciativas são plausíveis de adaptação para outros componentes ambientais e sociais de interesse. Do mesmo modo, o quadro pode ser uma referência para o processo de AIA de diversos tipos de projetos, assim como o exercício de identificação de potenciais impactos cumulativos considerando a contribuição incremental de diversas atividades em afetar componentes ambientais de interesse.

O estudo de caso relacionado ao setor sucroenergético do estado de São Paulo teve o propósito de exercitar a caracterização de potenciais impactos cumulativos sobre a biodiversidade, além de auxiliar a seleção de componentes ambientais de interesse, considerando a concentração de áreas de cultivo de cana-de-açúcar em uma mesma região. Constatou-se que a consideração dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos estudos de impacto ambiental analisados foi insatisfatória, quando cotejados com as recomendações de boas práticas elencadas pela literatura científica. Observou-se que os termos de referência pertinentes a esses estudos não apresentaram orientações específicas acerca da AIC.

No que diz respeito ao cenário canadense, verificou-se que a prática de AIC é mais estruturada, com requisitos explícitos para sua inserção nas avaliações ambientais por meio de legislações em nível federal e provincial, além da disponibilidade de diversos guias de boas práticas para a condução da AIC. De modo complementar, observou-se a presença de orientações para a avaliação dos impactos cumulativos do projeto em combinação com outras atividades nos termos de referência referentes aos quatro casos de estudo analisados, além de sua inserção nos estudos de impacto ambiental, contemplando elementos de boas práticas. Todavia, ressalta-se que há também constatações por parte da comunidade científica de que a prática de AIC no Canadá permanece insuficiente, tendo pouca influência nos processos de tomada de decisão de projetos, sendo necessária a contínua discussão para sua melhoria.

Tendo como base os resultados obtidos sobre a consideração de impactos cumulativos nos processos de avaliação de impacto ambiental do setor sucroenergético paulista, as lições

aprendidas com os casos de estudo canadense, além dos desafios e barreiras constatadas pela literatura, a pesquisa discutiu quatro oportunidades para a integração da AIC para a biodiversidade na avaliação de impacto ambiental de projetos submetidos ao licenciamento ambiental, considerando o contexto do estado de São Paulo.

A oportunidade I remete ao reconhecimento da necessidade da AIC no processo de AIA, principalmente quando da constatação de projetos que tenham o potencial de causar impactos significativos irreversíveis sob as condições de um ou mais componentes ambientais relacionados à biodiversidade, considerando o potencial de acumulação com impactos provenientes de outros projetos e atividades, no tempo e no espaço; ou ainda, quando da concentração de uma série de empreendimentos de mesma tipologia. De modo complementar, também se evidencia a necessidade do estabelecimento de orientações para a prática da AIC com o desenvolvimento de um guia técnico de boas práticas, de maneira a direcionar a prática de AIC nos estudos de impacto ambiental.

Em relação à oportunidade II, discutiu-se a inclusão do processo de condução da avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade no processo de AIA propriamente dito, com a apresentação de diretrizes gerais para a elaboração de requisitos nos Termos de Referência, dentre as quais: (i) explicitar a necessidade de avaliar os impactos do projeto em combinação com outras atividades do passado, presente e futuro; (ii) apresentar uma definição para o termo impacto cumulativo; (iii) definir critérios que podem ser adotados para a seleção dos CASs relacionados à biodiversidade; (iv) fornecer diretrizes para o estabelecimento de limites espaciais e temporais. Do mesmo modo, foram apresentadas diretrizes para a condução do processo de AIC para a biodiversidade nos estudos de impacto ambiental, que contemplam a descrição da abordagem e elementos da AIC, as opções para a descrição do ambiente afetado, bem como para a determinação das consequências ambientais.

A oportunidade III envolveu a recomendação de iniciativas que poderiam ser desenvolvidas e/ou aplicadas ao contexto da AIA de projetos, visando assim facilitar a integração da AIC no processo de AIA. Sendo assim, discutiu-se a possibilidade de: (i) estabelecimento de uma comissão técnica composta por múltiplas partes interessadas para a definição do escopo da AIC; (ii) articulação com instrumentos, programas e ações ambientais relacionadas à biodiversidade; (iii) utilização de base de dados publicamente disponíveis; (iv) criação de um repositório com dados e informações de programas de monitoramento sobre componentes relacionados à biodiversidade no âmbito do licenciamento ambiental; e (v)

capacitação de profissionais no órgão ambiental e empresas de consultoria acerca do processo de AIC.

Por fim, a oportunidade IV apresentou a necessidade do delineamento de responsabilidades acerca da AIC, na qual recomenda-se uma colaboração entre as diversas partes envolvidas no processo para a análise dos impactos cumulativos, para a coleta e fornecimento de informações sobre outros projetos e sobre as condições dos componentes ambientais selecionados, e ainda para o monitoramento dos impactos cumulativos analisados.

Diante do apresentado, espera-se que as diretrizes e recomendações de iniciativas de suporte propostas possam auxiliar na compreensão da prática de AIC tanto pelos órgãos ambientais, para a definição de requisitos e análise dos estudos de impacto ambiental, quanto pelas empresas de consultoria, para a elaboração dos estudos e incorporação da gestão adaptativa, além de disseminar o conhecimento sobre a temática em questão para todas as outras partes interessadas. De modo consequente, também se espera que a integração dessa prática no processo de AIA possa contribuir para os processos de tomada de decisão acerca dos projetos submetidos à aprovação no licenciamento ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABMI – ALBERTA BIODIVERSITY MONITORING INSTITUTE. **Our History**. 2014. Disponível em: <<http://www.abmi.ca/home/about-us/our-history.html>>. Acesso em: 10 mai. 2018.
- AGUIAR, D. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; FREITAS, R. M. Avaliação da conversão do uso e ocupação do solo para cana-de-açúcar utilizando imagens de sensoriamento remoto. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** Natal: INPE, 2009a.
- AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; CARVALHO, M. A. Expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: safras 2003/2004 a 2008/2009. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** Natal: INPE, 2009b.
- ALMEIDA, M. R. R.; MONTAÑO, M. A Efetividade dos Sistemas de Avaliação de Impacto Ambiental nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 79–106, 2017.
- ALMEIDA, V. M.; CARDOSO JÚNIOR, J. C. S. Registros de atropelamentos de animais silvestres na rodovia vicinal Antônio Joaquim de Moura Andrade entre os municípios de Mogi Guaçu-SP e Itapira-SP. **FOCO**, n. 7, p. 99–116, 2014.
- ANGELIERI, C. C. S.; ADAMS-HOSKING, C.; PASCHOALETTO, K. M.; DE BARROS FERRAZ, M.; DE SOUZA, M. P.; MCALPINE, C. A. Using species distribution models to predict potential landscape restoration effects on puma conservation. **PLoS ONE**, v. 11, n. 1, p. 1–18, 2016.
- ATKINSON, S. F.; BHATIA, S.; SCHOOLMASTER, F. A.; 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.
- AURA Environmental Research and Consulting LTD. **A review of the application of cumulative effects assessment in the context of Section 22 project environmental assessments conducted in the James Bay Northern Quebec Territory**. 2016.
- BALL, M.; SOMERS, G.; WILSON, J. E.; TANNA, R.; CHUNG, C.; DURO, D. C.; SEITZ, N. Scale, assessment components, and reference conditions: Issues for cumulative effects assessment in Canadian watersheds. **Integrated Environmental Assessment and Management**, v. 9, n. 3, p. 370–379, 2013.
- BALSADI, O. V.; FARIA, C. A. C. de; FILHO, R. N. Considerações sobre a dinâmica recente do complexo sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 26, n. 4, p. 21-31, 1996.

