

A biodiversidade e os Estudos de Impacto Ambiental de mineração do estado de São Paulo – Brasil

Silvia Sayuri Mandaiⁱ
Raphaella Martins de Carvalhoⁱⁱ
Marcelo Marini Pereira de Souzaⁱⁱⁱ

ⁱ Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

ⁱⁱ Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

ⁱⁱⁱ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Resumo: O estado de São Paulo apresenta histórico de perda e fragmentação de habitats, com empreendimentos que ameaçam sua biodiversidade. Assim, este trabalho buscou analisar como os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) paulistas das atividades de mineração (2005-2016) consideraram o tema biodiversidade em seus diferentes capítulos. Para avaliar os dez EIAs selecionados, foi utilizado o Índice de Inclusão da Biodiversidade (IIB), que reflete a análise dos indicadores ambientais (0 a 1), dependendo do compromisso apresentado em cada um dos indicadores. Os valores de IIB foram de 0,25 a 0,67, com uma variação significativa entre os EIAs. A maioria contemplou parcialmente os critérios, perfil similar ao de outros países, representando lacunas de informações em grande parte dos capítulos que contemplavam a biodiversidade. As maiores deficiências referiram-se à limitação dos dados, análise dos impactos e insuficiência das medidas mitigadoras, apontando a necessidade de uma melhor definição previamente à elaboração do EIA.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental, Diversidade Biológica, Uso da terra.

São Paulo. Vol. 24, 2021

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190031r3vu2021L3AO>

Introdução

No Brasil, alguns planos políticos e projetos econômicos, como as atividades mineradoras, podem representar ameaça à conservação da diversidade biológica, inclusive de grupos biológicos ainda não estudados, apesar da constatação de que a perda da biodiversidade ultrapassou a capacidade de suporte da Terra em escala global (FAHRIG, 2003; ROCKSTRÖM, 2009; BOCKMANN et al., 2018). Tal cenário reforçou a necessidade de melhorar a efetividade dos instrumentos de política ambiental, como a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), para contribuir com a manutenção da biodiversidade.

Embora a mineração, em larga escala, não seja considerada a principal causa da perda de biodiversidade, ela exerce ou pode intensificar as pressões já existentes sobre a mesma (BRUMMIT; BACHMAN, 2010). Entre as ameaças diretas e indiretas dessa atividade para a conservação biológica estão a supressão de vegetação, impedimento de sua regeneração, alteração dos ecossistemas, fragmentação de habitats, além das poluições sonora, hídrica e atmosférica pela atividade em si e pela construção de vias de acesso e de escoamento do produto da atividade ou geração de energia elétrica para seu desenvolvimento (MECHI; SANCHEZ, 2010; ASHE, 2012; CABALLERO ESPEJO et al., 2018; RANJAN, 2019). Recentemente, os rompimentos das barragens em Mariana e Brumadinho em Minas Gerais - dois desastres ambientais de grandes proporções envolvendo atividades de mineração - intensificaram os debates sobre essa tipologia, a AIA e o licenciamento ambiental no Brasil.

Nesse cenário, o estado de São Paulo se apresenta como o maior consumidor nacional de minerais para a construção civil e o quarto em produção mineral, sendo que a arrecadação paulista da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) ficou em torno de R\$ 56 milhões em 2017, de um total de R\$1.837 milhões do Brasil (SEM, 2018). Além disso, o estado de São Paulo apresenta remanescentes florestais de dois biomas, o Cerrado e a Mata Atlântica, ambos considerados *hotspots* mundiais por apresentarem excepcional concentração de espécies endêmicas e baixa porcentagem de habitats naturais (MYERS et al., 2000).

Considerando os possíveis efeitos ambientais da mineração, as decisões do poder público devem considerar os Princípios de Precaução e Prevenção, por meio de instrumentos da política ambiental, como a AIA. Trata-se de uma ferramenta-chave para a gestão ambiental (MORGAN, 2012), requisitada para empreendimentos potencialmente causadores de significativa degradação ambiental (JAY et al., 2007), como grande parte dos projetos de mineração, já que pode haver algumas tipologias que, quando em localizações pouco vulneráveis, não sejam potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental. Assim, os proponentes de empreendimentos desse setor precisam submeter à autoridade ambiental competente, responsável pelo licenciamento ambiental do projeto, um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o qual deve fundamentar a tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental do projeto (JAY et al., 2007), considerando o binômio tipologia-localização (MONTAÑO et al., 2012).

Estudos científicos internacionais têm associado a biodiversidade com os procedimentos da AIA, visando a contribuir para a biologia da conservação. Contudo, alguns

problemas na elaboração dos EIAs foram apontados, como: análises ambientais vagas e descritivas; baixo uso de indicadores quantitativos; alternativas de localização raramente baseadas em questões ecológicas; falta de análises para o nível ecossistêmico e para as escalas espacial e temporal dos processos ecológicos (ATKINSON et al., 2000; BYRON et al., 2000; MANDELIK; DAYAN; FEITELSON, 2005; SODERMAN, 2005; NASER; BYTHELL; THOMASON, 2008; KHERA; KUMAR, 2010; MORGAN, 2012; DRAYSON; WOOD; THOMPSON, 2015; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

Portanto, considerando as deficiências na elaboração dos estudos ambientais com a aplicação da AIA e os elevados impactos das atividades mineradoras para a biodiversidade, buscou-se analisar como os EIAs do estado de São Paulo, documentos integrantes do processo de licenciamento ambiental, referentes às atividades de extração e tratamento mineral, consideraram o tema biodiversidade em seus diferentes capítulos no período de 2005 a 2016.

Material e Métodos

Foram analisados 10 EIAs sobre extração e tratamento mineral (Tab. 1 – letras A a J), quantia similar a um estudo de mineração em Minas Gerais (PRADO-FILHO; SOUZA, 2004). Tais EIAs foram selecionados ao acaso, sorteados no *website* Sorteador (<https://sorteador.com.br/>), em que cada EIA recebeu um número de 1 a 295. A obtenção deste número final representa 30% dos EIAs paulistas de mineração, mantendo a mesma proporção de estudos de mineração elaborados de 2005 a 2016 em relação ao universo amostral de EIAs deste estado, que para tal tipologia foi de 11% (1).

$$295 \times 11\% \times 30\% = 9,7 \quad (1)$$

295: quantia total de EIAs paulistas de 2005 a 2016.

11%: porcentagem de EIAs paulistas de 2005 a 2016 pertencentes a atividades mineradoras (32/295).

30%: porcentagem de EIAs analisados.

Ao final, foram três projetos de implantação (letras A a C da Tabela 1) e sete de ampliação (letras D a J da Tabela 1), e os minérios em questão foram arenito (areia, cascalho e argila), basalto (brita), calcário, cimento, filito e granito (Tab. 1). Os EIAs com as letras A e de D a J foram acessados no acervo *online* da CETESB¹, enquanto B e C foram consultados nesse mesmo órgão ambiental presencialmente.

