

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre

Luiza Dias de Miranda Resende

**A BIODIVERSIDADE EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE
EMPREENHIMENTOS MINERÁRIOS EM MINAS GERAIS**

Belo Horizonte

2024

Luiza Dias de Miranda Resende

**A BIODIVERSIDADE EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE
EMPREENHIMENTOS MINERÁRIOS EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Pereira Paglia

Belo Horizonte

2024

043

Resende, Luiza Dias de Miranda.

A biodiversidade em estudos de impacto ambiental de empreendimentos minerários em Minas Gerais [manuscrito] / Luiza Dias de Miranda Resende. – 2024.

72 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Adriano Paglia.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

1. Ecologia. 2. Biodiversidade. 3. Mineração. 4. Ecossistema. 5. Meio Ambiente. I. Paglia, Adriano. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 502.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E
MANEJO DA VIDA SILVESTRE

FOLHA DE APROVAÇÃO

"A biodiversidade em Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos minerários em Minas Gerais"

LUIZA DIAS DE MIRANDA RESENDE

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **11 de dezembro de 2024**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

Doutor(a) Amanda Monique da Silva Dias
(ARCADIS)

Doutor(a) Mariana Yankous Gonçalves Fialho
(IEF-MG)

Doutor(a) Adriano Pereira Paglia
(Presidente da Banca)

Belo Horizonte, 11 de dezembro de 2024.

Assinatura dos Membros da Banca



Documento assinado eletronicamente por **Adriano Pereira Paglia, Professor do Magistério Superior**, em 10/01/2025, às 18:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Monique da Silva Dias, Usuária Externa**, em 16/01/2025, às 18:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Yankous Gonçalves Fialho, Usuária Externa**, em 20/01/2025, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site



https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3875293** e o código CRC **435BFCC0**.

Referência: Processo nº 23072.219003/2024-52

SEI nº 3875293

RESUMO

Atualmente, uma das principais causas da perda de biodiversidade é a mudança do uso do solo. Nesse contexto, a mineração é uma atividade que apresenta importância, pois, apesar de ocupar cerca de 1% da superfície global, possui potencial para afetar amplas áreas por meio da contaminação hídrica, poluição atmosférica e perda e fragmentação de habitats. A extensão desses impactos se agrava ao se considerar que já foi observada correlação positiva entre áreas de alta diversidade biológica e ocorrência de depósitos de minerais metálicos. Diante disso, uma ferramenta que contribui para uma melhor avaliação de possíveis impactos que essa atividade pode desencadear sobre a biodiversidade são os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs), previstos na Resolução CONAMA nº 01/1986. Considerando esse contexto, foi realizado um levantamento de EIAs do setor minerário elaborados em Minas Gerais, a fim de compreender como o tema biodiversidade tem sido abordado em diferentes seções desses estudos, bem como identificar potenciais lacunas e pontos de melhoria. Para definir os critérios de avaliação, foram utilizados como base Termos de Referência (TRs) disponibilizados pelo órgão ambiental e um índice de alinhamento, que reflete o percentual de atendimento de dado estudo ao proposto nos TRs. Os resultados apontaram que, de forma geral, o nível de alinhamento dos estudos ao solicitado nos TRs varia de baixo a moderado, sendo os maiores índices associados à proposição de programas ambientais e elaboração de prognósticos ambientais, enquanto etapas como diagnóstico de fauna e flora e a avaliação de impactos em si apresentam alinhamento médio inferior a 50%, o que indica uma lacuna importante no tema biodiversidade quando da elaboração dos EIAs e da avaliação de sua qualidade e adequabilidade em processos de licenciamento ambiental em Minas Gerais.

Palavras-chave: licenciamento ambiental; índice de inclusão de biodiversidade; avaliação de impactos.

ABSTRACT

Currently, one of the main causes for biodiversity loss is land-use change. In this context, mining is an important activity to be considered, once that, although it occupies about 1% of the global surface, it has the potential to affect wide areas via water contamination, air pollution and habitat loss and fragmentation. It should also be added to this the fact that a positive correlation between high diversity areas and metallic minerals deposits has been observed. A tool that contributes to a better assessment of potential impacts that this activity can have over biodiversity are Environmental Impact Statements (EISs), provided for in the CONAMA Resolution nº 01/1986. In this context, a survey of EISs of the mining sector carried out in Minas Gerais was conducted, in order to better understand how biodiversity issues have been addressed in different sections of these studies, as well as to identify potential gaps and improvement points. To define the evaluation criteria, ToR made available by the environmental agency were used as a basis, together with an Alignment Index that reflects the percentage at which a study contemplates the criteria selected. Results showed that the studies' alignment level to what is required in the ToR varies from low to moderate, and the highest indexes are associated to environmental programs proposition and environmental prognosis. Meanwhile issues such as wildlife and vegetation baseline studies and the actual environmental impact assessment have an average alignment rate below 50%, indicating the existence of a relevant gap in biodiversity issues when it comes to EISs elaboration and its appreciation, in terms of quality and suitability, in environmental licensing processes in Minas Gerais.

Keywords: environmental licensing; biodiversity inclusion index; environmental impact assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 Fluxograma do processo de seleção e triagem dos processos técnicos e estudos de impacto ambiental.	48
FIGURA 2 Série temporal de estudos de impacto ambiental por ano e acumulada.	49
FIGURA 3 Distribuição dos estudos de impacto ambiental avaliados por município.	49
FIGURA 4 Histograma de distribuição dos estudos de impacto ambiental por categoria de alinhamento aos requisitos dos termos de referência.	50
FIGURA 5 Índice de alinhamento médio por seção dos estudos de impacto ambiental.	51
FIGURA 6 Percentual de estudos por grau de alinhamento e item de avaliação do diagnóstico de flora.	54
FIGURA 7 Percentual de estudos por grau de alinhamento e categoria de espécie de interesse no diagnóstico de flora.	54
FIGURA 8 Percentual de estudos por grau de alinhamento e critério avaliado no diagnóstico de fauna.	55
FIGURA 9 Percentual de estudos que contemplam espécies de interesse por categoria de interesse e grupo taxonômico.	56
FIGURA 10 Distribuição de número de impactos identificados por estudo de impacto ambiental.	57
FIGURA 11 Número de classes de impactos ambientais abordadas por estudo de impacto ambiental.	59
FIGURA 12 Classes de impactos mais comumente avaliadas nos estudos de impacto ambiental. classes presentes em menos de cinco estudos não foram representadas.	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Termos de referência selecionados para análise.	25
TABELA 2 Critérios de busca para estudos de impacto ambiental no Sistema Integrado de Informação Ambiental de Minas Gerais (SIAM).	27
TABELA 3 Requisitos estabelecidos nos termos de referência para realização de estudos de alternativas e critérios utilizados para avaliar o alinhamento dos estudos.....	29
TABELA 4 Requisitos para avaliação do item “Caracterização do empreendimento”.	32
TABELA 5 Requisitos para avaliação do diagnóstico de flora e fauna.	35
TABELA 6 Requisitos para avaliação de serviços ecossistêmicos segundo o termo de referência (SEMAD, 2021).	41
TABELA 7 Critérios para análise da etapa de avaliação de impactos ambientais, conforme termo de referência.	42
TABELA 8 Critérios propostos no termo de referência para avaliação das áreas de influência do empreendimento, bem como a forma de avaliação adotada neste estudo.....	45
TABELA 9 Classes de impactos identificadas nos estudos de impacto ambiental.	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA - Área Diretamente Afetada

AE - Área de Estudo

AI - Área de Influência

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental

AID - Área de Influência Direta

AII - Área de Influência Indireta

APCB - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade

APP - Área de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COPAM - Conselho Estadual de Políticas Ambientais

DN - Deliberação Normativa

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ICMM - International Council on Mining and Metals (Conselho Internacional de Mineração e Metais)

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)

KBA - Key Biodiversity Areas (Áreas-chave para a biodiversidade)

LAC - Licenciamento Ambiental Concomitante

LAS - Licenciamento Ambiental Simplificado

LAT - Licenciamento Ambiental Trifásico

LI - Licença de Instalação

LIC - Licença de Implantação de Natureza Corretiva

LO - Licença de Operação

LOC - Licença de Operação de Natureza Corretiva

LP - Licença Prévia

MEA - Millenium Ecosystem Assessment (Avaliação Ecossistêmica do Milênio)