BARBAULT, R. Biodiversity dynamics: from population and community ecology approaches to a landscape ecology point of view. **Landscape and Urban Planning**, v. 31, n. 1-3, p. 89–98, 1995.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

BAXTER, W.; ROSS, W. a.; SPALING, H. Improving the practice of cumulative effects assessment in Canada. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 19, n. 4, p. 253–262, 2001.

BC EAO - BRITISH COLUMBIA ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OFFICE. **Guideline for the Selection of Valued Components and Assessment of Potential Effects**, 2013.

BECA, G. C. **Influência da paisagem sobre a persistência de mamíferos terrestres em fragmentos de Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biodiversidade) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2016.

BENNETT, A. F.; SAUNDERS, D. A. Habitat fragmentation and landscape change. In: SODHI, N. S.; EHRLICH, P. H. (Eds). **Conservation Biology for All**. Oxford University Press, 2010.

BÉRUBÉ, M. Cumulative effects assessments at Hydro-Québec: what have we learned? **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 25, n. 2, p. 101–109, 2007.

BIGARD, C.; PIOCH, S.; THOMPSON, J. D. The inclusion of biodiversity in environmental impact assessment: Policy-related progress limited by gaps and semantic confusion. **Journal of Environmental Management**, v. 200, p. 35–45, 2017.

BOTELHO, R. G. **Avaliação da qualidade da água do rio Piracicaba e efeito da vinhaça para organismos aquáticos antes e após a correção do pH**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2013.

BRAGAGNOLO, C.; GENELETTI, D. Addressing cumulative effects in Strategic Environmental Assessment of spatial planning. **Aestimum**, v. 60, p. 39–52, 2012.

BRASIL, 2003. **Resolução CONAMA n° 341, de 25 de setembro de 2003**. Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis como de interesse social para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação na Zona Costeira. 2003.

BRASIL, 2004. **Resolução CONAMA n° 349, de 16 de agosto de 2004**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos ferroviários de pequeno potencial de impacto e a regularização dos empreendimentos em operação.

BRODERICK, M.; DURNING, B.; SÁNCHEZ, L. E. Cumulative effects. In: THERIVEL, R.; WOOD, G. (Eds). **Methods of Environmental and Social Impact Assessment**. 4 ed. Routledge, New York, 2018.

BURRIS, R. K.; CANTER, L. W. Cumulative impacts are not properly addressed in environmental assessments. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 17, n. 1, p. 5–18, 1997.

BYRON, H. **Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A Good Practice Guide for Biodiversity and Environmental Impact Assessment**. 2000.

CALCENONI, V. **A Avaliação e Gestão de Efeitos Ambientais Cumulativos (AGEC) na Avaliação de Impacto Ambiental de projetos: o caso da Coordenadoria Geral de Petróleo e Gás (CGPEG) do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2016.

CANTER, L. **Cumulative Effects Assessment and Management: Principles, Process and Practices**. EIA Press: 2015.

CANTER, L. W.; ATKINSON, S. F. Multiple uses of indicators and indices in cumulative effects assessment and management. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 5, p. 491–501, 2011.

CANTER, L. W.; KAMATH, J. Questionnaire checklist for cumulative impacts. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 15, n. 4, p. 311–339, 1995.

CANTER, L.; ATKINSON, S. F. Adaptive management with integrated decision making: an emerging tool for cumulative effects management. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p. 287–297, 2010.

CANTER, L.; ROSS, B. State of practice of cumulative effects assessment and management: the good, the bad and the ugly. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p. 261–268, 2010.

CBD - CONVENTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY. **A Convenção sobre Diversidade Biológica**. 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dpg/_arquivos/cdbport.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

CCME - CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. **Canada-wide Definitions and Principles for Cumulative Effects**. 2014. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/enviro_assessment/CE Definitions and Principles 1.0 EN.pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/enviro_assessment/CE%20Definitions%20and%20Principles%201.0%20EN.pdf)>. Acesso em: 15 mar 2018.

CEAA – CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Canadian Environmental Assessment Act, 2012**. 2012.

CEAA - CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Operational Policy Statement: Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012**, 2015.

CEAA – CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Reference Guide: Addressing Cumulative Environmental Effects.** 1994.

CEAA – CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Technical Guidance for Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012 (DRAFT).** 2014.

CEMA – CUMULATIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ASSOCIATION. **About us.** 2012a. Disponível em: <<http://cemaonline.ca/index.php/about-us>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CEMA – CUMULATIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ASSOCIATION. **Regional Sustainable Development Strategy (RSDS) for the Athabasca Oil Sands Area.** Alberta Environment & Water. 1999.

CEMA – CUMULATIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ASSOCIATION. **Working groups.** 2012b. Disponível em: <<http://cemaonline.ca/index.php/about-us>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CEQ - COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY – CEQ. **Considering cumulative effects under the National Environmental Policy Act.** 1997.

CEQ - COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY – CEQ. **Guidance on the consideration of past actions in cumulative effects analysis.** 2005.

CEQ - COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. **Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act.** 1997.

CEQ - COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. **Guidance on the Consideration of Past Actions in Cumulative Effects Analysis.** 2005.

CEQ - COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY – CEQ. **Regulations for implementing the procedural provisions of the NEPA Act. 40 CFR Parts 1500-1508.** 1978. Disponível em: <http://energy.gov/sites/prod/files/NEPA-40CFR1500_1508.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2013.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão nº 217/2014/I, 06 de agosto de 2014.** Dispõe sobre a aprovação e divulgação do “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento Ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental no âmbito da CETESB”. 2014.

CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P.; CORREIA, J. E.; MARINHO, J. F. U.; CLUFF, D.; MULDER, R.; GAU, R.; JOHNSON, C. Assessing Cumulative Effects Impact on Wildlife. **Bear Tracks**, n. 8, p. 1–8, 2002.

COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, n. 5, p. 396–406, 2007.

CONNELLY, R. B. Canadian and international EIA frameworks as they apply to cumulative effects. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 5, p. 453–456, 2011.