1 - Disponível em: <<http://licenciamentoambiental.cetesb.sp.gov.br/eia-rima>>

Tabela 1 – Amostra dos dez Estudos de Impacto Ambiental selecionados para a análise da inclusão de informações acerca da biodiversidade no estado de São Paulo, com base nas proporções de cada atividade

Código	Ano do Processo	Nº Processo/ Localizador	Título do Empreendimento
A	2005	13500/0677	Lavra de calcário - Área Serrinha
B	2007	13534/0607	Projeto de lavra e beneficiamento de granito para a produção de brita
C	2008	00552/0818	Extração mineral de calcário
D	2009	00089/0816	Ampliação da mina de filito, areia, argila e cascalho
E	2009	08447/0236	Ampliação de área de lavra de basalto
F	2010	00022/0793	Ampliação das minas Ponte Alta e Salto
G	2013	00299/0857	Ampliação das atividades da Mina Serrinha
H	2013	00416/0843	Ampliação da área de lavra Mina Olho D'Água - Bom Sucesso de Itararé
I	2014	00056/0860	Ampliação de atividade de extração de granito no município de Caieiras
J	2015	00190/0864	Ampliação de lavra de granito e saibro e implantação de depósito de estéreis

Fonte: elaboração própria.

Para a análise da inclusão da biodiversidade nos EIAs, foram empregados indicadores adaptados de Khera e Kumar (2010), os quais se basearam no artigo 14 (Avaliação de Impacto e Minimização de Impactos Negativos) da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e em outros componentes fundamentais da biodiversidade e sua conservação (Tab. 2), e que tem a finalidade de evitar e minimizar impactos à biodiversidade, bem como promover sua conservação. Por se tratar de uma lista originária da Índia, em que certas categorias e indicadores fazem sentido nos dois contextos (Índia e Brasil) e outros não, excluiu-se a categoria referente ao esforço realizado para envolver efetivamente as partes interessadas na tomada de decisão. No indicador 8, a parte relativa aos parâmetros do Ministério do Meio Ambiente, Floresta e Mudança Climática da Índia foi substituída para uma caracterização mais abrangente. Ainda, a fim de permitir a reprodutibilidade do estudo, pormenorizou-se a atribuição das pontuações para cada indicador (Tab. 2). Apesar disso, há a possibilidade de certo enviesamento dos resultados obtidos.

Todos os EIAs foram analisados da mesma maneira, sendo que foi atribuído um dentre três valores da escala de 0 a 1, de acordo com a seguinte classificação (e.g., ATKINSON et al., 2000):

- 1,0 – quando o indicador foi totalmente atendido;
- 0,5 – quando o indicador foi parcialmente atendido; e
- 0,0 – quando o indicador não foi atendido (i.e., nenhum aspecto da biodiversidade

estava presente).

Posteriormente, calculou-se o Índice de Inclusão da Biodiversidade (IIB) e o Índice de Inclusão da Biodiversidade dos indicadores (IIBi), os quais são índices quantitativos que facilitam a comparação do estado da inclusão da biodiversidade entre os EIAs (2) (ATKINSON et al., 2000) e indicadores (3) respectivamente. Quanto mais próximo de 1, mais os EIAs (no caso do IIB) e indicadores (no caso do IIBi) abordaram questões sobre diversidade biológica.

$$\text{IIB de cada EIA} = \frac{\text{soma de valores atribuídos}}{\text{total de indicadores}} = \frac{(P)}{26} \quad (2)$$

Obs1: é necessário que o número 26 esteja logo abaixo de (P), pois 26 é o denominador de (P).

Obs2: é preciso sublinhar a expressão “(P)”, de modo que seja o numerador de “26”.

Obs3: é preciso sublinhar a expressão “soma de valores atribuídos”, de modo que ela seja o numerador de “total de indicadores”

$$\text{IIBi de cada indicador} = \frac{\text{somatória de valores atribuídos aos dez EIAs}}{\text{total de EIAs analisados}} = \frac{(S)}{10} \quad (3)$$

Obs1: é necessário que o número 10 esteja logo abaixo de (S), pois 10 é o denominador de (S).

Obs2: é preciso sublinhar a expressão “(S)”, de modo que seja o numerador de “10”.

Obs3: é preciso sublinhar a expressão “somatória de valores atribuídos aos dez EIAs”, de modo que ela seja o numerador de “total de EIAs analisados”.

Para visualizar a frequência de intervalos de IIB e IIBi, construiu-se um histograma horizontal de frequência, e para analisar a frequência de valores atribuídos para os grupos de suficiência dos indicadores, um gráfico de barras empilhadas verticais. A fim de comparar os resultados dos EIAs paulistas, foi aplicado o teste Kruskal-Wallis (dados não paramétricos), em que a hipótese nula designava dez EIAs com IIBs significativamente iguais, enquanto a hipótese alternativa caracterizava, pelo menos, um EIA com valor significativamente diferente dos demais. Quando identificada essa diferença, foi aplicado o pós-teste de Dunn para verificar, par a par, quais séries de dados eram diferentes entre si.

Tabela 2 – Análise dos EIAs referentes à extração e tratamento de minerais do estado de São Paulo

Categoria	Indicador	Valor atribuído		
		1,0	0,5	0,0
Coleta suficiente de informação na área de impacto em relação à biodiversidade	1- O mapa de localização está mostrando a biodiversidade conhecida, área urbana, outros projetos e estabelecimentos industriais, e a distância de áreas sensíveis, corpos d'água, áreas costeiras, etc.?	Mapa com todos os itens	Mapa com parte dos itens	NA
Coleta suficiente de informação na área de impacto em relação à biodiversidade	2- A área de impacto foi descrita levando em conta os impactos à biodiversidade, inclusive aqueles além da área afetada?	Considera a biodiversidade na ADA, AID e AII ^{1*} Ex: APP ^{2*} , corredores ecológicos, áreas prioritárias para conservação	Considera a biodiversidade na ADA e/ou AID e/ou AII ^{1*}	NA

O estudo de base é abrangente o suficiente para a previsão de impacto	3- Foram identificados e descritos, de forma suficiente, os componentes da biodiversidade prováveis de serem afetados pelo projeto, a fim de prever os impactos ^{3*?}	Relação entre os impactos identificados e o diagnóstico	Relação parcial entre os impactos identificados e o diagnóstico	NA
	4- As informações incluem listas de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção presentes na área de impacto do projeto?	Endêmicas e ameaçadas	Endêmicas ou ameaçadas	NA
	5- Onde aplicável, os dados de <i>baseline</i> identificam e enumeram a flora e a fauna, incluindo as variáveis estacionais (e.g., espécies, rotas de migração, terrenos de desova e de reprodução)?	Aborda todos os itens	Aborda parte dos itens. Ex: identifica e enumera apenas flora ou fauna; avalia para flora e fauna, mas sem analisar as variáveis estacionais	NA
	6- Foi avaliada e descrita a importância dos elementos da biodiversidade presentes na área de impacto? Ex: Índice de Valor de Importância	Sempre avaliada e descrita	Avaliada ou descrita sempre/ às vezes Ou avaliada e descrita em parte dos casos	NA