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NEPA - National Environmental Policy Act (Política Nacional do Meio Ambiente)

PCA - Plano de Controle Ambiental

RAS - Relatório Ambiental Simplificado

RCA - Relatório de Controle Ambiental

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RL - Reserva Legal

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SIAM - Sistema de Informações Ambientais

TR - Termo de Referência

UC - Unidade de Conservação

ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. BIODIVERSIDADE E MINERAÇÃO	13
1.1.1 O CENÁRIO BRASILEIRO	16
1.2. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	19
1.2.1 O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL	20
1.2.2. LACUNAS E CRÍTICAS AO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS.....	23
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	24
3. METODOLOGIA	25
3.1. LEVANTAMENTO DE TERMOS DE REFERÊNCIA (TR).....	25
3.2. AVALIAÇÃO DOS TERMOS DE REFERÊNCIA.....	26
3.3. LEVANTAMENTO DE ESTUDOS E RELATÓRIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA)	
27	
3.4. ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DOS EIA	28
3.4.1 ALINHAMENTO AOS TERMOS DE REFERÊNCIA.....	28
3.4.1.1 Estudo de alternativas.....	28
3.4.1.2 Compatibilidade com planos, programas e projetos colocados	32
3.4.1.3 Caracterização do empreendimento	32
3.4.1.4 Área de estudo.....	33
3.4.1.5 Diagnóstico ambiental	34
3.4.1.6 Serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa	41
3.4.1.7 Avaliação de impactos ambientais.....	41
3.4.1.8 Áreas de influência.....	45
3.4.1.9 Programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação	45
3.4.1.10 Prognóstico ambiental	46
3.4.2 ÍNDICE GERAL DE ALINHAMENTO	47
4. RESULTADOS	47
4.1. ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	47

4.2. AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM DA BIODIVERSIDADE	50
4.2.1 GERAL	50
4.2.2 ESTUDOS DE ALTERNATIVA.....	51
4.2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	52
4.2.4 COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS COLOCALIZADOS.....	52
4.2.5 ÁREAS DE ESTUDO.....	52
4.2.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	53
4.2.6.1 Diagnóstico de flora	53
4.2.6.2 Diagnóstico de fauna	55
4.2.7 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA	56
4.2.8 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	56
4.2.8.1 Apresentação da metodologia de avaliação de impactos.....	56
4.2.8.2 Análise dos impactos	56
4.2.7.3 Tipologias dos impactos	58
4.2.9 ÁREAS DE INFLUÊNCIA	60
4.2.10 PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO, COMPENSAÇÃO E RECUPERAÇÃO	60
4.2.11 PROGNÓSTICO AMBIENTAL	60
 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	61
 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

Desde 1970, tem-se observado um decréscimo em indicadores de qualidade ambiental (IPBES, 2019). A extensão de habitats naturais, por exemplo, tem reduzido em cerca de 1% por década e estima-se que 62,3% da extensão observada em 1970 ainda permaneça. Em relação ao Índice de Integridade Biótica (BII, *Biodiversity Intactness Index*), a taxa de redução por década é estimada em 0,8%. Outros indicadores apresentam taxas de decréscimo ainda maiores, como a quantidade de vegetação primária remanescente (4,1%) e de regiões selvagens terrestres (4,5%).

Dentre as principais causas para esse cenário, destacam-se as mudanças no uso do solo e do mar, com impacto relativo de 30%, seguidas de exploração direta, mudanças climáticas, poluição e introdução de espécies exóticas invasoras (IPBES, 2019).

Dentre as atividades associadas às mudanças no uso do solo e à perda de qualidade ambiental, a mineração apresenta grande importância, uma vez que, apesar de ocupar apenas 1% da superfície global (IPBES, 2019), ela possui potencial para afetar indiretamente vastas áreas via contaminação de águas superficiais e subterrâneas, poluição do ar e fragmentação de habitats. Ainda de acordo com o IPBES (2019), os maiores impactos da mineração sobre a biodiversidade local ocorrem em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, onde os efeitos podem ser maiores que o da agricultura.

Nesse cenário, é importante ressaltar a existência de diversos mecanismos e ferramentas disponíveis para melhor entender, prever e mitigar os impactos de atividades com potencial para gerar alterações e perdas ambientais significativas, como os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs).

No presente trabalho, foi realizada uma análise de EIAs desenvolvidos para empreendimentos minerários no estado de Minas Gerais, a fim de melhor compreender como questões relativas à biodiversidade são tratadas.

1.1. Biodiversidade e mineração

Os impactos de atividades minerárias sobre a biodiversidade dependem de uma série de fatores, como localização das minas, método de exploração, tipo de minério extraído, escala do empreendimento e existência de mecanismos que incentivem uma abordagem positiva para a biodiversidade (Sonter; Ali; Watson, 2018). Porém, de modo geral, a implantação de empreendimentos minerários pode atuar como força-motriz para aumento das pressões diretas e indiretas sobre a biodiversidade.

Murguía, Bringezu e Schaldach (2016) já observaram uma correlação positiva entre áreas com alta diversidade biológica e ocorrência de depósitos de minerais metálicos. Os autores apontaram em seu estudo uma concentração de depósitos minerais em zonas de média a alta diversidade global de plantas (utilizadas como proxy para a biodiversidade), principalmente nas zonas com registro de 1.500 a 4.000 espécies por 10.000 km². Similarmente, Cabernard e Pfister (2022) observaram a ocorrência de grandes depósitos minerários em *hotspots* de biodiversidade, destacando as minas de carvão na Indonésia, de níquel na Nova Caledônia, de ouro em Gana, de bauxita na Austrália, de ferro no Brasil, de cobre e lítio no Chile, e de diamante na África do Sul. Outros estudos chamam atenção para casos mais específicos de sobreposição entre áreas minerárias e espécies ameaçadas e/ou endêmicas (grandes primatas - Junker et al., 2024; mamíferos - Sonter et al., 2022; anfíbios anuros e aves - Pena et al., 2018). Em termos quantitativos, cerca de 80% de toda a extração minerária realizada em 2019 ocorreu nos biomas mais ricos em espécie do planeta (Luckeneder et al., 2021).

Outra questão abordada na literatura é a proximidade de empreendimentos minerários a áreas protegidas e áreas-chave para a biodiversidade (*Key Biodiversity Areas*, KBAs). Durán, Rauch e Gaston (2013) observaram uma relação positiva na distribuição de operações minerárias de bauxita, ferro, zinco e cobre nas proximidades de áreas protegidas, com 27% dos projetos estando inseridos entre 1 e 10 km das fronteiras da unidade de conservação. Dados mais recentes indicam que, de 2935 minas ativas avaliadas no mundo, 92% avaliadas estão localizadas em um raio de até 250 km de áreas protegidas, mais de 30% estão a até 20 km e cerca de 4% estão inseridas dentro de territórios protegidos (Luckeneder et al., 2021). Adicionalmente, desde 2000, foi observado um aumento de 113% na extração de minério em um *buffer* de 20 km de áreas protegidas (Luckeneder et al., 2021). Quanto às KBAs, quase 80% das KBAs terrestres mapeadas já possuem algum tipo de infraestrutura, principalmente associadas à mineração, plantas de petróleo e gás, e plantas de energia. Além disso, caso todos os empreendimentos atualmente propostos e que se sobrepõem a essas áreas se concretizem, a estimativa é que haja um aumento de 292% no número de KBAs afetadas diretamente pela mineração, ainda que esse impacto seja classificado de baixo a médio na maioria dos locais (Simkins et al., 2023).

Além da localização, a seleção de métodos para mineração também influencia a extensão dos impactos sobre a biodiversidade local. O estudo das alternativas metodológicas considera fatores como: características espaciais do depósito, condições geológicas e hidrológicas, propriedades geotécnicas, aspectos econômicos e tecnológicos, e questões ambientais. Todavia,

deve-se destacar que, muitas vezes, o fator ambiental é subestimado ou ignorado nesse processo (Namin; Shahriar; Nebacetin, 2011).

Atualmente, há quatro grupos principais de métodos extrativos na mineração: i) de superfície, ii) subterrânea, iii) de plácer (garimpo), e iv) lixiviação no local.