CONTANT, C. K.; WIGGINS, L. L. Defining and analyzing cumulative environmental impacts. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 11, n. 4, p. 297–309, 1991.

COOPER, L. M. **Guidelines for Cumulative Effects Assessment in SEA of Plans EPMG Occasional Paper 04/LMC/CEA, Imperial College London**. 2004.

COOPER, L. M.; SHEATE, W. R. Cumulative effects assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 22, n. 4, p. 415–439, 2002.

COOPER, L. M.; SHEATE, W. R. Integrating cumulative effects assessment into UK strategic planning: implications of the European Union SEA Directive. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 22, n. 1, p. 5–16, 2004.

COOPER, T. A.; CANTER, L. W. Documentation of cumulative impacts in environmental impact statements. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 17, p. 385–411, 1997.

CORREIA, J. E. **Avaliação da toxicidade da vinhaça tratada quimicamente utilizando oreochromis niloticus (Perciformes: cichlidae) como organismo teste**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Rio Claro, 2015.

COSTA, C. R.; OLIVI, P. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

CRANO, W. D.; BREWER, M. B. **Principles and Methods of Social Research**. 2 ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates. 2002.

DA COSTA, A. C. P. Impactos ambientais da expansão do setor sucroalcooleiro em São Paulo. In: **Workshop Aspectos Ambientais da cadeia do etanol de cana-de-açúcar**. São Paulo. 2008.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação**. São Paulo: Futura, 1998.

DE MOURA, M. A. M.; FRANCO, D. A. D. S.; MATALLO, M. B. Impacto De Herbicidas Sobre Os Recursos Hídricos. **RevistaTecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 142–151, 2008.

DEAT - Department of Environmental Affairs and Tourism. **Cumulative Effects Assesment, Integrated Environmental Management**, Information Series 7, Department of Environmental Affairs and Tourism (DEAT), Pretoria, 2004.

DEERCREEK ENERGY LIMITED. **Environmental Impact Assessment – Total E&P Canada Ltd. Joslyn North Mine Project**. Section D-Environmental Assessment. 2006.

DIBO, A. P. A. **A inserção de impactos ambientais cumulativos em Estudos de Impacto Ambiental: o caso do setor sucroenergético paulista**. Dissertação (Mestrado em Ciências –

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

DIBO, A. P. A.; SÁNCHEZ, L. E. Biodiversity information in sugarcane industry CEA. In: Proceedings of the 37th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, Montréal, Canada. **Anais...** Montréal, Canada: 2017. Disponível em: <<http://conferences.iaia.org/2017/final-papers/Dibo, Ana Paula - Biodiversity Information in Sugarcane Industry CEA.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

DIBO, A. P. A.; SIQUEIRA-GAY, J.; GIANNOTTI, M. A.; SÁNCHEZ, L. E. SIG e mpactos cumulativos sobre a biodiversidade no contexto do setor sucroenergético paulista. In: Anais do 3º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto e 4a Conferência da Rede de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos, **Anais...**2016. Disponível em: <<http://avaliacaodeimpacto.org.br/wp-content/uploads/2017/02/AnaisCBAI16.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

DIBO, A. P. A; NOBLE, B.; SÁNCHEZ, L. S. Perspectives on driving changes in project-based cumulative effects assessment for biodiversity: lessons from the Canadian experience. **Environmental Management**, 2018.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Felids in an agricultural landscape in São Paulo, Brazil. **CATnews**, v. 51, p. 22–25, 2009.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Medium to large-sized mammals in agricultural landscapes of south-eastern Brazil. **Mammalia**, v. 75, n. 4, p. 345–352, 2011.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 287–292, 2007.

DUARTE, C. G.; DIBO, A. P. A.; SIQUEIRA-GAY, J.; SÁNCHEZ, L. E. Practitioners' perceptions of the Brazilian environmental impact assessment system: results from a survey. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 5517, n. June, p. 1–17, 2017.

DUARTE, C. G.; DIBO, A.; SÁNCHEZ, L. E. O que diz a pesquisa acadêmica sobre avaliação de impacto e licenciamento ambiental no Brasil? **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 245–278, 2017.

DUARTE, C. G.; GAUDREAU, K.; GIBSON, R. B.; MALHEIROS, T. F. 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.

DUINKER, P. N. Cumulative Effects Assessment: what's the big deal? In: KENEDY, A. (Ed.). **Cumulative effects assessment in Canada**. Alberta Society of Professional Biologists, Alberta, Canada. 1994.

DUINKER, P. N.; BURBIDGE, E. L.; BOARDLEY, S. R.; GREIG, L. a. Scientific Dimensions of Cumulative Effects Assessment: Toward Improvements in Guidance for Practice. **Environmental Reviews**, v. 21, p. 40–52, 2013.

DUINKER, P. N.; GREIG, L. The impotence of cumulative effects assessment in Canada: Ailments and ideas for redeployment. **Environmental Management**, v. 37, n. 2, p. 153–161, 2006.

DUPIN, P.; CASTRO, A.; BRITO, M. L. de; WERBER, M.; BRANDT, W.; NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impactos Cumulativos de Projetos Mínero-Siderúrgicos. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto e 2ª Conferência da REDE de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos, **Anais...**2012. Disponível em: <http://avaliacaodeimpacto.org.br/wpcontent/uploads/2012/10/098_impactoscumulativos.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

EC – **European Commission. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions.** 1999.

ELLSTRAND, N. C.; ELAM, D. R. Population Genetic Consequences of Small Population Size: Implications for Plant Conservation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1993, p. 217–242, 1993.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents.** United States Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities.1999.

FAHRIG, L.; MERRIAM, G. Conservation of fragmented populations. **Conservation Biology**, v. 8, n. 1, p. 50–59, 1994.

FILOSO, S.; BRAGA, J.; FERNANDA, S.; RAFAELA, S.; LINS, M.; FIGUEIREDO, T.; ANTONIO, L. Reassessing the environmental impacts of sugarcane ethanol production in Brazil to help meet sustainability goals. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 1847–1856, 2015.

FOLEY, M. M.; MEASE, L. A.; MARTONE, R. G.; PRAHLER, E. E.; MORRISON, T. H.; MURRAY, C. C.; WOJCIK, D. The challenges and opportunities in cumulative effects assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 62, p. 122–134, 2017.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology.** New York: John Wiley. 1986.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Fundamentos de Genética da Conservação.** Sociedade Brasileira de Genética: Ribeirão Preto. 2008.

FRANKLIN, A. B.; NOON, B. R.; GEORGE, T. L. What is habitat fragmentation? **Studies in Avian Biology**, v. 25, n. 25, p. 20–29, 2002.

FRANKLIN, J. F.; CROMACK, K.; DENISON, W.; MCKEE, A.; MASER, C.; SEDELL, J.; SWANSON, F.; JUDAY, G. Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests. **Forest Service**, General Technical Report PNW-118, 1981.