O estudo de base é abrangente o suficiente para a previsão de impacto	7- Os especialistas em biodiversidade estavam envolvidos na condução do estudo?	Especialistas em herpetofauna, avifauna, mastofauna e flora	Ausência de um ou mais dos especialistas citados	NA
	8- Os métodos de coleta dos dados primários sobre biodiversidade foram detalhadamente descritos? [Pontos analisados, dias de coleta, período do ano, equipamentos, bibliografia de identificação e parâmetros analisados]	Métodos descritos integralmente para a flora e todos os grupos da fauna	Métodos descritos para alguns grupos biológicos. Ou descrição parcial dos métodos	NA
	9- As fontes secundárias foram referenciadas?	Todas	Parte delas	NA
	10- As limitações sobre a linha de base dos dados da biodiversidade estão indicadas e os meios para lidar com elas explicadas?	Em todos os casos	Em parte dos casos	NA
São previstos todos os impactos possíveis sobre todos os componentes da biodiversidade	11- De modo a efetivamente avaliar os impactos à biodiversidade, é imperativo que os impactos à biodiversidade não sejam tratados apenas como impactos ecológicos ou à flora e fauna. Portanto, a biodiversidade foi descrita em uma seção separada?	Capítulo dedicado integralmente à biodiversidade	Capítulo sobre o meio biótico sem especificidade para a biodiversidade	NA

São previstos todos os impactos possíveis sobre todos os componentes da biodiversidade	12- Os impactos diretos à biodiversidade estão descritos de forma apropriada?	Classificação e descrição dos impactos diretos	Classificação ou descrição dos impactos diretos	NA
	13- Os impactos indiretos, secundários e cumulativos à biodiversidade estão descritos de forma apropriada?	Classificação e descrição dos impactos indiretos, secundários e cumulativos	Classificação e/ou descrição de algum dos impactos	NA
	14- Estão descritos os impactos à biodiversidade de curto e longo prazo devido à poluição atmosférica, sonora e hídrica?	Descrição dos impactos de curto e longo prazo dos três tipos de poluição	Descrição dos impactos de curto e longo prazo de 1 ou 2 dos tipos de poluição Ou descrição dos impactos de curto ou longo prazo de um ou mais tipos de poluição	NA
	15- A significância dos impactos foi avaliada?	Avalia com parâmetros explícitos	Avalia sem parâmetros explícitos	NA
	16- O impacto à biodiversidade cobre os três níveis ecossistêmico, específico e genético?	Aborda os três níveis	Aborda parte dos níveis Ex: menciona o genético superficialmente	NA
	17- Os impactos à biodiversidade foram preditos em termos quantitativos?	Estimativas com base em indicadores explícitos	Estimativas sem indicadores explícitos	NA
	18- Os impactos à biodiversidade foram preditos em termos qualitativos?	Descrição dos parâmetros e análise qualitativa dos impactos	Análise sem parâmetros claros	NA
	19- São descritos os métodos usados para identificar os impactos e a justificativa para usá-los ^{4*} ?	Descrição desses métodos e justificativa	Métodos parcialmente descritos e/ou justificados	NA

Alternativas de localização com menores danos à biodiversidade estão disponíveis	20- Os impactos à biodiversidade referentes às soluções/ locais alternativos foram descritos e comparados com a alternativa de não implantação do empreendimento?	Biodiversidade considerada na alternativa e na comparação com o cenário sem o projeto	Biodiversidade considerada na alternativa ou na comparação com o cenário sem o projeto	NA
São propostas medidas eficazes de mitigação para os impactos previstos	21- A mitigação é parte do projeto desde o início do seu desenvolvimento? [antes da primeira interferência na biodiversidade]	Para todos os impactos	Para parte dos impactos	NA
	22- São propostas medidas de mitigação para abordar os impactos da biodiversidade em todos os níveis, ou seja, genético/ espécie/ paisagem e todas as estruturas de árvores/ arbustos/ ervas, bem como a biodiversidade temporal?	Níveis, estruturas e variação temporal	Ausência de propostas de mitigação para níveis e/ou estruturas e/ou variação temporal	NA
	23- A eficácia das medidas de mitigação é abordada e as lacunas identificadas?	Para todos os impactos	Para parte dos impactos	NA
É apresentado um plano efetivo de monitoramento à biodiversidade	24- É proposto um plano de monitoramento do impacto da biodiversidade?	Para todos os impactos	Para parte dos impactos	NA
	25- Os detalhes dos critérios e indicadores a serem usados durante o monitoramento estão disponíveis no estudo?	Para todos os impactos	Para parte dos impactos	NA

É apresentado um plano efetivo de monitoramento da biodiversidade	26- As limitações no monitoramento da biodiversidade foram identificadas e abordadas?	Para todos os impactos	Para parte dos impactos	NA
---	---	------------------------	-------------------------	----

Fonte: Adaptação de Khera e Kumar (2010). Tradução nossa.

NA: Não abordado.

¹ Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII)

² Área de Preservação Permanente (APP)

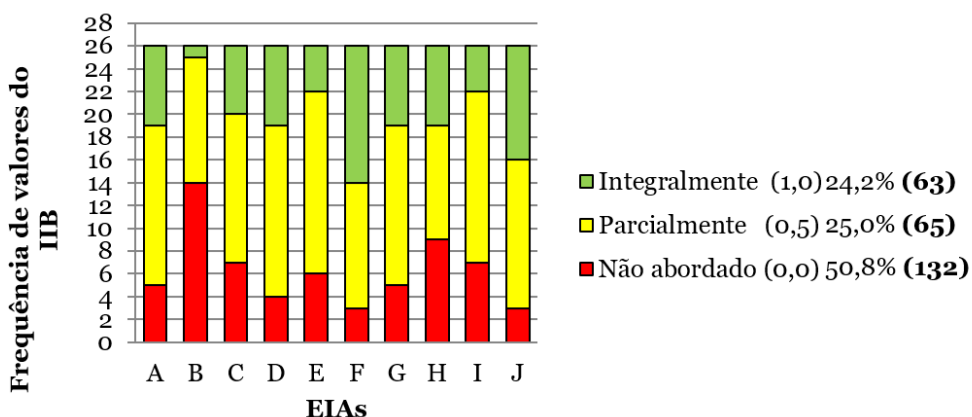
³ Analisar os tópicos “Consideração final”, “Discussão”, “Considerações sobre o Meio Biótico”, “Avaliação e discussão dos resultados”, “Síntese das Condições Ambientais” e o meio biótico da Avaliação ambiental.

⁴ Descrição dos aspectos ambientais/ações geradoras e fatores/componentes ambientais, e apresentação dos impactos identificados em tabela, matriz ou fluxograma relacionando-os com os itens citados.

Resultados e Discussão

No Brasil, os valores do IIB variaram de 0,25 a 0,67, com mediana 0,51, índice considerado regular, segundo os critérios de Naser, Bythell e Thomason (2008) e Khera e Kumar (2010). Considerando, em conjunto, todos os indicadores em relação a todos os EIAs (n=260), 50,8% deles foram atendidos parcialmente (n=131), 24,2% integralmente (n=64) e 25% não foram atendidos (n=65) (Fig. 1). Isso representou lacunas de informações fundamentais na maioria dos capítulos analisados.