A mineração de superfície é realizada nos casos em que os minerais estão em camadas mais superficiais do solo e é comumente empregada na extração de carvão, ferro e bauxita. Ela pode ser feita a partir dos métodos de tiras, quando os depósitos são rasos e acumulados horizontalmente; em bancadas, quando o acúmulo dos depósitos é principalmente vertical; ou em pedreiras, quando há remoção do topo de uma montanha (Cummins, 2024). Por ser um método que demanda a remoção do solo superficial e, consequentemente, da vegetação que o recobre, possui grande potencial para gerar impactos.

A mineração subterrânea, por sua vez, é adotada quando os depósitos estão localizados em camadas mais profundas (de até 3 km) e é empregada muitas vezes na extração de ouro, chumbo e prata. Ela pode ocorrer pelos métodos de câmaras e pilares, quando são escavadas câmaras na camada de minério; por abatimento de blocos, quando há perfuração do subsolo e uso de explosão para quebra do minério; ou pelo método *longwall*, com auxílio de um cortador que se move pela camada de minério, extraíndo os produtos.

A mineração de plácer, ou garimpo, consiste na separação de metais de sedimentos através de peneiras, sendo realizada principalmente em leitos de rios e ambientes sedimentares. Por fim, a lixiviação no local utiliza uma solução para dissolução do mineral diretamente na jazida e posterior bombeamento da mistura de volta à superfície.

Além dos impactos diretos sobre a biodiversidade decorrentes da implantação de projetos minerários, podem ocorrer impactos indiretos associados, por exemplo, à expansão urbana e à atração de mão de obra (Sonter et al., 2017).

Apesar de o potencial gerador de impactos de atividades minerárias ser consenso entre os autores, estudos que avaliam quantitativamente esses impactos sobre a biodiversidade são escassos, principalmente no que diz respeito a análises de causa e efeito pautadas em comparações entre informações de baseline de uma área e dados posteriores oriundos de monitoramentos ou levantamentos de campo.

1.1.1 O cenário brasileiro

A história da extração mineral no Brasil remonta ao período colonial, com destaque para o período a partir do século XVIII, uma vez que até esse momento a produção era reduzida e restrita à região da atual cidade de São Paulo e ao atual estado do Paraná. Entre os anos de 1693 e 1695 foram descobertas jazidas de ouro em Minas Gerais (Alves, 2007). O crescimento da produção atraiu pessoas de outras regiões do país e impulsionou o desenvolvimento de infraestrutura e núcleos urbanos, como Ouro Preto, Congonhas e São João del Rei (Alves, 2007). Posteriormente, foram descobertas ainda minas de ouro e diamante não apenas em Minas Gerais, como também na Bahia, em Mato Grosso e em Goiás. Nesse contexto, a produção aurífera do Brasil nos primeiros 70 anos do século XVIII correspondeu a 50% do total da produção mundial entre os séculos XV e XVIII. Tal intensidade exploratória se refletiu na decadência das jazidas a partir de 1780 e na secundarização da mineração quando comparada à agricultura (Figueirôa, 1994).

A partir de meados do século XIX, o progresso técnico-científico da Segunda Revolução Industrial contribuiu para a descoberta de novas formas de extração, transformação e utilização mineral, e isso refletiu na abordagem nacional a respeito da siderurgia (Teixeira, 1993). Em 1876, foi fundada em Minas Gerais, a Escola de Minas de Ouro Preto, que contribuiu para a formulação da política mineral brasileira, formando as primeiras turmas de geólogos e projetistas de altos-fornos do país (Teixeira, 1993).

Todavia, mesmo com os avanços tecnológicos, alguns obstáculos limitavam o desenvolvimento do setor, como a distância entre as principais reservas de minério de ferro, localizadas predominantemente em Minas Gerais, os depósitos de carvão-de-pedra - utilizado nos altos-fornos - e os potenciais consumidores de ferro e aço - Rio de Janeiro, São Paulo e estados do Nordeste. Em decorrência desses desafios, até a década de 20 os empreendimentos siderúrgicos brasileiros compreendiam principalmente fábricas de fundição de ferro que utilizavam matéria-prima importada (Teixeira, 1993).

Em 1910, o então presidente Nilo Peçanha promulgou o Decreto nº 8.019/1910, que concedia favores, como isenção de impostos e redução de fretes em ferrovias federais, a empresas e indivíduos nacionais e internacionais que estabelecessem projetos siderúrgicos no Brasil (Teixeira, 1993). Esse decreto tinha por objetivo encorajar a produção interna de ferro e aço e teve como um desdobramento a atração de diversas empresas estrangeiras, das quais se destaca a Itabira Iron Ore, empresa inglesa que tinha como objetivo "adquirir, explorar, desenvolver,

trabalhar e aproveitar certas propriedades de minério conhecidas por Conceição, Santa Ana e Cauê, situadas no município de Itabira, no Estado de Minas Gerais". Sua implementação foi alvo de disputas judiciais, até ser permitida em 1911 (Teixeira, 1993; Alves, 2007).

Durante as décadas de 30 e 40, uma série de eventos contribuíram para a consolidação da indústria siderúrgica no país, dentre as quais pode se citar a criação da Diretoria Geral da Produção Mineral, em 1933, posteriormente renomeada como Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), e a publicação do Código de Minas, em 1934, que passou a distinguir a propriedade do solo e a propriedade de jazidas e demais riquezas do subsolo. Em 1937, houve a proibição de novos aproveitamentos industriais de minas e jazidas por companhias estrangeiras, o que foi gradualmente revogado, como evidencia a fundação da Companhia Siderúrgica Nacional, em 1940, resultante de um acordo entre Brasil e Estados Unidos, e da Companhia Vale do Rio Doce, em 1942. Neste último caso, destaca-se que se trata de um empreendimento tripartite em que a Inglaterra cedia as jazidas da Itabira Iron Ore para o Brasil, os Estados Unidos realizam um empréstimo de US\$ 14 milhões, e o Brasil se comprometia a exportar o minério produzido pela empresa exclusivamente para EUA e Inglaterra (Teixeira, 1993; Alves, 2007).

Desse modo, ao longo do século XX a mineração brasileira ganhou força, contando com uma infraestrutura relativamente boa, ainda que estivesse focada principalmente em suprir as demandas do mercado interno. A partir de 1964, com a instituição de uma Ditadura Militar, várias políticas guiadas por ideais nacionalistas e desenvolvimentistas levaram à atração de empreendimentos multinacionais para o país. Entre as décadas de 1970 e 1980, cerca de 40% dos minerais metálicos extraídos no Brasil eram financiados por capital estrangeiro. Nesse mesmo período, a Companhia Vale do Rio Doce se consolidou como uma das principais produtoras e exportadoras de minério de ferro no mundo e diversos projetos minerários se estabeleceram na Amazônia, em especial na região da Serra de Carajás. Essa tendência se confirmou ao longo da década de 1990, quando os investimentos em mineração no mundo cresceram 90%, enquanto na América Latina o aumento foi de 400% (Araújo; Fernandes, 2016).

Já no século XXI, Araújo e Fernandes (2016) destacam que até 2014, as ampliações produtivas na indústria extrativa mineral resultaram em um aumento de 550% no valor da produção, que estava associada a mais de três mil minas produtoras de 72 tipologias minerais, sendo 23 metálicas. Além disso, apenas no ano de 2014 a exportação mineral gerou 30 bilhões de euros,

sendo que 60% desse valor estava relacionado ao minério de ferro, que é vendido principalmente para a China.

Atualmente, a importância do setor mineral no Brasil é evidenciada pelo relatório do Instituto Brasileiro de Mineração referente a 2022, segundo o qual 48% dos municípios brasileiros recolheram a CFEM - Compensação Financeira pela Exploração Mineral - uma contraprestação pela utilização de recursos minerais em seus territórios, que totalizou um valor de R\$ 7,08 bilhões. Em relação à produção da indústria, tem-se a estimativa de 1,05 bilhão de toneladas de 91 tipologias minerais, que geraram um faturamento de R\$ 250 bilhões. Dentre as tipologias minerais com maior faturamento em 2022 estão: minério de ferro (R\$ 153,5 bilhões), minério de ouro (R\$ 23,9 bilhões) e minério de cobre (R\$ 15,2 bilhões).