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, n. 3, p. 261–270, 2011.

GALLARDO, A. L. C. F.; DA SILVA, J. C.; GAUDERETO, G. L.; SOZINHO, D. W. F. A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, p. 22–47, 2017.

GARCÍA, D.; MARTÍNEZ, D. Species richness matters for the quality of ecosystem services: a test using seed dispersal by frugivorous birds. **Proceedings. Biological sciences / The Royal Society**, v. 279, n. March, p. 3106–3113, 2012.

GENELETTI, D. Biodiversity Impact Assessment of roads: An approach based on ecosystem rarity. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, n. 3, p. 343–365, 2003.

GHELER-COSTA, C.; VETTORAZZI, C. A.; PARDINI, R.; VERDADE, L. M. The distribution and abundance of small mammals in agroecosystems of southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 76, n. 2, p. 185–191, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 1, p. 1–7, 2009.

GOMES, S. C.; RIBEIRO, L. T.; TAKEISHI, J.; POLETO, M. C.; CHAVES, L. S. M.; BERBERT, C. M. S. Espécies Ameaçadas da Fauna em Áreas de Canaviais do Setor Sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto e 2ª Conferência da REDE de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos**, p. 18, 2012.

GONTIER, M.; BALFORS, B.; MÖRTBERG, U. Biodiversity in environmental assessment-current practice and tools for prediction. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 26, n. 3, p. 268–286, 2006.

GONZÁLEZ, A.; KENEGHAN, D.; FRY, J.; HOCHSTRASSER, T. Current practice in biodiversity impact assessment and prospects for developing an integrated process. **Impact Assessment & Project Appraisal**, v. 32, n. 1, p. 31–42, 2014.

GREIG, L.; DUINKER, P. **Strengthening impact assessment: what problems do integration and focus fix?** **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 32, n. 1, p. 23–24, 2014.

GUNN, J. H.; NOBLE, B. F. A conceptual basis and methodological framework for regional strategic environmental assessment (R-SEA). **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 27, n. 4, p. 258–270, 2009.

HARRIMAN, J.; NOBLE, B. F. Characterizing Project and Strategic Approaches To Regional Cumulative Effects Assessment in Canada. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 10, n. 01, p. 25–50, 2008.

HD MINING INTERNATIONAL LTD. **Application for an Environmental Assessment Certificate/Environmental Impact Statetement (Application/EIS) for the Murray River Coal Project: Federal Cumulative Effects Assessment**. 2014.

HEGMANN, G. C.; COCKLIN, R.; CREASEY, S.; DUPUIS, A.; KENNEDY, L.; KINGSLEY, W.; ROSS, H.; SPALING, H.; STALKER, D. **Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide**, 1999.

HOBBS, R. Future landscapes and the future of landscape ecology. **Landscape and Urban Planning**, v. 37, p. 1-9, 1997.

HOBBS, R. J. The ecological context: a landscape perspective. In: PERROW, M. R.; DAVY, A. J. **Handbook of Ecological Restoration**. Volume 1: Principles of Restoration. Cambridge University Press, 2002.

IAIA – INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. A biodiversidade na Avaliação de Impactos. **Edições Especiais Nº 3**, p. 1–2, 2005.

IAIA – INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Cumulative Effects Assessment. Fastips no. 17**. Prepared by J. Blakley, P. Duinker, L. Greig, G. Hegmann, B. Noble, 2017.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Norma Técnica nº 10/2012 (CGPEG/DILIC/IBAMA). **Identificação e avaliação de impactos ambientais**: orientações, metodológicos no âmbito do licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. 2012.

IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **Good Practice Handbook, Cumulative Impact Assessment and Management**: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets. World Bank Group, Washington, DC. 2013.

IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **Guidance Note 6**: Biodiversity Conservation and Sustainable Management of Living Natural Resources. World Bank Group, Washington, DC. 2012.

INAC – INDIAN AND NORTHERN AFFAIRS CANADA. **A Citizen's Guide to Cumulative Effects**. 2007.

JACKSON, N. D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. **Biological Conservation**, v. 144, n. 12, p. 3143–3148, 2011.

JOHNSON, B.; CHRISTENSEN, L. **Educational research**: quantitative, qualitative, and mixed approaches, 6th edn. SAGE Publications, Thousand: 2017.

JOHNSON, C. J. Defining and Identifying Cumulative Environmental, Health, and Community Impacts. In: GILLINGHAM, M. P. et al. (Eds). **The Integration Imperative: cumulative environmental, community and health effects of multiple natural resources developments**. Springer: 2016.

JOHNSON, J. E.; PATTERSON, D. A.; MARTINS, E. G.; COOKE, S. J.; HINCH, S. G. Quantitative methods for analysing cumulative effects on fish migration success: A review. **Journal of Fish Biology**, v. 81, n. 2, p. 600–631, 2012.

JOLY, C. A.; VERDADE, L.M.; HUNTLEY, B.; DALE, V.; MACE, G.; MUOK, B.; RAVINDRANATH, N.H.; Biofuel Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services. In: SOUZA, G. M.; VICTORIA, R. L.; JOLY, C.; A.; VERDADE, L. M. (Eds) **Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps**. Áttema Editorial: Assessoria e Design, 2015.

KARLSON, M.; MÖRTBERG, U.; BALFORS, B. Road ecology in environmental impact assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 48, p. 10–19, 2014.

KEEYASK HYDROPOWER LIMITED PARTNERSHIP. **KEEYASK GENERATION PROJECT: PROJECT RESPONSE TO EIS GUIDELINES. CHAPTER 7: CUMULATIVE EFFECTS ASSESSMENT**. 2012

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**, v. 28, n. 3, p. 189–200, 2010.

KUMAR, S.; GOPAL, K. Impact of distillery effluent on physiological consequences in the freshwater teleost *Channa punctatus*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 66, n. 5, p. 617–622, 2001.

LAURANCE, W. F. Habitat destruction: death by a thousand cuts. In: SODHI, N. S.; EHRLICH, P. H. (Eds). **Conservation Biology for All**. Oxford University Press, 2010.

LEFKOVITCH, L. P.; FAHRIG, L. Spatial characteristics of habitat patches and population survival. **Ecological Modelling**, v. 30, n. 3-4, p. 297–308, 1985.

LITORAL SUSTENTÁVEL. **Petrobras e Ibama apresentam Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos**. 2015. Disponível: <<http://litoralsustentavel.org.br/noticias-sobre-o-projeto/petrobras-e-ibama-apresentam-projeto-de-avaliacao-de-impactos-cumulativos/>>. Acesso: 20 abr. 2018.

MA, Z.; BECKER, D. R.; KILGORE, M. A. Assessing cumulative impacts within state environmental review frameworks in the United States. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 29, n. 6, p. 390–398, 2009.