Figura 1- Proporção dos valores do Índice de Inclusão da Biodiversidade (IIB) para cada Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de mineração do estado de São Paulo. Entre parênteses e em negrito, estão os valores brutos da frequência do atributo.



Fonte: elaboração própria.

O teste Kruskal Wallis indicou diferenças estatísticas entre os resultados obtidos para os EIAs analisados ($p < 0,05$). O menor IIB foi obtido pelo EIA do empreendimento

B e o maior para F (Tab. 3). Isso foi corroborado pelo teste Dunn, em que o EIA B teve um desempenho significativamente menor que todos os outros, enquanto que o maior desempenho (EIA F) foi apenas significativo em relação aos EIAs com IIB menor que a mediana de 0,51 (B, C, E, H e I), mas não para aqueles com desempenho acima da mediana (A, D, G e J). Além disso, foi observada uma diferença estatística entre os EIAs mais recentes (I- 2014 e J- 2015).

Tabela 3 – Pontuações atribuídas aos dez Estudos de Impacto Ambiental (A a J) referentes à extração e tratamento de minerais do estado de São Paulo.

Ind	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	IIBi
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50
2	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,30
3	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,65
4	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55
5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50
6	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,40
7	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,0	1,0	0,45
8	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,60
9	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,80
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50
11	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,40
12	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,60
13	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,35
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,40
15	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	1,0	0,50
16	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,65
17	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,30
18	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95
19	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,65
20	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,30
21	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80
22	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,50
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
24	1,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,75

25	1,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,0	1,0	0,60
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,05
IIB	0,54	0,25	0,48	0,56	0,46	0,67	0,54	0,46	0,44	0,63	

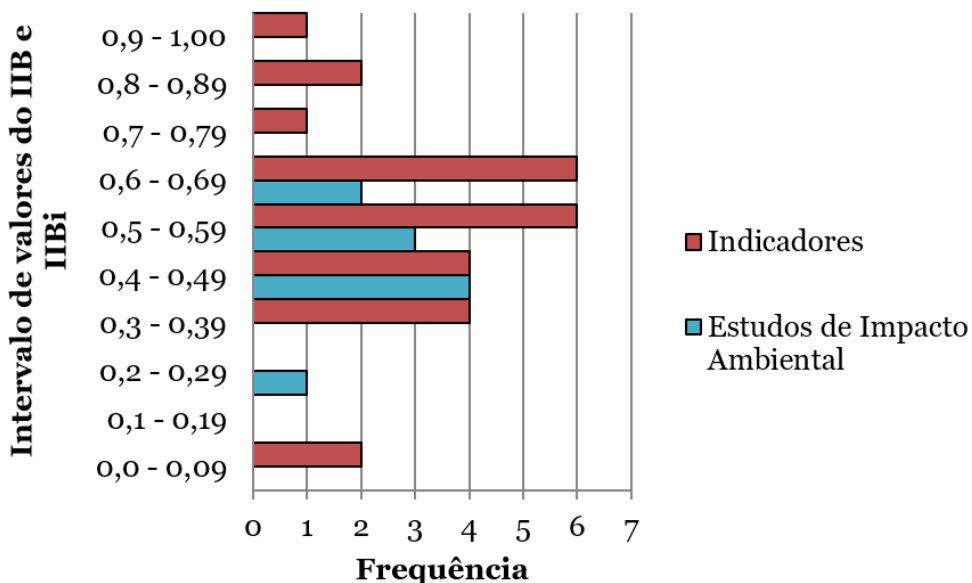
Fonte: elaboração própria.

Ind: Indicador. Índice de Inclusão da Biodiversidade (IIB) para cada indicador (IIBi).

Comparando os 26 indicadores, aquele com maior índice foi o 18 (IIBi: 0,95), sendo que apenas um EIA não o contemplou integralmente (Tab. 3). Por outro lado, os piores resultados foram para os indicadores 23 (IIBi zero) e 26 (IIBi: 0,05), demonstrando que a eficácia ou limitação das medidas mitigadoras e de monitoramento foram abordadas insatisfatoriamente. Ademais, sete IIBis (indicadores 1, 4, 5, 7, 10, 15 e 22) ficaram na faixa 0,5 +/- 0,05 e outros sete (indicadores 3, 4, 8, 12, 16, 19 e 25) entre 0,51 e 0,69 (Fig. 2), similar à Índia (KHERA; KUMAR, 2010).

Os resultados dos indicadores foram mais explicitados nos tópicos a seguir.

Figura 2 - Distribuição dos valores do Índice de Inclusão da Biodiversidade (IIB) e Índice de Inclusão da Biodiversidade dos indicadores (IIBi) para os Estudos de Impacto Ambiental (barras vermelhas) e indicadores (barras azuis) respectivamente.



Fonte: elaboração própria.

Áreas de impacto e diagnóstico em relação à biodiversidade

Todos os EIAs apresentaram diagnóstico ambiental, descrição dos componentes

da diversidade biológica a serem afetados pelo empreendimento, inclusão de listas de espécies ameaçadas de extinção para flora e fauna, e indicação do endemismo para alguns grupos biológicos (indicador 4 - IIBi: 0,55), itens relevantes para conservar a diversidade biológica (PEARSON, 2016). Neste último caso, a indicação do endemismo para alguns grupos biológicos foi menos frequente para a flora, o que dificulta a posterior inclusão das espécies vegetais endêmicas em projetos de reflorestamento ou no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Como essas espécies são caracterizadas por ocorrerem apenas em áreas específicas, sua relevância aumenta, principalmente por se tratar de uma região com dois *hotspots* de biodiversidade (MYERS et al., 2000).

Outra limitação no indicador 4 foi a presença de um subtópico denominado “Espécies endêmicas e ameaçadas de extinção”, mas sem nenhuma informação sobre o endemismo no corpo do texto, como constatado no EIA H. Apenas o EIA A analisou as espécies endêmicas e ameaçadas de extinção para a flora e fauna, sendo que D só não obteve índice 1,0, pois analisou o endemismo para alguns grupos de fauna.

Sobre a identificação e enumeração da flora e fauna, todos os EIAs fizeram uma apresentação do tema, ao menos para um grupo biológico (indicador 5). Ainda, para fauna, todos os documentos tiveram coletas em diferentes estações do ano (época seca ou chuvosa) e apenas J para a flora e fauna. Cabe ressaltar que não houve menção às rotas de migração e terrenos de desova e reprodução e, assim, todos os EIAs obtiveram índice 0,5 no indicador 5. Tal deficiência pode representar uma ameaça às espécies migratórias, as quais se deslocam sazonalmente em busca de alimentos, condições meteorológicas ou locais de descanso/reprodução em habitats nativos principalmente (LACK, 1968; SOMENZAR et al., 2018).

Desse modo, a consideração da temporalidade é relevante para a sustentabilidade das espécies, devendo ser consideradas na AIA e em planos de mitigação, compensação e monitoramento. Similarmente, na França e Índia, apesar de quase todos os estudos terem feito trabalho de campo, houve problemas em relação à sazonalidade (KHERA; KHUMAR, 2010; BIGARD et al., 2017).