Em 2022 o estado de Minas Gerais apresentou o maior número de municípios recolhedores da CFEM, com 521 ou 61% dos municípios do estado. Destes, destacam-se Conceição do Mato Dentro, Itabirito, Mariana, São Gonçalo do Rio Abaixo, Itabira, Congonhas, Nova Lima, Itatiaiuçu, Ouro Preto, Belo Vale, Brumadinho e Paracatu, todos entre os 15 principais municípios mineradores do Brasil. Em termos de faturamento, o estado lidera o *ranking* nacional, à frente do Pará, com 40% da participação (IBRAM, 2023).

Ao se avaliar a relação entre biodiversidade e mineração, tem-se que, no Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, o Quadrilátero Ferrífero (QF) se destaca na relação entre presença de depósitos minerais e biodiversidade. O QF é uma região com cerca de 7.000 km² e que se destaca pela presença de jazidas de diversos minerais, principalmente o ferro. Nessa região também ocorrem ecossistemas altamente diversos, como os campos rupestres, especialmente os ferruginosos, também conhecidos como cangas (Jacobi; Carmo, 2008; Carmo; Jacobi, 2013). Esse tipo de ecossistema ocorre em topos de montanhas, em geral acima de 900 metros de altitude, e tipicamente apresenta altos níveis de endemismo, especialmente de plantas. Além das áreas de campo rupestre, que equivalem a aproximadamente 5% da superfície do QF e a 13% da superfície acima de 1000 m de altitude, são encontradas na região áreas de Campo Cerrado (23%) e de Florestas Estacionais (40%; Fernandes-Filho et al., 2022). A mineração está presente em 3% da área do QF, desse percentual 58% correspondem a áreas acima de 1000 m de altitude (Fernandes-Filho et al., 2022). Em termos de biodiversidade, Mol e colaboradores (2021) registraram 128 espécies de répteis com ocorrência no QF, o que equivale a 42% da fauna de répteis registrada para Minas Gerais; Skirycz e colaboradores (2014) avaliaram em uma revisão da literatura que 80% das espécies de plantas registradas em ambientes de canga são exclusivas ao se comparar com fitofisionomias adjacentes, como áreas

de Mata Atlântica e florestas ripárias. Adicionalmente, ambientes de canga no QF apresentavam diferenças significativas de outros tipos de campo rupestre, como o Quartzítico (Skirycz et al. 2021).

1.2. Sistema de avaliação de impactos ambientais

A partir de meados do século XX, uma série de desastres ambientais despertou a preocupação de pesquisadores, governos e da sociedade em relação ao tema meio ambiente e sua conservação, como é refletido no livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, publicado em 1962, e na aprovação da Política Nacional do Meio Ambiente (*National Environmental Policy Act*, NEPA), nos Estados Unidos, em 1969 (Jay et al., 2007). Conforme apresentado em sua Seção 101, o objetivo da NEPA é, em tradução livre:

“Usar todos os meios e medidas praticáveis, incluindo assistência financeira e técnica, de uma forma calculada para promover o bem-estar geral, criar e manter condições sob as quais homem e natureza possam existir em harmonia produtiva, e preencher requisitos sociais, econômicos e outros de gerações presentes e futuras de americanos.” (CEQ, 2021)

Nesse contexto, um dos mecanismos adotados para que esse objetivo fosse cumprido é a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que compõe a Declaração de Impacto Ambiental (Environmental Impact Statement - EIS). Esses instrumentos permitiriam aos órgãos ambientais competentes avaliar de forma estruturada e completa quais os impactos socioambientais associados à implantação de um projeto e, a partir disso, julgar se os ônus são compatíveis com os objetivos da NEPA ou são compensados pelos benefícios gerados.

Em 1972, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, a busca por ferramentas para avaliar e tornar compatíveis os desenvolvimentos econômico e ambiental ganhou mais um impulso. Durante a Conferência, foi apresentado como parte das recomendações e resoluções um Plano de Ação com três componentes: i) Programa de Avaliação Ambiental Global, ii) Gestão Ambiental e iii) Medidas de suporte. O Programa de Avaliação Ambiental Global incluía recomendações de avaliação, pesquisa, monitoramento e troca de informações sobre aspectos ambientais. A Gestão Ambiental apresentava diretrizes para facilitar um planejamento ambiental abrangente, capaz de considerar os efeitos das atividades humanas, de modo a proteger e melhorar o ambiente humano para gerações presentes e futuras. Por fim, as medidas de suporte envolviam ações de educação, treinamento e

divulgação de informações, adaptações de arranjos organizacionais, e assistência financeira (ONU, 1972).

Nas décadas seguintes, foi possível observar um maior envolvimento de pesquisadores e outros profissionais no desenvolvimento de mecanismos regionais e globais para a avaliação de impactos de diversos empreendimentos sobre o meio ambiente, como é evidenciado pelo surgimento da Associação Internacional de Avaliação de Impactos (International Association for Impact Assessment - IAIA), em 1980. A organização tem como objetivo elaborar e divulgar melhores práticas a serem empregadas em estudos de impacto, de modo a melhor informar os tomadores de decisões em relação a políticas, programas, planos e projetos (IAIA, 2024). Paralelamente, governos de diversos países e regiões passaram a instituir a AIA como parte da legislação ambiental: na Europa, destaca-se a publicação da Directiva 85/337/CEE da União Europeia, aprovada em 1985 e que trata da avaliação de efeitos de determinados empreendimentos públicos e privados no ambiente; e no Canadá, houve a promulgação do Canadian Environmental Assessment Act, em 1995.

Atualmente, mais de 180 países empregam estratégias de AIA. Destaca-se, porém, que apesar de os princípios básicos da AIA serem similares, sua aplicação em cada país depende largamente de condições socioculturais, políticas, econômicas e ambientais específicas de cada área, o que gera diferentes graus de comprometimento, aplicabilidade e efetividade do processo (Almeida et al., 2016; Glasson, Salvador, 2000).

1.2.1 O processo de licenciamento ambiental no Brasil

Devido ao grande porte e ao potencial poluidor das atividades de mineração industrial, na maioria dos casos elas estão sujeitas ao processo de licenciamento com elaboração de EIA. Em 1981 foi promulgada no Brasil a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA), que institui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), além de apresentar a AIA, o licenciamento e o zoneamento ambiental, dentre outros processos, como instrumentos para sua aplicação. A PNMA foi regulamentada pelo Decreto nº 88.375/1983, que determina em seu Artigo 18º, que:

“A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimento de atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º Caberá ao CONAMA fixar os critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento, contendo, entre outras, os seguintes itens:

- a) - diagnóstico ambiental da área;
- b) - descrição da ação proposta e suas alternativas;
- c) - identificação, análise e previsão dos impactos significativos, positivos e negativos.

§ 2º O estudo de impacto ambiental será realizado por técnicos habilitados, e constituirá Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), correndo as despesas por conta do proponente do projeto.

§ 3º Respeitada a matéria de sigilo industrial, assim expressamente caracterizada a pedido do interessado, o RIMA, devidamente fundamentado, será acessível ao público.”

Esse decreto foi revogado pelo Decreto nº 99.274/1990, porém a redação do Artigo acima apresentado foi mantida.

Os critérios básicos e diretrizes para a AIA foram regulamentados posteriormente através da Resolução CONAMA nº 01/1986. O Licenciamento Ambiental (LA), por sua vez, foi regulamentado pela Resolução CONAMA nº 237/1997, já na década seguinte.

Atualmente, no Brasil, a AIA está bastante associada ao processo de LA, sendo parte do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), necessário para a obtenção das Licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO) de empreendimentos e atividades capazes de causar degradação ambiental significativa, incluindo atividades minerárias.

O estabelecimento de critérios e diretrizes para elaboração de estudos, bem como sua avaliação e aprovação, é realizado no Brasil por um corpo institucional organizado em níveis federal, estadual e municipal.