MA, Z.; BECKER, D. R.; KILGORE, M. A. Barriers to and opportunities for effective cumulative impact assessment within state-level environmental review frameworks in the United States. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 55, n. 7, p. 961–978, 2012.

MACDONALD, L. H. Evaluating and managing cumulative effects: Process and constraints. **Environmental Management**, v. 26, n. 3, p. 299–315, 2000.

MANNING, A. D.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 132, n. 3, p. 311–321, 2006.

MANNING, A. D.; LINDENMAYER, D. B. Paddock trees, parrots and agricultural production: An urgent need for large-scale, long-term restoration in south-eastern Australia. **Ecological Management and Restoration**, v. 10, n. 2, p. 126–135, 2009.

MARINHO, J. F. U.; CORREIA, J. E.; MARCATO, A. C. D. C.; PEDRO-ESCHER, J.; FONTANETTI, C. S. Sugar cane vinasse in water bodies: Impact assessed by liver histopathology in tilapia. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 110, p. 239–245, 2014.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: Environmental and social challenges. **Ecological Applications**, v. 18, n. 4, p. 885–898, 2008.

MARTINELLI, L. A.; GARRETT, R.; FERRAZ, S.; NAYLOR, R. Sugar and ethanol production as a rural development strategy in Brazil: Evidence from the state of São Paulo. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 5, p. 419–428, 2011.

MASDEN, E. A.; FOX, A. D.; FURNESS, R. W.; BULLMAN, R.; HAYDON, D. T. Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 1, p. 1–7, 2010.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 71, n. 3-1, p. 445-461, 1999.

METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: An hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **ActaOecologica**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação Ambiental Integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

MOREIRA, R. A.; MANSANO, A. da S.; ROCHA, O. O efeito da toxicidade aguda do herbicida Atrazina para o cladóceros *moina minuta hansen*, 1899. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, p. 77–90, 2013.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 30, n. 1, p. 5–14, 2012.

MOUTINHO, M. F. **Ecotoxicidade comparativa dos herbicidas da cana-de-açúcar para larvas de anfíbios**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. 4ª. Câmara de Coordenação e Revisão. **Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência**. Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, 2004.

NERI, A. C.; DUPIN, P.; SÁNCHEZ, L. E. A pressure–state–response approach to cumulative impact assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 288–298, jul. 2016.

NITSCHKE, C. R. The cumulative effects of resource development on biodiversity and ecological integrity in the Peace-Moberly region of Northeast British Columbia, Canada. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 7, p. 1715–1740, 2008.

NOAA – National Oceanic & Atmospheric Administration. **Guidance on Cumulative Effects Analysis in Environmental Assessments and Environmental Impact Statements**. 2012.

NOBLE, B. **Introduction to Environmental Impact Assessment: A Guide to Principles and Practice**. 3ed. Oxford University, 2015a.

NOBLE, B. Cumulative Effects Research: Achievements, Status, Directions and Challenges in the Canadian Context. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 17, n. 01, p. 1550001, 2015b.

NOBLE, B. **Cumulative Environmental Effects and the Tyranny of Small Decisions: Towards Meaningful Cumulative Effects Assessment and Management** Natural Resources and Environmental Studies Institute Occasional Paper No. 8, University of Northern British Columbia, Prince George, B.C., Canada., 2010.

NOBLE, B. Strategic approaches to regional cumulative effects assessment: a case study of the Great Sand Hills, Canada. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 26, n. 2, p. 78–90, 2008.

NOBLE, B.; GUNN, J. **Review of KHLP's Approach to the Keeyask Generation Project Cumulative Effects Assessment**. Prepared for the Public Interest Law Centre, Winnipeg, Manitoba, CA, 2013.

NOBLE, B.; LIU, J.; HACKETT, P. The Contribution of Project Environmental Assessment to Assessing and Managing Cumulative Effects: Individually and Collectively Insignificant? **Environmental Management**, v. 59, n. 4, p. 531–545, 2016.

NOSS, R. F. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. **Conservation Biology**, v. 4, n. 4, p. 355–364, 1990.

OLAGUNJU, A.; GUNN, J. Selection of valued ecosystem components in cumulative effects assessment: lessons from Canadian road construction projects. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 33, n. 3, p. 207–219, 2015.

OLAGUNJU, A.; GUNN, J. What influences valued ecosystem component selection for cumulative effects in impact assessment? **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 15, n. 4, p. 1–22, 2013.

OLIVEIRA, A. N. **Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

OLIVEIRA, V. R. S. Avaliação de impactos cumulativos no Brasil: origem, prática e barreiras. In: 6º Congresso de Meio Ambiente da AUGM. **Anais...** São Carlos: AUGM, 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-075.pdf>>. Acesso em 15 mar. 2014.

OLIVEIRA, V. R. S. De. **Impactos cumulativos na avaliação de impactos ambientais: fundamentação, metodologia, legislação, análise de experiências e formas de abordagem**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, 2008.

OLIVEIRA; A. N. **Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no cerrado brasileiro**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PACHECO, C. S. G.; SANTOS, R. P. Territórios monocultores e (in) sustentabilidade ambiental: uma discussão sobre impactos da queima de cana de açúcar no Vale Sanfranciscano. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 02, n. 01, 2013.

PENATTI, C. P. Vinhaça e seus efeitos no solo e na planta. In: **Workshop Tecnológico sobre Vinhaça**. Jaboticabal. 2007.

PENTEADO, M. **Distribuição e abundância de aves em relação ao uso da terra na bacia do rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2006.

PERDICOÚLIS, A.; PIPER, J. Network and system diagrams revisited: Satisfying CEA requirements for causality analysis. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, n. 7, p. 455–468, 2008.

PIPER, J. M. Barriers to implementation of cumulative effects assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 3, n. 4, p. 465–481, 2001.

PLESE, L. P. M.; SILVA, C. L.; FOLONI, L. L. Distribuição nos compartimentos ambientais dos herbicidas utilizados nas culturas de algodão, café e citros. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 123-132, 2009.

POPE, J.; BOND, A.; MORRISON-SAUNDERS, A.; RETIEF, F. Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 41, p. 1–9, 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. 6, 1141–1153, 2009.

RINALDI, E. O.; DEODATO, F.; BERTOLUCI, J. M. L.; POLETTO, M. C.; SAITO, H. M. Licenciamento Ambiental e evolução do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo no período de 2008 a 2011. In: 1º CONG. BRAS. AVAL. IMPACTO E 2ª CONF. REDE DE LÍNGUA PORT. AVAL. IMPACTOS. **Anais...** São Paulo: ABAI/REDE/IAIA, 2012.

RUDORFF, B. F. T.; DE AGUIAR, D. A.; DA 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 Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057–1076, 2010.

SALA, O. E.; SAX, D.; LESLIE, H. Biodiversity consequences of biofuel production. In: HOWARTH, R. W.; BRINGEZU, S. (Eds.). **Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use**. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment, 2008, Gummersbach, Germany. Cornell University, Ithaca NY, USA.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2 ed. 2013.