Para o indicador 6 (IIBi: 0,40), a maioria dos estudos pontuou 0,5, similar ao padrão da Índia (KHERA; KHUMAR, 2010), sendo que todos apresentaram o Índice de Valor de Importância (IVI) para a flora. No entanto, para a fauna não houve a apresentação de índices, apenas uma descrição da importância de alguns grupos, como composição, riqueza, abundância, frequência, diversidade, hábito e interações ecológicas. Tal aspecto descritivo deixou a desejar na interpretação dos dados, como as implicações para o meio biótico e conservação biológica. Isso contribuiria para que o diagnóstico da biodiversidade fosse analítico e indicativo e desse suporte à identificação e avaliação de impactos.

Ainda, 40% dos estudos relacionaram os principais resultados do diagnóstico com os impactos do projeto em análise no indicador 3 (IIBi: 0,70). Os demais EIAs associaram parcialmente essas questões. Cabe destacar um quadro síntese das condições ambientais do meio biótico do EIA E, o qual permitiu analisar os cenários ambientais com e sem o empreendimento em relação ao diagnóstico.

Na delimitação das Áreas de Influência, os parâmetros foram hidrológicos, conside-

rando as bacias e/ou microbacias hidrográficas, principalmente para a Área de Influência Indireta (AII), seguindo as diretrizes do órgão ambiental estadual (CETESB, 2014). Para a Área de Influência Direta (AID), uma região de *buffer* (valores variados) foi utilizada como justificava e entre os critérios ligados à biodiversidade estavam a presença de Áreas de Preservação Permanente (APP), área de deslocamento da biota, populações fragmentadas e ecossistemas predominantes. No caso da Área Diretamente Afetada (ADA), a área utilizada foi a do próprio projeto. Porém, o uso da biodiversidade como critério para o estabelecimento dessas áreas seria relevante para integrar principalmente as áreas e espécies críticas para a conservação na predição de impactos, proposição de medidas mitigadoras, compensatórias e de monitoramento, e consequente tomada de decisão a respeito da licença ambiental (BRASIL, 1986).

Todos os EIAs pontuaram 0,5 no indicador 1 (IIBi: 0,50), ou seja, nenhum estudo apresentou mapa de localização com biodiversidade conhecida (e.g., áreas e espécies protegidas), área urbana, outros projetos e estabelecimentos industriais, bem como a distância de áreas sensíveis, corpos d'água, áreas costeiras; apenas alguns desses itens. Esse resultado foi similar ao da Índia, em que apenas 9% (total de 22 EIAs) incluíram a biodiversidade em mapas de localização (KHERA; KHUMAR, 2010). A disponibilidade dessas informações facilitaria a tomada de decisão por parte dos órgãos ambientais e da população sobre o entorno do empreendimento e suas influências à biodiversidade local/regional. Caso necessário, poderia haver uma sobreposição de mapas específicos sobre biodiversidade e seu entorno, como um zoneamento, apresentando as áreas mais críticas para o meio biótico.

Todos os EIAs apresentaram trabalho de campo e referenciaram as fontes secundárias, utilizadas comumente para a descrição da AII (indicador 9 - IIBi: 0,80). Isso permitiu que o diagnóstico ambiental dos fragmentos de vegetação a serem afetados pelo empreendimento em análise servisse de base para se analisar os impactos de modo mais detalhado. Além disso, uma linha de base construída por meio de fontes primárias e secundárias é relevante para a análise das alternativas, como a de comparação com o cenário de não implantação do projeto. Na Finlândia e França, a maioria dos documentos também referenciou essas fontes, porém, na Índia, a proporção foi menor, 52% (SODERMAN, 2005; KHERA; KHUMAR, 2010; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

No presente trabalho, 60% dos EIAs referenciaram esses dados secundários utilizados de modo adequado, enquanto nos outros 40%, foram observadas inadequações no que se refere à fauna regional. Também, em alguns episódios, houve a descrição das referências utilizadas no início da seção metodologia, todavia, sem distinção entre elas ao longo do texto. Apenas os EIAs A e C descreveram os métodos por completo, enquanto os outros os incluíram parcialmente (indicador 8 - IIBi: 0,60). Em geral, os critérios menos atendidos foram os equipamentos utilizados, período do dia e bibliografia usada para identificação, mas importantes para se entender as limitações da coleta de dados e reprodutibilidade do estudo. Ademais, o período do dia é relevante para atender a fauna variante de acordo com os horários, como animais noturnos (SOMENZAR et al., 2018).

Além do mais, foi analisado se os envolvidos no diagnóstico ambiental eram espe-

cialistas em biodiversidade (indicador 7 - IIBi: 0,45), visto que, com o conhecimento de sua formação, esses poderiam melhorar a qualidade das análises, visando à conservação da biodiversidade (MANDELIK; DAYAN; FEITELSON, 2005). Dois EIAs paulistas atenderam completamente o indicador, apresentando especialistas em herpetofauna, avifauna, mastofauna e flora. Metade dos documentos apontava algum tipo de especialista, como em ictiofauna (C) e macrobiota aquática (F), ou dizia haver especialista para cada grupo da fauna sem detalhes (A, E e G). Na França, um pouco mais da metade dos estudos (57,1%) tinha especialistas (BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017), enquanto, na Finlândia, a taxa chegou próxima aos 80% (SODERMAN, 2005). Por outro lado, na Índia, nenhum estudo citou a participação de especialistas (KHERA; KHUMAR, 2010). Um ponto frágil da análise é que a fase de escopo paulista não exige essa descrição (BRASIL, 1986). Então, pode ser que os estudos envolveram especialistas, mas isso não foi explicitado no texto.

As limitações sobre o diagnóstico da biodiversidade devem ser abordadas de modo a indicar as deficiências do estudo elaborado, ou seja, as lacunas que podem ter efeitos à conservação da biodiversidade, caso o empreendimento seja aprovado. Entretanto, apesar de todos os EIAs paulistas apresentarem algumas limitações, as implicações ou as formas de lidar com elas não eram sempre abordadas. Assim, todos os EIAs pontuaram 0,5 para o indicador 10 (IIBi: 0,5). Um exemplo é a curva do coletor: em alguns casos, quando não se atingia o platô da curva, esse dado quase não era discutido. Mas, também houve casos satisfatórios, com discussão e proposição de medida. Outras situações incluem a dificuldade em identificar espécies fora do período de floração e a não convergência de dados das entrevistas com as observações no campo, apontando a necessidade de monitoramento ambiental. Porém, a falta desses dados vai contra o Princípio da Precaução, segundo o qual os riscos e as incertezas também devem ser levados em conta na tomada de decisão (JAY et al., 2007). Similarmente, na Finlândia e Índia, o cenário mais recorrente foi a abordagem parcial do indicador (SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010).