A organização do processo de LA e a descrição dos requisitos mínimos para elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), no caso de empreendimentos causadores de significativo impacto ambiental, são apresentadas nas Resoluções CONAMA nº 06/1986 e nº 01/1986, respectivamente, e são sintetizadas a seguir conforme Santiago e colaboradores (2015):

1. Avaliação inicial das características do projeto e de sua área de localização;
2. Estabelecimento do escopo do EIA por meio de termos de referência;
3. Elaboração do EIA, contendo:

- a. Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, considerando os meios físico (subsolo, água, ar e clima), biológico (fauna e flora) e socioeconômico (uso e ocupação do solo, uso da água e socioeconomia).
 - b. Análise de impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, com discriminação de impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes, reversíveis e irreversíveis, cumulativos, sinérgicos, entre outros.
 - c. Definição de medidas mitigadoras dos impactos negativos;
 - d. Programa de acompanhamento e monitoramento de impactos positivos e negativos;
4. Preparação do RIMA contendo as conclusões do EIA e direcionado ao público;
 5. Revisão da qualidade do EIA/RIMA;
 6. Realização de audiências públicas
 7. Decisão quanto à aprovação da proposta
 8. Acompanhamento dos programas de compensação e monitoramento de impactos.

Especificamente em Minas Gerais, o processo de licenciamento ambiental e a instituição da necessidade de estudos de impacto ambiental para atividades efetiva ou potencialmente poluidoras foi primeiramente previsto na Lei Estadual nº 7.772/1980, sendo complementado posteriormente por outros mecanismos legais, como a Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017.

De acordo com a DN nº 217/2017, os empreendimentos e atividades potencialmente poluidores estão sujeitos a diferentes modalidades de licenciamento, dependendo de sua classe poluidora, determinada a partir do grau de poluição associado e do porte do empreendimento, e de critérios locais, que incluem a posição do projeto em relação a Unidades de Conservação, Reservas da Biosfera, rios de preservação permanente, entre outros critérios.

As modalidades de licenciamento possíveis são: Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS), Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC) e Licenciamento Ambiental Trifásico (LAT).

O Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS) é realizado em uma única fase, por meio do cadastro de informações pelo empreendedor, resultando na Licença Ambiental Simplificado (LAS)/Cadastro, ou pela análise do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), que culmina na expedição da LAS/RAS.

O Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC) pode ocorrer em duas submodalidades - LAC1 e LAC2. A LAC1 compreende a análise em fase única das etapas de LP, LI e LO. Já na LAC2, pode haver i) análise em fase única da LP e LI, sendo a LO avaliada posteriormente, ou ii) avaliação inicial da LP, e, posteriormente, avaliação concomitante das etapas de LI e LO.

Já no Licenciamento Ambiental Trifásico (LAT), as etapas de LP, LI e LO são analisadas de forma sucessiva. Essas licenças têm validade de 5, 6 e 10 anos, respectivamente.

Ressalta-se que o requerimento de licença ambiental também pode ser realizado quando o empreendimento já está sendo instalado ou em operação, de modo que devem ser solicitadas a Licença de Instalação de Natureza Corretiva (LIC) ou a Licença de Operação de Natureza Corretiva (LOC).

1.2.2. Lacunas e críticas ao sistema de avaliação de impactos

Apesar do desenvolvimento do sistema de AIA desde a década de 1970, muitos autores ressaltam que essa ferramenta ainda não é devidamente aplicada como mecanismo de prevenção de danos ambientais.

Santiago e colaboradores (2015) realizaram uma análise do sistema de AIA voltada a projetos hidrelétricos e apresentaram críticas relacionadas aos termos de referência, que muitas vezes eles não são elaborados de forma específica para as características e a localização de um projeto, e à avaliação de impactos, que frequentemente não consideram impactos cumulativos, sinérgicos, ancilares e globais.

Em relação à elaboração dos EIAs, em especial às informações referentes ao meio biótico, diversos autores apontaram críticas referentes à condução dos estudos de *baseline*, à avaliação de impactos, e a proposição, monitoramento e avaliação de medidas de mitigação (Bigard; Pioch; Thompson, 2017; Dias, 2017; Dias; Fonseca; Paglia, 2017; Sonter; Ali; Watson, 2018; Duarte; Sánchez, 2020; Dias et al., 2022). No que tange aos estudos de *baseline*, são levantadas questões sobre a definição da área de estudo, que frequentemente ocorre de forma arbitrária, sem considerar características funcionais do ecossistema local; a ausência de análises de redes ecológicas; o grande foco em listas de espécies e habitats, entre outros (Bigard; Pioch; Thompson, 2017).

Quanto à avaliação de impactos *per se*, observa-se a ausência ou superficialidade de análises sobre impactos cumulativos, a falta de uma definição clara e de um método para o cálculo da

significância de impactos; incoerência dos impactos levantados como significativos e os dados do diagnóstico de biodiversidade (Bigard; Pioch; Thompson, 2017; Sonter; Ali; Watson, 2018; Duarte; Sánchez, 2020). Desse modo, verifica-se que, apesar de ser uma seção crítica para orientar órgãos ambientais e públicos interessados no processo de licenciamento ambiental, essa seção do EIA ainda é negligenciada (Duarte; Sánchez, 2020).

Subsequente à avaliação de impactos, devem ser propostas medidas de mitigação adequadas. Todavia, como destacam Bigard e colaboradores (2017), apenas a elaboração das medidas não garante sua implementação e seu sucesso em campo. Adicionalmente, Duarte e Sánchez (2020) observaram em seu estudo sobre a avaliação de significância de impactos que alguns impactos são ignorados na elaboração dessas medidas.

Adicionalmente, quando se considera a etapa de monitoramento de impactos do empreendimento, Dias e colaboradores (2017) destacam a questão da negligência de órgãos públicos e privados em relação à fiscalização da implementação e da eficácia das medidas de acompanhamento e mitigação, em especial no setor de mineração. Os autores abordam a escolha inadequada de indicadores, que não refletem adequadamente particularidades temporais ou espaciais do impacto avaliado; a falta de Termos de Referência detalhados e regulações, que permitem aos consultores adaptar suas escolhas de monitoramento, de modo a se adequar a contextos financeiros e políticos, muitas vezes em detrimento de questões ambientais. A soma desses fatores contribui para uma cultura corporativa voltada apenas ao *compliance*, isto é, focada unicamente no atendimento a requisitos legais, sem gerar reflexos reais na gestão do meio ambiente (Dias; Fonseca; Paglia, 2017; 2019). Em um estudo realizado com a participação de especialistas e consultores, Dias (2017) reportou que além das limitações técnicas que interferem na qualidade e efetividade dos monitoramentos ambientais, questões políticas, legais e processuais também são importantes. Tópicos como pressão dos empreendedores em relação a prazos e resultados e conflitos de interesses foram levantados pelos entrevistados como problemas que afetam os planos de monitoramento (Dias, 2017).

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Conforme apresentado na introdução, o Estado de Minas Gerais é um dos maiores produtores de minério do país, sendo que o Quadrilátero Ferrífero, área onde se concentram várias jazidas, também corresponde a uma região de rica diversidade biológica, inclusive com ocorrência de campos rupestres. Nesse contexto, como a mineração é uma atividade com alto potencial para

gerar efeitos negativos sobre a biodiversidade, é de fundamental importância que as ferramentas de licenciamento ambiental e avaliação de impactos, como o próprio Estudo de Impacto Ambiental (EIA), consigam captar adequadamente os potenciais impactos sobre os ecossistemas, à fauna e à flora, especialmente àqueles mais vulneráveis.

Assim, essa dissertação se propõe a avaliar EIAs elaborados em processos de licenciamento ambiental estadual de atividades minerárias em Minas Gerais, com foco em questões de biodiversidade e tendo por base requerimentos comumente observados nos Termos de Referências disponibilizados pelos órgãos ambientais competentes.

3. METODOLOGIA

3.1. Levantamento de Termos de Referência (TR)

A compilação dos TRs disponíveis referentes a empreendimentos minerários no estado de Minas Gerais foi realizada em fevereiro de 2023, através do site oficial da Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD, 2023). Destaca-se que a última atualização da página no momento do levantamento de dados datava de 16 de setembro de 2022.

Das categorias de TRs disponíveis, foram selecionadas aquelas que se relacionam diretamente ao processo de elaboração de EIAs e a empreendimentos minerários ou gerais, conforme a **Tabela 1**.

Tabela 1 Termos de Referência selecionados para análise.