SÁNCHEZ, L. E.; ANDRÉ, P. Knowledge Management in Environmental Impact Assessment Agencies: a Study in Québec, Canada. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 15, n. 03, p. 1350015, 2013.

SÁNCHEZ, L. E.; MORRISON-SAUNDERS, A. Learning about knowledge management for improving environmental impact assessment in a government agency: the Western Australian experience. **Journal of environmental management**, v. 92, n. 9, p. 2260–71, 2011.

SÃO PAULO. **Resolução Conjunta SMA-SAA nº 004, de 18 de setembro de 2008**. Dispõe sobre o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. 2008.

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 22 de 17 de março de 2017**. Dispõe sobre os procedimentos relativos à suspensão da queima da palha da cana-de-açúcar, ditados pela Lei Estadual n 11.241, de 19 de setembro de 2002, e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 47.700, de 11 de março de 2003. 2017.

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 24, de 29 de junho 2005**. Regulamenta dispositivos do Decreto Estadual nº 49.215, de 7 de dezembro de 2004, que institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte.

SCHIESARI, L.; CORRÊA, D. T. Consequences of agroindustrial sugarcane production to freshwater biodiversity. **GCB Bioenergy**, v. 8, n. 3, p. 644–657, 2015.

SCHIESARI, L.; GRILLITSCH, B. Pesticides meet megadiversity in the expansion of biofuel crops. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 4, p. 215–221, 2011.

SCHIESARI, L.; WAICHMAN, a.; BROCK, T.; ADAMS, C.; GRILLITSCH, B. Pesticide use and biodiversity conservation in the Amazonian agricultural frontier. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120378, 2013.

SCHLESINGER, S.; ORTIZ, L.; MORENO, C.; BERMAN, C.; ASSIS, W. F. T. **Novos caminhos para o mesmo lugar: a falsa solução dos agrocombustíveis**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil. 2008.

SCHNEIDER, R. R.; STELFOX, J. B.; BOUTIN, S.; WASEL, S. Managing the cumulative impacts of land uses in the western Canadian sedimentary basin: a modeling approach. **Conservation Ecology**, v. 7, n. 1, p. 8, 2003.

SCOPUS. **Analyze search results.** Disponível em: <<https://www.scopus.com/term/analyzer.uri?sid=e659323995927db978dc90552b2af86a&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28%22cumulative+effects+assessment%22+or+%22cumulative+impact+assessment%22%29&sort=r-f&sdt=cl&sot=b&sl=80&count=247&analyzeResults=Analyze+results&cluster=scosubtype%2c%22ar%22%2ct%2c%22re%22%2ct&txGid=8d117d54be0ebf9e51ac2ad733fc53fc>>. Acesso em: 30 set. 2018.

SEITZ, N. E.; WESTBROOK, C. J.; NOBLE, B. F. Bringing science into river systems cumulative effects assessment practice. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 3, p. 172–179, 2011.

SLOOTWEG, R.; KOLHOFF, A. A generic approach to integrate biodiversity considerations in screening and scoping for EIA. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, n. 6, p. 657–681, 2003.

SLOOTWEG, R.; RAJVANSI, A.; MATHUS, V. B.; KOLHOFF, A. **Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing Ecosystem Services for Human Well-Being**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2009.

SÖDERMAN, T. Treatment of biodiversity issues in impact assessment of electricity power transmission lines: A Finnish case review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 26, n. 4, p. 319–338, 2006.

SPALING, H. Cumulative environmental change: concepts and principles. **Impact Assessment**, v. 12, n. 3, p. 231-252, 1994.

SPALING, H.; SMIT, B. A conceptual model of cumulative environmental effects of agricultural land drainage. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 53, n. 2, p. 99–108, 1995.

SPALING, H.; SMIT, B. Cumulative environmental change: Conceptual frameworks, evaluation approaches, and institutional perspectives. **Environmental Management**, v. 17, n. 5, p. 587–600, 1993.

SPALING, H.; ZWIER, J.; ROSS, W.; CREASEY, R. Managing Regional Cumulative Effects of Oil Sands Development in Alberta, Canada. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 02, n. 04, p. 501–528, 2000.

STANDARDS AUSTRALIA. **AS 5037 – 2005**. Knowledge Management - A Guide. 2005.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. 2011. **Relatório TC 025.829/2010-6**.

TESOLIN, G. A. S.; MARSON, M. M.; JONSSON, C. M.; NOGUEIRA, A. J. A.; DE SIQUEIRA FRANCO, D. A.; DE ALMEIDA, S. D. B.; MATALLO, M. B.; DE MOURA, M. A. M. Avaliação da toxicidade de herbicidas usados em cana-de-açúcar para o Paulistinha (Danio rerio). **Mundo da Saude**, v. 38, n. 1, p. 86–97, 2014.

THERIVEL, R.; ROSS, B. Cumulative effects assessment: Does scale matter? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 27, n. 5, p. 365–385, 2007.

TREWEEK, J. **Ecological Impact Assessment**. Oxford, UK: Blackwell Science. 1999.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. **Annual Review Ecology and Systematics**, v.20, p. 171-197, 1989.

UNIÃO EUROPEIA 2014. Diretiva 2014/52/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014 , que altera a Diretiva 2011/92/UE relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente. **Diário Oficial**. 2014.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. **Diário Oficial**, 1997.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 85/338/EC do Conselho de 27 de junho de 1985 relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente. **Diário Oficial**, n. L 175/40, 05 Jul. 1985.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR.**Projeto Cana Conviver**. 2016. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/cana-conviver/>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

URIARTE, M.; YACKULIC, C. B.; COOPER, T.; FLYNN, D.; CORTES, M.; CRK, T.; CULLMAN, G.; MCGINTY, M.; SIRCELY, J. Expansion of sugarcane production in São Paulo, Brazil: Implications for fire occurrence and respiratory health. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 132, n. 1–2, p. 48–56, 2009.

VERDADE, L. M.; GHELER-COSTA, C.; PENTEADO, M.; DOTTA, G. The impacts of sugarcane expansion on wildlife in the state of Sao Paulo, Brazil. **Journal of Sustainable Bioenergy Systems**, v. 02, n. 04, p. 138–144, 2012.

VERDADE, L. M.; ROSALINO, L. M.; GHELER-COSTA, C.; PEDROSO, N. M.; LYRA-JORGE, M. C. Adaptation of Mesocarnivores (Mammalia: Carnivora) to agricultural landscape: ROSALINO, L. M.; GHELER-COSTA, C. (Eds). **Middle-Sized Carnivorres in Agricultures Landscapes**. Nova Science Publishers: 2011.

VON GLEHN, H. C. Uso do Solo e Biodiversidade. In: **Workshop Aspectos Ambientais da cadeia do etanol de cana-de-açúcar**. São Paulo. 2008.