Impactos sobre os componentes da biodiversidade

Os impactos referentes à biodiversidade, discutidos em seção separada na parte sobre o Meio Biótico, apareceram em 90% dos EIAs do estado de São Paulo, assim como relatado para a Finlândia e Índia, porém, nestes, sem distinguir o nome do capítulo (SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010). Para o caso paulista, a exceção foi o EIA A, que nem apresentou essa separação no indicador 11. Segundo a literatura e as diretrizes governamentais, tal tópico tem por objetivo a apresentação e análise das características bióticas da área afetada pelo projeto, tratando-se de uma importante etapa do estudo para a efetiva conservação da biodiversidade (SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010).

Em relação à descrição dos impactos com efeitos diretos à biodiversidade, a maioria dos EIAs (60%) apresentou descrição parcial, principalmente pela falta de associação deles com o diagnóstico ambiental (indicador 12 - IIBi: 0,60). Por outro lado, 30% dos documentos estabeleceram essa relação, sendo que apenas A não descreveu tais impactos. De modo similar, na Índia e Finlândia, menos de 10% não descreveu os impactos

diretos apropriadamente (SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010). Nos estudos dos EUA e da França, o indicador utilizado avaliou a identificação de impactos diretos e indiretos em conjunto, obtendo em torno de 70% de inclusão (ATKINSON et al., 2000; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

Nenhum dos EIAs descreveu os efeitos secundários dos impactos, porém, 30% o fizeram para os efeitos indiretos (D, G e I) e 40% para os indiretos e cumulativos (A, C, F e J) (IIBi: 0,35). Cabe destacar que foram análises superficiais, como a simples classificação do efeito como cumulativo, sem quantificá-lo em conjunto com outros impactos ou mesmo, sem descrever os fatores desencadeadores da cumulatividade. Um cenário similar foi relatado para a Índia e Finlândia (SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010). Assim, o indicador 13 foi considerado insatisfatório, pois indicou que nem todos os possíveis efeitos de uma ação humana estão sendo contemplados.

Metade dos EIAs descreveu os aspectos ambientais/ações geradoras e fatores/componentes ambientais, e apresentou os impactos identificados em tabela, matriz ou fluxograma, relacionando-os com os itens citados. Essa fase é relevante, já que indica como os impactos foram identificados, ponto de partida para o estabelecimento de medidas mitigadoras, compensatórias, de recuperação e de monitoramento. Ainda, três EIAs atenderam o indicador parcialmente e dois pontuaram zero, resultando assim, em um IIBi de 0,65, valor próximo ao da Finlândia e França com taxas em torno de 45% (SODERMAN, 2005; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017). Já na Índia, o valor do IIBi foi menor: apenas 2 dos 22 estudos detalharam seus métodos (KHERA; KUMAR, 2010).

O indicador 14 teve IIBi igual a 0,4, sendo que apenas o EIA F apresentou associação entre as poluições atmosférica, sonora e hídrica e os impactos à biodiversidade de curto e longo prazo. Porém, metade dos EIAs englobou os prováveis impactos ao meio biótico pelos ruídos gerados. Esse resultado é preocupante, visto que as atividades mineradoras, em geral, implicam nesses três tipos de poluição por meio de substâncias lixiviadas, carreadas ou contidas em seus efluentes, pela emissão de ruídos dos maquinários, pelos particulados suspensos liberados nas atividades de lavra, beneficiamento e transporte, ou pela queima de combustível (MECHI; SANCHEZ, 2010; RANJAN, 2019).

Apesar de todos os EIAs terem apresentado o grau de magnitude, apenas 40% da amostra apresentou avaliação de significância para cada impacto no indicador 15, sendo que nem sempre houve interpretação clara dos índices (IIBi: 0,50). Tal questão é importante para sintetizar os dados da AIA, facilitando a análise do tomador de decisão. Na Índia, metade dos estudos incluiu totalmente o indicador e a outra parte, parcialmente (KHERA; KUMAR, 2010). Já os estudos conduzidos na Finlândia e França apresentaram valores mais baixos que do Brasil (SODERMAN, 2005; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

Atkinson et al. (2000) ressaltaram que a melhor forma de minimizar a perda de biodiversidade é a previsão dos efeitos dos projetos aos três níveis da biodiversidade. Neste estudo, todos os EIAs, com exceção de A, incluíram os níveis ecossistêmico e específico na análise dos impactos (indicador 16 - IIBi: 0,65). Entretanto, questões sobre variabilidade genética, importante para a sustentabilidade dos ecossistemas, foram abordadas em 40% dos estudos de forma superficial, um desafio compartilhado com outros países

(ATKINSON et al., 2000; SLOOTWEG; KOLHOFF, 2003; KHERA; KUMAR, 2010).

Todos os EIAs fizeram análises qualitativas, assim como na Finlândia (SODERMAN, 2005), sendo que o projeto B não apresentou descrição da escala. Entre os tópicos estavam duração, abrangência, natureza, origem, reversibilidade e magnitude. Por outro lado, 20% dos EIAs analisaram os impactos em termos quantitativos, sendo que outros 20% fizeram estimativas quantitativas sem indicadores definidos, tendo assim, índice 0,5. Essa baixa taxa também foi observada em Israel e Finlândia (MANDELIK; DAYAN; FEITELSON, 2005; SODERMAN, 2005), porém, na Índia, o índice foi diferente: 60% dos estudos pontuaram 0,5 ou 1,0. As predições dos impactos à biodiversidade em termos quantitativos e qualitativos (questões 17 e 18) apresentaram o menor (0,30) e o maior (0,95) IIBi respectivamente para a categoria.

Alternativas, mitigação e monitoramento

Os princípios de boas práticas em AIA recomendam a identificação de medidas regulatórias para cada grupo de impactos em uma ordenação de ações, distinguindo o seu nível de relevância, a qual se denomina hierarquia de mitigação². Assim, a mais alta prioridade é dada para a implementação de medidas que evitem o impacto ambiental, como considerar as alternativas locais e tecnológicas ao projeto proposto. Nesse aspecto, 80% dos EIAs abordaram atividades preventivas antes da supressão de vegetação, contudo, tal indicador foi totalmente contemplado para a Índia (KHERA; KUMAR, 2010).

Apesar da exigência legal e relevância das alternativas locais e comparação com a alternativa de não implantação do empreendimento (BRASIL, 1986), apenas F compreendeu esses dois tópicos, sendo que a metade dos EIAs analisados (Tab. 3) não os apresentou (IIBi: 0,30). Dos 4 EIAs que tiveram índice 0,5, a biodiversidade apenas foi considerada nas alternativas locais, sendo que, em geral, as justificativas versavam sobre os benefícios socioeconômicos da mineração, considerando-a de utilidade pública e fundamental para o desenvolvimento do país. Ainda, os EIAs de ampliação justificavam a manutenção da jazida existente por meio da produção de menores passivos e impactos ambientais em relação aos novos locais, além do melhor aproveitamento econômico da área.