Categoria	Termo de Referência avaliado
Termos de Referência para Levantamento, Monitoramento e Manejo de Fauna Silvestre Terrestre	Inventariamento de Fauna Silvestre Terrestre (Relatório) Resgate e Destinação de Fauna Silvestre Terrestre (Relatório)
Termos de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)	Geral

3.2. Avaliação dos Termos de Referência

A fim de identificar se os termos de referência disponibilizados pela SEMAD-MG apresentam requisitos adequados para a avaliação da inclusão da biodiversidade nos EIAs, isto é, se um bom atendimento aos critérios estabelecidos nos TRs pode ser considerado um bom *proxy* para uma abordagem satisfatória de questões relacionadas à biodiversidade nos estudos, foi realizada uma comparação dos requisitos propostos nos TRs e boas práticas relacionadas à biodiversidade e a avaliação de impactos.

Foram selecionados como boas práticas de referência aquelas dispostas nos seguintes documentos:

- *Principles of environmental impact assessment best practice* (“Princípios de boas práticas da avaliação de impactos ambientais”; IAIA, 1999)
- *Good practice guidance for mining and biodiversity* (“Guia de boas práticas para mineração e biodiversidade”; ICMIM, 2006);
- *Good practices for the collection of biodiversity baseline data* (“Boas práticas para a coleta de dados de linha de base de biodiversidade”; Gullison et al., 2015);
- *Good practices for biodiversity inclusive impact assessment and management planning* (“Boas práticas para avaliações de impacto e planejamento da gestão incluindo a biodiversidade”; Hardner, 2015);
- *Biodiversity and ecosystem services in impact assessment* (“Biodiversidade e serviços ecossistêmicos na avaliação de impacto”; IAIA, 2018)
- Padrão de Desempenho 6 – conservação da biodiversidade e gestão sustentável de recursos naturais vivos (IFC, 2012)

De forma geral, os termos de referência selecionados apresentam uma boa aderência às boas práticas utilizadas como referência, sendo a principal lacuna relacionada ao engajamento de partes interessadas nos processos de caracterização ambiental e avaliação de impactos. Esses itens não foram incluídos na avaliação do presente estudo.

Assim, foi adotada a premissa de que um bom atendimento ao TR pode ser equiparado a um bom alinhamento às boas práticas e, conseqüentemente, a uma abordagem minimamente satisfatória de questões relacionadas à biodiversidade nos EIAs.

3.3. Levantamento de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)

A busca por EIAs foi realizada em fevereiro de 2023 através do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM), utilizando como critério de pesquisa a(s) “Atividade(s) do Empreendimento”, que foi preenchido com cinco tipos de atividades, incluindo atividades de lavra a céu aberto e pilhas de rejeito/estéril, conforme **Tabela 2**.

Tabela 2 Critérios de busca para Estudos de Impacto Ambiental no Sistema Integrado de Informação Ambiental de Minas Gerais (SIAM).

Atividade	Código COPAM
Lavra a céu aberto sem tratamento ou com tratamento a seco - Minerais metálicos, exceto minério de ferro	A-02-01-1
Lavra a céu aberto com tratamento a úmido, minerais metálicos, exceto minério de ferro	A-02-02-1
Lavra a céu aberto sem tratamento ou com tratamento a seco - Minério de Ferro	A-02-03-8
Pilhas de Rejeito/Estéril - Minério de Ferro	A-05-04-7
Lavra a céu aberto com tratamento a úmido - Minério de Ferro	A-02-04-6

Para cada um dos resultados obtidos foram consultados os processos cujo tipo de regularização (licenciamento) correspondia a: LAC1, LAC2, LP e/ou LAS, sendo descartados processos referentes a outorgas, LI, LO e Revalidação de LO. Essa escolha se justifica pelo fato de que o estudo-alvo dessa etapa (EIA) é exigido na etapa de solicitação de Licença Prévia. Em seguida, foi realizada consulta aos documentos protocolados associados a cada processo e os estudos de interesse foram baixados, quando disponíveis. As identidades das empresas responsáveis pelos empreendimentos, bem como das empresas de consultoria responsáveis pela elaboração dos estudos, foram preservadas, já que a avaliação dessa variável não compõe o escopo do presente estudo.

Os dados obtidos foram então organizados em planilha Excel e a seleção de resultados para a etapa de análise foi refinada, considerando apenas processos cujo status atual fosse: “Licença Concedida”, “Licença Indeferida”, “Licença Prorrogada”, “Licença Cancelada” ou “Em Análise Técnica”.

Ressalta-se que, desde 2019 (Resolução SEMAD nº 2890/2019), está em vigor o Sistema de Licenciamento Ambiental (SLA), que passou a receber os requerimentos de licenças ambientais. Optou-se, porém, por não se utilizar os estudos incluídos nesse sistema, já que,

devido ao fato de serem mais recentes, muitos ainda estão em análise técnica, não havendo um parecer pelo deferimento ou indeferimento.

3.4. Análise qualiquantitativa dos EIA

Após a triagem e seleção dos EIAs foram coletadas informações acerca de ano de protocolo e localização do empreendimento. As avaliações quanto ao alinhamento aos Termos de Referência e quanto ao Índice de alinhamento são detalhadas a seguir.

3.4.1 Alinhamento aos Termos de Referência

Para avaliação da conformidade dos estudos em relação aos TRs foi utilizado como base a estrutura proposta no “Termo de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) - Geral”, por se tratar do documento mais abrangente. Esse TR estabelece os requisitos básicos a serem contemplados nos EIAs considerando nove itens principais: (1) estudo de alternativas; (2) compatibilidade com planos, programas e projetos colocalizados; (3) área de estudo; (4) diagnóstico ambiental; (5) serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa; (6) avaliação de impactos ambientais; (7) áreas de influência; (8) programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação; (9) prognóstico ambiental.

Os itens do TR possuem um conjunto específico de requisitos de atendimento, e para cada um dos itens o alinhamento em relação aos requisitos básicos foi classificado como: “Sim”, “Parcial”, “Não” e/ou “NA” (requisito não aplicável), exceto Serviços Ecossistêmicos que não teve classificação “Parcial”. Essas categorias, bem como seus limiares, foram uma proposta adotada neste trabalho, não correspondendo a uma forma de avaliação adotada pelo órgão ambiental. A seguir é apresentado o detalhamento de como cada um dos itens e grau de alinhamento foram avaliados.

3.4.1.1 Estudo de alternativas

Segundo o TR, o estudo de alternativas deve contemplar: alternativas locais, tecnológicas e alternativa zero. A Tabela 3 apresenta os requisitos estabelecidos no TR para cada um desses aspectos, bem como os critérios propostos neste estudo e que foram utilizados para avaliação dos EIAs selecionados na etapa “**Avaliação dos Termos de Referência**”.

Tabela 3 Requisitos estabelecidos nos Termos de Referência para realização de estudos de alternativas e critérios utilizados para avaliar o alinhamento dos estudos.

Alternativas locais	
Apresentar no mínimo 3 alternativas locais.	TOTAL: São apresentadas minimamente três alternativas locais para o projeto OU é apresentada justificativa técnica adequada caso apenas uma ou duas alternativas sejam apresentadas. PARCIAL: São apresentadas uma ou duas alternativas, sem justificativa para a não apresentação da terceira. NÃO: Não são apresentadas alternativas locais e não há justificativa para tal. NÃO APLICÁVEL (NA): quando o EIA é referente ao aumento ou continuidade das operações, ou seja, não é prevista implantação de outras estruturas ou supressão de vegetação nativa; OU quando há justificativa técnica adequada para a não apresentação de alternativas locais.
Para cada ponto sensível identificado, devem ser relacionadas as vantagens e desvantagens das alternativas locais.	TOTAL: Foram estabelecidos critérios claros relacionados à biodiversidade para avaliação das alternativas e para cada um deles foram avaliadas vantagens e desvantagens. PARCIAL: Os critérios para avaliação das alternativas e/ou sua avaliação quanto a vantagens e desvantagens foram apresentados de forma inconsistente. NÃO: Não foram avaliados critérios relacionados à biodiversidade.
Cada alternativa deverá ser representada cartograficamente em escala e resolução adequadas, com indicação de: UCs, ZAs, corpos hídricos, APP, áreas cársticas; Estimativa de área total de vegetação a ser suprimida (ha), destacando estágios sucessionais e áreas legalmente protegidas; Intervenção em áreas prioritárias para conservação; Impactos sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção;	TOTAL: As informações solicitadas são apresentadas de forma clara e objetiva para cada uma das alternativas propostas no projeto. PARCIAL: As informações solicitadas são apresentadas de forma inconsistente entre as alternativas (e.g, apresentada para apenas uma ou algumas, de forma vaga e geral) NÃO: As informações solicitadas não são apresentadas para nenhuma das alternativas.