WALTER, A.; GALDOS, M. V.; SCARPARE, F. V.; LEAL, M. R. L. V.; SEABRA, J. E. A.; DA CUNHA, M. P.; PICOLI, M. C. A.; DE OLIVEIRA, C. O. F. Brazilian Sugarcane Ethanol: Developments so far and Challenges for the Future. **Advances in Bioenergy: The Sustainability Challenge**, v. 3, n. 1, p. 70–92, 2014.

WÄRNBÄCK, A.; HILDING-RYDEVIK, T. Cumulative effects in Swedish EIA practice - difficulties and obstacles. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 29, n. 2, p. 107–115, 2009.

WEGNER, A; MOORE, S; BAILEY, J. Consideration of biodiversity in environmental impact assessment in Western Australia: Practitioner perceptions. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 2, p. 143–162, 2005.

WESTBROOK, C. J.; NOBLE, B. F. Science requisites for cumulative effects assessment for wetlands. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 31, n. 4, p. 318-323, 2013.

WESTERVELT, J. **Supporting Cumulative Impact Analyses**. Chicago: Midwest Natural Resources Group, 2004.

WORLD BANK. **Sample Guidelines: Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey**. 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 4^a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZAÚ, A. S. A Ecologia da Paisagem no Planejamento Territorial. **Floresta e Ambiente**, v. 4, p. 98-03, 1997.

APÊNDICE A - Consideração de impactos cumulativos sobre a biodiversidade nos Estudos de Impacto Ambiental do setor sucroenergético paulista analisados.

EIA	Transcrição dos trechos selecionados dos Estudos de Impacto Ambiental	Capítulo do EIA	Síntese
EIA 2	<p>p. 278: A chegada da cana-de-açúcar a região data de meados do Século XX e vem se firmando na região nas últimas décadas, trazendo uma nova perspectiva de alterações para a região. Tais alterações na paisagem e no ecossistema devem ter proporcionado uma perturbação na comunidade de mamíferos e outros animais na região fazendo com que alguma parte de seus elementos fosse perdida e ou reduzida a níveis populacionais baixos. Este estudo de avaliação de impacto deve considerar esta situação descrita como ponto de partida para análise, considerando os impactos cumulativos, segundo a definição apresentada por Sánchez (2008), e os impactos diretos e indiretos provenientes do empreendimento.</p> <p>p. 303: A região é nitidamente influenciada por impactos cumulativos de tempos passados que pressionaram a fauna para organismos generalistas ou tolerantes, sendo que a substituição da paisagem em grande escala pode ser prejudicial para a fauna através do afugentamento e outros impactos já mencionados.</p>	Diagnóstico	<p>Necessidade de considerar impactos cumulativos sobre mamíferos e outros animais de atividades do passado</p> <p>Impactos cumulativos do passado propiciam o aparecimento de organismos generalistas ou tolerantes</p>
EIA 3	<p>p. 334: A chegada da cana-de-açúcar à região data do início do século XX e vem se firmando na região nas últimas décadas, trazendo uma nova perspectiva de alterações para a região, substituindo culturas perenes (café e laranja). Tais alterações na paisagem e no ecossistema devem ter proporcionado uma perturbação na comunidade de mamíferos e outros animais na região fazendo com que alguma parte de seus elementos fosse perdida e ou reduzida a níveis populacionais baixos. Este estudo de avaliação de impacto deve considerar esta situação descrita como ponto de partida para análise, considerando os impactos cumulativos, segundo a definição apresentada por Sánchez (2008), os impactos diretos e indiretos provenientes do empreendimento.</p> <p>p. 353: A região apresentou grande diversidade quando medida em equitabilidade, mas diversidade comum para o estado quando medida em riqueza de espécies. Esta segunda medida possui grande tendência de variação a índices mais elevados para amostragens mais intensas no espaço ou no tempo. Portanto, podemos considerar que apesar dos impactos cumulativos existentes na região</p>	Diagnóstico	<p>Necessidade de considerar impactos cumulativos sobre mamíferos e outros animais de atividades do passado</p> <p>Impactos cumulativos do passado propiciam o aparecimento de organismos generalistas ou tolerantes</p>

	<p>para mamíferos a comunidade está persistindo em elevada diversidade.</p> <p>p. 354: A região é nitidamente influenciada por impactos cumulativos de tempos passados que pressionaram a fauna para organismos generalistas ou tolerantes e a substituição da paisagem em grande escala pode ser prejudicial para a fauna através do afugentamento e outros impactos já mencionados.</p>		
EIA 13	<p>p. 172: A baixa qualidade ambiental diagnosticada na área parece ser influenciada por impactos cumulativos do passado, sendo a substituição das paisagens naturais em grande escala prejudicial à fauna, refletindo em um maior percentual de espécies generalistas ou tolerantes a ambientes degradados.</p> <p>p. 186: Outro possível impacto são as contaminações por agrotóxicos, pois podem vir a causar danos sobre a avifauna local através da bioacumulação, através da ingestão direta de insetos contaminados por agrotóxicos.</p>	Diagnóstico	<p>Impactos cumulativos do passado propiciam o aparecimento de organismos generalistas ou tolerantes</p> <p>Bioacumulação de substâncias tóxicas em insetos, devido aos agrotóxicos, causando danos à avifauna</p>
EIA 15	<p>p. 424: Objetivo específico do levantamento faunístico: identificar os possíveis impactos (futuros e cumulativos) do empreendimento.</p> <p>p. 443: A caça deve ser vista como um evento que sempre ocorreu na região, mas associada (efeito cumulativo) a outras fontes de impacto pode atuar de forma devastadora em espécies de grande porte com baixa frequência de ocorrência.</p> <p>p. 444: Mastofauna: a análise da situação geral da região sugere um estado aceitável da comunidade, mas muito vulnerável a perturbações. Dificilmente os impactos cumulativos poderão ser revertidos integralmente por ações mitigadoras ou compensatórias, nem poderão ser definidos como atos exclusivos da atividade canavieira, ou respostas de ações direta da Usina, mas tais medidas poderão colaborar para que, no futuro, os efeitos individuais de cada impacto sejam reduzidos e assim colaborem para a redução cumulativa dos mesmos.</p>	Diagnóstico/ Análise de Impactos	<p>Identificação de impactos cumulativos sobre a fauna como um dos objetivos do diagnóstico</p> <p>A caça, associada a outras atividades, podem ocasionar efeito cumulativo</p> <p>Necessidade de ações mitigadoras ou compensatórias para a redução de impactos cumulativos sobre a mastofauna</p> <p>Aumento da poeira na vegetação, devido ao aumento do tráfego de veículos, pode contribuir para a</p>