Outros trabalhos também apontaram falhas nos processos de busca e comparação das alternativas (e.g., BENSON, 2003). Na França, o índice foi de 2%, porém, o cenário foi mais satisfatório na Finlândia, Índia e EUA, com 92%, 70% e 58% respectivamente (ATKINSON et al., 2000; SODERMAN, 2005; KHERA; KUMAR, 2010; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

Pela hierarquia de mitigação, quando não se é possível evitar impactos à diversidade biológica, devem ser propostas medidas que minimizem os efeitos do empreendimento (ver mais em BBOP³). Foram 80% dos EIAs abordando medidas de mitigação aos impactos à

2 - Esquema da hierarquia de mitigação pelo BBOP disponível em: <https://www.forest-trends.org/bbop/bbop-key-concepts/mitigation-hierarchy/>

biodiversidade. Desses, apenas dois englobaram todos os níveis da biodiversidade, fitofisionomias e a variável temporalidade (índice 1). Os outros seis os abordaram parcialmente (indicador 22 - IIBi: 0,50), apontando os níveis específico e ecossistêmico, enquanto o genético foi abordado de maneira superficial. A temporalidade normalmente foi incluída priorizando períodos secos para a supressão de vegetação. Já a vegetação foi abordada na seleção dos espécimes para resgate (bromélias, orquídeas, plântulas, epífitas e serapilheira). Assim como na Índia, a maior parte dos EIAs teve índice 0,5. Um dos motivos que pode ter levado a isso foi a extensa lista de itens do indicador.

Apesar da inclusão de programas de monitoramento da biodiversidade ser considerada como essencial para garantir uma gestão ambiental mais consistente, alguns autores apontaram a falta de medidas de monitoramento ou mesmo propostas vagas em relação à diversidade biológica (SODERMAN, 2005; NASER; BYTHELL; THOMASON, 2008; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017; DIAS; FONSECA; PAGLIA, 2019). Contudo, para os EIAs paulistas analisados, o perfil foi diferente (indicador 24 - IIBi: 0,75), pois em 80% foram propostos programas de monitoramentos específicos para a biodiversidade, sendo a maioria relativa à fauna. Destes, quatro EIAs estabeleceram, com detalhes, critérios e indicadores sobre a biodiversidade no monitoramento, e em outros quatro estudos, de modo superficial (indicador 25 - IIBi: 0,58). No caso da França, o índice foi menor (12%) (BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017).

Sobre a viabilidade e sustentabilidade das medidas mitigadoras propostas nos EIAs (indicador 22) e as limitações no monitoramento (indicador 26), ambos apresentaram resultados insatisfatórios. Tanto para o monitoramento quanto para a mitigação, nenhum estudo identificou as limitações e eficácia dos programas. Do mesmo modo, isso tem sido criticado em âmbito internacional (MANDELIK; DAYAN; FEITELSON, 2005; SODERMAN, 2005; NASER; BYTHELL; THOMASON, 2008; KHERA; KUMAR, 2010; BIGARD; PIOCH; THOMPSON, 2017). No Brasil, especificamente em Minas Gerais, isso também foi observado, pois as proposições de mitigação eram mais frequentes e detalhadas nos itens sobre o meio físico do que nos meios biótico e antrópico (PRADO-FILHO; SOUZA, 2004).

Análise da ferramenta utilizada e limitações do trabalho

Alguns indicadores da lista de Khera e Kumar (2010) não tinham parâmetros claros, como o 1, 5, 8, 13 e 26, sendo necessário o estabelecimento de critérios (Tab. 2). Por exemplo, no indicador 8 de Khera e Kumar (2010), os autores utilizaram a expressão “detalhadamente descritos”, mas não foi explicitado o que isso representava. Assim, os parâmetros para a identificação dos impactos foram propostos (Tab. 2). Similarmente, o “desde o início de seu desenvolvimento” para a mitigação (indicador 21) foi detalhado em sua descrição na Tabela 2.

Além disso, notou-se a necessidade de delimitar qual a seção do EIA em análise (indicador 3) e de exemplificar quais poderiam ser os índices de avaliação da importância para a fauna (indicador 6). Desse modo, apesar dos esclarecimentos da Tabela 2, pode ser que os critérios propostos tenham sido diferentes de Khera e Kumar (2010), o que traz

fragilidades para a comparação dos resultados.

Ademais, ao aplicarmos a lista da Índia, notamos que alguns indicadores poderiam ser adicionados em listas de estudos futuros para complementar as análises, como: indicadores que tratem das medidas compensatórias e de espécies substitutas, adicionar mais itens sobre os elementos e componentes da biodiversidade ao longo das categorias, principalmente para monitoramentos, medidas mitigadoras e alternativas tecnológicas. Além disso, para a lista de Khera e Kumar (2010), o conceito “0,5” pode indicar a contemplação de 1% a 99% dos itens analisados pelo indicador, assim como ocorreu nos indicadores 3, 10 e 21. Porém, poderia haver a subdivisão do valor atribuído “0,5”, em 0,2, 0,4, 0,6 e 0,8, similar ao proposto por Lee e Dancey (1993), mas estes autores usaram letras.

Por fim, os indicadores 1 e 2 poderiam ser subdivididos em dois, visto que a grande quantidade de itens a serem analisados dificulta a interpretação dos resultados e dos cenários representados pelo valor atribuído, deixando a pontuação confusa. Por exemplo, no indicador 2, foi atribuído 0,5 ponto quando as considerações sobre a biodiversidade foram feitas em pelo menos uma dessas áreas (ADA, AID e AII) e outros itens (APP, corredores ecológicos e áreas prioritárias para conservação).

Conclusões

A avaliação do desempenho dos 26 indicadores aplicados nos EIAs apontou que 75,8% dos indicadores não foram contemplados ou apresentaram-se de forma parcial. Assim, mostrou-se a existência de falhas na inserção das questões relacionadas à conservação da biodiversidade no processo de elaboração dos EIAs de mineração, um desafio compartilhado com outros países signatários da CDB.

As evidências demonstraram que, apesar da identificação qualitativa dos impactos sobre a biodiversidade (indicador 18), há pouco comprometimento na implantação das medidas mitigadoras (indicador 23) e análise da eficácia e monitoramento (indicador 26). Portanto, os EIAs apenas indicam os impactos e são envidados poucos esforços para entender a qualidade da mitigação ou monitoramento.

Outro resultado relevante é que os EIAs apresentam poucas análises das variações temporais, da variabilidade genética, dos agentes poluidores a curto e longo prazo e dos aspectos ecológicos nas alternativas de localização. São aspectos a serem observados pelos órgãos e agências ambientais para fomentar melhores informações e, a partir daí, incrementar as medidas mitigadoras, a eficácia e o monitoramento das propostas e planos sobre perdas de biodiversidade.

Entende-se, por fim, que seja possível contemplar as principais limitações aqui apontadas na etapa de escopo (medidas mandatórias), principalmente no Termo de Referência decorrente e, assim, almejar melhores respostas na inserção da conservação da biodiversidade nos EIAs. As agências ambientais, a sociedade e os proponentes de empreendimentos têm responsabilidades solidárias para o avanço deste importante tópico: inserção da manutenção da biodiversidade no processo decisório dos EIAs e consequente licenciamento ambiental.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que nos apoiou na obtenção dos Estudos de Impacto Ambiental do estado de São Paulo. Nosso artigo faz parte da dissertação de mestrado da SSM e os autores agradecem à Escola de Artes, Ciências e Humanidades e ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Universidade de São Paulo - Brasil. Agradecemos a Maria Luisa Liesack pela revisão do inglês desse trabalho. Por fim, agradecemos ao editor e aos revisores da revista *Ambiente & Sociedade* e do 1º Encontro Regional Sudeste da ANPPAS por suas críticas e sugestões que ajudaram a melhorar a qualidade deste artigo durante o processo de revisão.