Interferência em áreas de pesca, aquicultura, extrativismo, turismo ou de recreação e infraestrutura pública.	
Matriz multicriterial com as alternativas locais e os impactos diretos mais importantes provocados em cada uma delas.	TOTAL: Foi apresentada matriz multicriterial comparando todas as alternativas em relação aos critérios ambientais selecionados. PARCIAL: Foi apresentada matriz multicriterial para apenas parte das alternativas discutidas ou a matriz apresentada está incompleta, isto é, não possui informações que permitam comparar os impactos de diferentes alternativas em relação a um mesmo critério. NÃO: Não foi apresentada matriz multicriterial.
Para os empreendimentos que apresentam rigidez locacional, deverá ser comprovada, mediante justificativas técnicas fundamentadas, a inexistência de alternativas para sua implantação.	TOTAL: Foram apresentadas justificativas técnicas devidamente embasadas para justificar a rigidez locacional de todas as estruturas para as quais foi utilizada a justificativa. PARCIAL: Foram apresentadas justificativas técnicas para sustentar a rigidez locacional do empreendimento, porém elas também foram utilizadas para justificar, erroneamente, a rigidez de estruturas que são tipicamente flexíveis quanto à localização (infraestrutura acessória). NÃO: Foi utilizado o argumento de rigidez locacional, porém não houve justificativa técnica para embasá-lo. NA: não foi utilizada a justificativa de rigidez locacional.
Alternativas tecnológicas	
Deverão ser apresentadas alternativas tecnológicas possíveis de serem adotadas nas fases de instalação (métodos construtivos, layout, formas e locais de disposição dos sedimentos, entre outras) e operação (equipamentos, processo produtivo, transporte, fontes de energia utilizadas, potencial de emissão de gases de efeito estufa, entre outras), citando seus pontos positivos e negativos em relação aos aspectos	TOTAL: Apresentadas as alternativas tecnológicas para extração de minério ou disposição de rejeitos, dependendo do contexto do Projeto, e comparação de seus impactos sobre a biodiversidade. PARCIAL: Apresentadas as alternativas tecnológicas, com avaliação superficial (sem justificativas técnicas ou embasamento científico) de seus prós e contras considerando os impactos sobre a biodiversidade. NÃO: Não foram apresentadas alternativas tecnológicas.

ambientais e justificando a adoção das alternativas tecnológicas selecionadas.	
Recomenda-se que os resultados da avaliação do estudo de alternativa tecnológica sejam apresentados por meio de quadro comparativo.	TOTAL: Foi apresentado quadro comparativo com vantagens e desvantagens de cada alternativa tecnológica em relação à biodiversidade. PARCIAL: É apresentada discussão sobre as vantagens e desvantagens de cada alternativa tecnológica em relação à biodiversidade, porém sem apresentação em quadro comparativo ou matriz. NÃO: Não foi apresentado quadro comparativo.
Alternativa zero	
Apresentar prognóstico sucinto para a situação de não implantação do empreendimento, confrontando, por meio de gráficos, matrizes, mapas, etc., cada alternativa locacional e tecnológica apresentada com este prognóstico, destacando os principais impactos positivos e negativos de cada cenário.	TOTAL: Apresentado o prognóstico esperado para o cenário de não implantação do empreendimento, com comparação clara a cada uma das alternativas locacionais e/ou tecnológicas. PARCIAL: Apresentado prognóstico esperado para o cenário de não implantação do empreendimento, porém sem comparação com cada uma das alternativas locacionais e/ou tecnológicas. NÃO: Não é apresentada alternativa zero.

3.4.1.2 Compatibilidade com planos, programas e projetos colocalizados

A análise desse critério foi feita considerando como os estudos incorporaram planos e políticas governamentais relacionados a conservação e biodiversidade em seu conteúdo. A fim de padronizar a avaliação, foram propostos como itens essenciais a serem incluídos nos EIAs:

- I.localização do projeto em relação a Unidades de Conservação;
- II.compatibilidade com Planos de Ação para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PANs) elaborados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) desde 2004;
- III.compatibilidade com o Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), em especial com as áreas prioritárias para conservação e áreas de vulnerabilidade natural, aprovado pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) por meio da Deliberação Normativa nº 129/2008;
- IV.compatibilidade com Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais (Drummond et al., 2005) e no Brasil (MMA, 2007, 2018).

Adicionalmente, deve ser avaliada a compatibilidade do projeto proposto com outros projetos localizados na região, considerando aspectos como a sinergia de impactos.

Assim, o alinhamento em relação a essa seção foi considerado satisfatório (“Sim”), quando os quatro itens enumerados acima, bem como a compatibilidade com outros projetos colocalizados, foram avaliados. O alinhamento parcial (“Parcial”) incluiu casos em que pelo menos um dos itens anteriores foi avaliado e o alinhamento nulo (“Não”) considerou situações em que não foi analisada a compatibilidade o projeto frente a nenhum dos itens.

3.4.1.3 Caracterização do empreendimento

O item de caracterização do empreendimento foi avaliado com base em apenas um critério relacionado à biodiversidade, conforme **Tabela 4**.

Tabela 4 Requisitos para avaliação do item “caracterização do empreendimento”.

Caracterização do empreendimento	
Intervenções ambientais, com estimativa de área (em ha) de supressão de vegetação por bioma, tipologia e estágio sucessional, interferências em Áreas de Preservação	TOTAL: o estudo apresenta a estimativa de supressão por a) bioma, fitofisionomia e estágio sucessional e b) em APPs e RLs. PARCIAL: Apenas um dos itens (a, b) é contemplado.

Permanente – APPs e outras áreas legalmente protegidas.	NÃO: nenhum dos itens é contemplado. NA: o empreendimento não demanda novas intervenções sobre ambientes naturais (e.g., empreendimentos que envolvem apenas aumento de produção).
--	---

3.4.1.4 Área de estudo

A delimitação da área de estudo (AE) corresponde a uma etapa prévia à realização do diagnóstico ambiental e, de acordo com o TR utilizado como referência, “os critérios para as definições dos limites da área de estudo devem ser claramente apresentados e justificados tecnicamente, podendo variar em função do meio em análise. Os elementos determinantes para as delimitações deverão ser identificados, caracterizados, georreferenciados e mapeados em escala adequada à visualização e análise”. Assim, esse item foi avaliado considerando três aspectos principais:

- Definição clara dos critérios utilizados para delimitar as AE;
- Justificativa dos critérios utilizados;
- Apresentação de mapa com a delimitação das AE.

O alinhamento foi considerado satisfatório (“Sim”) quando os três aspectos foram incluídos na caracterização das áreas de estudo; parcial quando apenas um ou dois dos critérios de avaliação estavam presentes; e nulo (“Não”) quando nenhum item foi abordado ou quando não houve delimitação de área de estudo.

É importante destacar que há uma prática comum na elaboração de EIAs em que a área de estudo é sinonimizada com a área de influência (AI). Todavia, para fins deste trabalho e conforme o TR mais recente, entende-se que estes são dois conceitos distintos, haja vista que as AE devem ser definidas antes do diagnóstico, servindo como base para elaborar o desenho amostral para caracterização da flora e da fauna, enquanto as AI pertencem a uma etapa posterior, dependendo de informações obtidas no diagnóstico e na avaliação de impactos para sua delimitação. Diante disso, adotou-se uma abordagem em que caso os critérios para delimitação da área de estudo fossem pautados apenas na área de abrangência dos impactos, os requisitos de definição e justificativa dos critérios para definição da AE seriam considerados não atendidos. Isso foi necessário para que, nos EIAs em que AE e AI são tratadas juntas, não houvesse inflação da sensação de alinhamento ao TR.

3.4.1.5 Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental da flora contemplou dez requisitos, conforme **Tabela 5**. A fim de padronizar a análise entre os EIAs, o diagnóstico ambiental da fauna considerou os seguintes grupos como obrigatórios: répteis e anfíbios, mamíferos não voadores e aves. Mamíferos voadores e peixes foram incluídos apenas quando havia previsão de interferência em cavernas e cursos hídricos, respectivamente.