	<p>p. 520: Com o aumento do tráfego, poderá também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p> <p>p. 641:Atividade: Aumento do fluxo de veículos e maquinário agrícola: com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p>		formação de impactos cumulativos
EIA 17	<p>p. 404: A caça deve ser vista como um evento que sempre ocorreu na região, mas associada (efeito cumulativo) a outras fontes de impacto pode atuar de forma devastadora em espécies de grande porte com baixa frequência de ocorrência.</p> <p>p.405: Mastofauna: a análise da situação geral da região sugere um estado aceitável da comunidade, mas muito vulnerável a perturbações. Dificilmente os impactos cumulativos poderão ser revertidos integralmente por ações mitigadoras ou compensatórias, nem poderão ser definidos como atos exclusivos da atividade canavieira, ou respostas de ações direta da Usina, mas tais medidas poderão colaborar para que, no futuro, os efeitos individuais de cada impacto sejam reduzidos e assim colaborem para a redução cumulativa dos mesmos.</p> <p>p. 478: Com o aumento do tráfego, poderá também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da</p>	Diagnóstico/ Análise de Impactos	<p>A caça, associada a outras atividades, podem ocasionar efeito cumulativo</p> <p>Necessidade de ações mitigadoras ou compensatórias para a redução de impactos cumulativos sobre a mastofauna</p> <p>Aumento da poeira na vegetação, devido ao aumento do tráfego de veículos, pode contribuir para a formação de impactos cumulativos</p>

	<p>ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p> <p>p. 570: Atividade: Aumento do fluxo de veículos e maquinário agrícola: com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p>		
EIA 18	<p>p. 423: Objetivo específico do diagnóstico sobre a fauna: identificar os possíveis impactos (futuros e cumulativos) do empreendimento.</p> <p>p. 439: A caça deve ser vista como um evento que sempre ocorreu na região, mas associada (efeito cumulativo) a outras fontes de impacto pode atuar de forma devastadora em espécies de grande porte com baixa frequência de ocorrência.</p> <p>p. 440: A análise da situação geral da região sugere um estado aceitável da comunidade, mas muito vulnerável a perturbações. Dificilmente os impactos cumulativos poderão ser revertidos integralmente por ações mitigadoras ou compensatórias, nem poderão ser definidos como atos exclusivos da atividade canavieira, ou respostas de ações direta da Usina, mas tais medidas poderão colaborar para que, no futuro, os efeitos individuais de cada impacto sejam reduzidos e assim colaborem para a redução cumulativa dos mesmos.</p> <p>p. 617: Atividade: Aumento do fluxo de veículos e maquinário agrícola: com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses</p>	Diagnóstico/ Análise de Impactos	<p>Identificação de impactos cumulativos sobre a fauna como um dos objetivos do diagnóstico</p> <p>A caça, associada a outras atividades, podem ocasionar efeito cumulativo</p> <p>Necessidade de ações mitigadoras ou compensatórias para a redução de impactos cumulativos sobre a mastofauna</p> <p>Aumento da poeira na vegetação, devido ao aumento do tráfego de veículos, pode contribuir para a formação de impactos cumulativos</p>

	impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.		
EIA 19	<p>p. 518: Com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural.</p> <p>Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p> <p>p. 699: Atividade: Aumento do fluxo de veículos e maquinário agrícola: com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p>	Diagnóstico/ Análise de Impactos	Aumento da poeira na vegetação, devido ao aumento do tráfego de veículos, pode contribuir para a formação de impactos cumulativos
EIA 22	<p>p. 418: Objetivo específico do diagnóstico sobre a fauna: identificar os possíveis impactos (futuros e cumulativos) do empreendimento.</p> <p>p. 422: A chegada da cana-de-açúcar no interior do Estado de São Paulo data de meados do Século XX e vem se firmando na região nas últimas décadas, trazendo uma nova perspectiva de alterações (GONÇALVES, 1998). Tais alterações na paisagem e no ecossistema devem ter proporcionado uma perturbação na comunidade de mamíferos e outros animais da região, fazendo com que alguma parte de seus elementos fosse perdida e ou reduzida a níveis populacionais baixos. Este estudo de avaliação de impacto deve considerar esta situação descrita como ponto de partida para análise, considerando os impactos cumulativos, segundo a definição apresentada por Sánchez (2008), e os impactos diretos e indiretos provenientes do empreendimento.</p> <p>O objetivo deste estudo é descrever a atual mastofauna e projetar a influência do empreendimento em seus fatores de impacto e, quando possível, nos impactos</p>	Diagnóstico/ Análise de Impactos	<p>Identificação de impactos cumulativos sobre a fauna como um dos objetivos do diagnóstico</p> <p>Necessidade de considerar impactos cumulativos sobre mamíferos e outros animais de atividades do passado</p> <p>A caça e redução de habitat podem ocasionar impacto cumulativo</p> <p>Necessidade de monitorar as espécies ameaçadas de mamíferos com alto grau de sensibilidade a perturbações para identificar impactos cumulativos</p>

	<p>cumulativos, destacando os elementos considerados sensíveis e ameaçados para o Estado de São Paulo.</p> <p>p. 444: Os impactos de caça e de redução de habitat, mais expressivos para a comunidade registrada, deve ser tratado como impacto cumulativo na região e deverá ser abordado pela usina com seus funcionários e colaboradores em programas de conscientização ambiental, principalmente no que se refere a assuntos relacionados a caça.</p> <p>p. 446: Mastofauna: por fim, esta condição de alto índice de espécies ameaçadas com alto grau de sensibilidade a perturbações sugere que um monitoramento constante desta comunidade deva ser efetuado ao longo do processo de expansão, monitorando não só a comunidade, mas também os fatores de impacto descritos, com a finalidade de destacar os fatores diretos da usina e os impactos que são cumulativos, pré-existent e independentes da ação da usina.</p> <p>p. 645: Atividade: Aumento do fluxo de veículos e maquinário agrícola: com o aumento do tráfego, pode também haver o aumento de poeira na vegetação que margeia a via. Se a vegetação tem suas folhas e troncos recobertos por poeira, há diminuição da sua capacidade de realizar fotossíntese, o que retarda a velocidade de desenvolvimento natural. Porém, esses impactos são difíceis de mensurar, uma vez que já existe o fluxo de veículos nas estradas e rodovias da ADA, e esses impactos já estão presentes, sendo que o aumento do tráfego proveniente da expansão do empreendimento contribuirá cumulativamente a estes.</p>		<p>Aumento da poeira na vegetação, devido ao aumento do tráfego de veículos, pode contribuir para a formação de impactos cumulativos</p>
<p>(9) EIA 27</p>	<p>p. 535: Herpetofauna: esta condição sugere uma riqueza local (diversidade alpha) menor do que a esperada, indicando a presença de impactos cumulativos pontualmente, mas a diversidade gama (regional) pode ser considerada estável.</p>	<p>Diagnóstico</p>	<p>Impacto cumulativo relacionado a redução da riqueza local de espécies de répteis e anfíbios</p>