Referências

ARMSWORTH, P. R.; KENDALL, B. E.; DAVIS, F. W. An introduction to biodiversity concepts for environmental economists. **Resource and Energy Economics**, v. 26, p. 115-136, 2004.

ASHE, K. Elevated mercury concentrations in humans of Madre de Dios, Peru. **PLoSOne**, v. 7, n. 3, p. e33305, 2012.

ATKINSON, S. F.; BHATIA, F.; SCHOOLMASTER, S.; 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.

BENSON, J. F. What is the alternative? Impact assessment tools and sustainable planning. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 21, n. 4, p. 261-280, 2003.

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. 30-45, 2017.

BOCKMANN, F. O.; RODRIGUES, M. T.; KOHSLDORF, T.; STRAKER, L. C.; GRANT, T.; et al. Brazil's government attacks biodiversity. **Science**, v. 360, n. 6391, p. 865, 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRUMMIT, N.; BACHMAN, S. **Plants under pressure - a global assessment: the first report of the Sampled Red List Index for Plants**. Surrey: Kew, 2010.

BYRON, H. J.; TREWEEK, J. R.; SHEATE, W. R.; THOMPSON, S. Road developments in the UK: an analysis of ecological assessment in environmental impact statements produced between

1993 and 1997. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 43, n. 1, p. 71-97, 2000.

CABALLERO ESPEJO, J.; MESSINGER, M.; ROMÁN-DAÑOBEYTIA, F.; ASCORRA, C.; FERNANDEZ, L.; SILMAN, M. Deforestation and forest degradation due to gold mining in the Peruvian Amazon: a 34-Year perspective. **Remote Sensing**, v. 10, n. 12, p. 1903-1919, 2018.

DIAS, A. M. S.; FONSECA, A.; PAGLIA, A. P. Technical quality of fauna monitoring programs in the environmental impact assessments of large mining projects in southeastern Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 216-223, 2019.

DRAYSON, K.; WOOD, G.; THOMPSON, S. Assessing the quality of the ecological component of English environmental statements. **Journal of Environmental Management**, v. 160, p. 241-253, 2015.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

JAY, S.; JONES, C.; SLINN, P.; WOOD, C. Environmental impact assessment: Retrospect and prospect. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 27, p. 287-300, 2007.

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.

LACK, M. Bird Migration and Natural Selection. **Oikos**, v. 19, n. 1, p. 1-9, 1968.

LEE, N.; DANCEY, R. The quality of environmental impact statements in Ireland and the United Kingdom: a comparative analysis. **Project Appraisal**, v. 8, n. 1, p. 31-36, 1993.

MANDELIK, Y.; DAYAN, T.; FEITELSON, E. Planning for biodiversity: the role of ecological impact assessment. **Conservation Biology**, v. 19, n. 4, p. 1254-1261, 2005.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V. E. L.; SCHALCH, V.; FONTES, A. T.; CASTRO, M. C. A. A.; SOUZA, M. P. Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locais para implantação de aterro sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, p. 61-70, 2012.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 30, n. 1, p. 5-14, 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NASER, H.; BYTHELL, J.; THOMASON, J. Ecological assessment: an initial evaluation of the

Silvia Sayuri Mandai

✉ silvia.mandai@usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9260-5327>

Submetido em: 26/03/2019

Aceito em: 14/12/2020

2021;24e:00313

Raphaela Martins de Carvalho

✉ rapha_carvalhoo@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9438-6239>

Marcelo Marini Pereira de Souza

✉ mps@usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5682-2973>

Como citar: MANDAI, S. S.; CARVALHO, R. M.; SOUZA, M. M. P. A biodiversidade e os Estudos de Impacto Ambiental de mineração do estado de São Paulo - Brasil. **Am-
biente & Sociedade**. São Paulo, v. 24, p. 1-23, 2021.

Biodiversidad y los Estudios de Impacto Ambiental de minería en el estado de São Paulo - Brazil

Silvia Sayuri Mandai
Raphaela Martins de Carvalho
Marcelo Marini Pereira de Souza

São Paulo. Vol. 24, 2021

Artículo original

Resumen: El estado de São Paulo tiene una historia de pérdida y fragmentación del hábitat, con proyectos que amenazan su biodiversidad. Así, este estudio analizó cómo los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) de las actividades minerales del estado de São Paulo (2005-2016) consideraron el tema de la biodiversidad en sus diferentes capítulos. Para analizar los diez EIAs seleccionadas, se utilizó el Índice de Inclusión de la Biodiversidad (IIB), que consideró los indicadores ambientales (0 a 1), dependiendo del compromiso presentado en cada indicador. Los valores del IIB varió de 0.25 a 0.67, con variación significativa entre ellos. La mayoría de ellos cumplieron parcialmente los criterios, perfil similar al de otros países, representando lagunas de información en la mayoría de los capítulos. Las principales deficiencias apuntan a la limitación de datos, análisis de impacto y medidas de mitigación inadecuadas, apuntando a la necesidad de una mejor definición en la fase previa al EIA.

Palabras-clave: Diversidad Biológica, Evaluación de Impacto Ambiental, Uso de la Tierra.

Como citar: MANDAI, S. S.; CARVALHO, R. M.; SOUZA, M. M. P. Biodiversidad y los Estudios de Impacto Ambiental de minería en el estado de São Paulo - Brazil. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 24, p. 1-22, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190031r3vu2021L3AO>

Biodiversity and the Environmental Impact Statements of the state of São Paulo - Brazil

Silvia Sayuri Mandai
Raphaela Martins de Carvalho
Marcelo Marini Pereira de Souza

São Paulo. Vol. 24, 2021
Original Article

Abstract: The state of São Paulo has a history of habitat loss and fragmentation in endemic areas with projects that threaten its biodiversity. Therefore, this study analyzed how the Environmental Impact Statements (EISs) of mining activities of the state of São Paulo (2005-2016) considered the biodiversity theme in different chapters. To analyze the ten selected EISs, we used the Index of Biodiversity Inclusion (IBI), which reflects the analysis of environmental indicators (from 0 to 1), depending on the commitment presented in each of the indicators. The IBI values ranged from 0.25 to 0.67 with significant variation among EISs. Most of them partially met the criteria, which was a profile similar to other countries, representing information gaps in most of the chapters covering biodiversity. The shortcomings were data limitation, impact analysis, and inadequate mitigation measures, in which the study highlights the need for a better scoping definition previous to Environmental Impact Assessment.

Keywords: Biological Diversity, Environmental Impact Assessment, Land Use.

How to cite: MANDAI, S. S.; CARVALHO, R. M.; SOUZA, M. M. P. Biodiversity and the mining Environmental Impact Statements of the state of São Paulo - Brazil. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 24, p. 1-22, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190031r3vu2021L3AO>