Tabela 5 Requisitos para avaliação do diagnóstico de flora e fauna.

Diagnóstico ambiental - Flora	
Caracterização da cobertura vegetal original e atual da região onde se situa o empreendimento, dentro do contexto histórico de ocupação territorial e alteração ambiental	SIM: O estudo deve apresentar, de forma clara, informações relacionadas a: ▪ Cobertura vegetal atual da área de inserção do projeto (tipologias vegetais, estado de conservação, distúrbios observados); ▪ Cobertura vegetal original, em caso de EIAs referentes a projetos <i>brownfield</i>. PARCIAL: O estudo não apresenta uma caracterização histórica da área que sofrerá intervenção. NÃO: O estudo não apresenta caracterização da cobertura vegetal atual e histórica.
Descrição do bioma e mapeamento das fitofisionomias ocorrentes na área de estudo, apresentando análise crítica do estado de conservação dos fragmentos existentes, incluindo aqueles já submetidos a algum tipo de alteração e identificação dos trechos mais significativos de vegetação nativa.	SIM: O estudo deve apresentar: ▪ Identificação do bioma de inserção do projeto; ▪ Mapa contendo as fitofisionomias de ocorrência na área de estudo; ▪ Avaliação do estado de conservação (composição da vegetação, presença de espécies exóticas e invasoras, estado de regeneração). PARCIAL: O estudo apresenta apenas um ou dois dos itens listados. NÃO: O estudo não incluir quaisquer dos itens listados.
Identificação de corredores ecológicos, legalmente instituídos ou não, e conexões existentes com outros fragmentos na área de estudo.	SIM: O estudo deve apresentar informações sobre corredores ecológicos formalmente instituídos na área de estudo e sobre o potencial de fragmentos de vegetação na região que possam ser importantes para a conectividade da paisagem. PARCIAL: O estudo apresenta informações sobre corredores formalmente instituídos, sem abordar o potencial de fragmentos importantes para a conectividade ou vice-versa.

	NÃO: Não há menção a corredores ecológicos formalmente instituídos ou sobre aspectos da conectividade da paisagem.
Definição do estado sucessional (quando couber)	SIM: No caso de projetos inseridos no bioma Mata Atlântica ou que apresentem formações florestais, como Cerradão, deve haver definição do estado sucessional conforme Resolução CONAMA nº 10/1993 (para estudos até 2007) e nº 392/2007 (para estudos a partir de 2007). PARCIAL: É realizada avaliação de estágio sucessional apenas para algumas das fitofisionomias a que as classificações são aplicáveis. NÃO: Não há classificação de estágio sucessional para as fitofisionomias aplicáveis.
Apresentação de levantamentos florístico e fitossociológico das fisionomias identificadas, contemplando os estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo.	SIM: O estudo deve conter: ▪ Resultados do levantamento florístico (tabela com composição de espécies da área, incluindo em que fitofisionomias elas foram registradas e a qual estrato pertencem); ▪ Resultados do levantamento fitossociológico por fitofisionomia avaliada. PARCIAL: O estudo apresenta apenas levantamento florístico ou levantamento fitossociológico, ou o estudo não contempla uma avaliação por fitofisionomia ou estrato da vegetação. NÃO: não são apresentados estudos florísticos e fitossociológicos.
Indicar as espécies dominantes, bioindicadores, de importância econômica ou de uso nobre ou tradicional, bem como as espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção, conforme listas oficiais, ou protegidas por legislação específica.	SIM: O estudo deve apresentar espécies da flora: ▪ Dominantes (maior dominância relativa por fitofisionomia); ▪ Bioindicadoras; ▪ De importância econômica; ▪ Ameaçadas de extinção, conforme listas estadual e nacional, minimamente;

	▪ Imunes de corte. PARCIAL: É avaliada a ocorrência de espécies de pelo menos uma das categorias de interesse. NÃO: Não é avaliada a ocorrência de espécies de quaisquer das categorias de interesse apontadas acima.
Indicação em mapa das áreas de preservação permanente e reserva legal, quando couber; e descrição do seu percentual e grau de conservação. No caso de imóvel rural, poderá ser utilizado o mapeamento do Cadastro Ambiental Rural - CAR.	SIM: Mapa contendo APPs e RLs, bem como o percentual de sobreposição com a área a ser suprimida e o grau de conservação dessas áreas. PARCIAL: No mapa não são apresentadas as APPs ou RLs, ou o estudo não avalia o grau de conservação dessas áreas. NÃO: Não é apresentado mapa com ocorrência de APP e RL.
Distância em relação às unidades de conservação próximas.	SIM: Apresentação na forma de texto ou mapa das unidades de conservação na região do empreendimento. NÃO: Não são apresentadas informações em relação à distância de unidades de conservação.
Localização da área de supressão de vegetação em relação a unidades de conservação, áreas prioritárias para conservação e mosaicos, incluindo corredores ecológicos e outras áreas protegidas.	SIM: Indicação do percentual da área suprimida que está inserida em i) UCs e ii) APCBs. PARCIAL: É apresentado percentual de área suprimida apenas em UCs ou apenas em APCBs. NÃO: Não são apresentados os percentuais de supressão em UCs e APCBs.
Tabela com o quantitativo das áreas de vegetação a suprimir, classificada por estágio sucessional, enfatizando as áreas localizadas em Unidades de Conservação e/ou suas zonas de amortecimento, Áreas Prioritárias para a conservação estabelecidas pelo poder público.	SIM: Tabela contendo: ▪ Fitofisionomia a ser suprimida por estágio sucessional ▪ Área de supressão (ha) ▪ Percentual dessa área que está inserida em áreas protegidas. PARCIAL: Tabela com área de supressão contemplando apenas um ou dois dos itens apresentados. NÃO: Ausência de tabela com os quantitativos de supressão vegetal.

Diagnóstico de Fauna	
Inventário dos táxons	SIM: Listas contendo minimamente as espécies de répteis, anfíbios, mamíferos não voadores e aves com ocorrência na área de estudo. PARCIAL: Listas de espécies para apenas alguns dos grupos da fauna (répteis, anfíbios, mamíferos não voadores e aves). NÃO: Ausência de lista de espécies para quaisquer grupos.
Relação das espécies comuns, endêmicas, ameaçadas de extinção, migratórias e as de interesse econômico e epidemiológico	SIM: Indicação, preferencialmente na tabela anterior, das espécies endêmicas, ameaçadas, migratórias e de interesse econômico ou epidemiológico. PARCIAL: Identificação de algumas (mas não todas) as categorias de espécies de interesse apresentadas. NÃO: O estudo não apresenta explicitamente informações de ocorrência de espécies de interesse.
Identificação das espécies animais e vegetais, que possam vir a servir como indicadores de alterações ambientais	SIM: Indicação de espécies com potencial uso como bioindicador, bem como justificativa desse potencial. PARCIAL: Indicação de espécies com potencial bioindicador para apenas alguns dos grupos (herpetofauna, mastofauna e avifauna) ou ausência de justificativa quanto ao potencial uso da espécie. NÃO: Ausência de informações sobre espécies com potencial bioindicador.
Caracterização da fauna regional da área de estudo, baseada em dados secundários, com descrição dos métodos utilizados para pesquisa de dados e informações. Apresentar listagem de espécies de ocorrência provável na área de estudo, acompanhada pela discussão dos resultados com análise do estado de conservação da fauna atual em função do grau de alteração das fisionomias vegetais e do efeito deste sobre a fauna original	SIM: Levantamento secundário de dados sobre a herpetofauna, avifauna e mastofauna não voadora com potencial ocorrência na região do Projeto; Lista contendo as espécies registradas no levantamento secundário. PARCIAL: Levantamento secundário de pelo menos um (mas não todos) dos grupos de fauna (herpetofauna, avifauna e mastofauna). NÃO: Ausência de levantamento secundário para quaisquer dos grupos.

Levantamento de campo dos grupos taxonômicos impactáveis pelo empreendimento, com especial atenção a espécies ameaçadas, raras e/ou endêmicas, migratórias, registros novos para a região e indicadores de qualidade ambiental ou estado de conservação, conforme estabelecido no Termo de Referência de Inventário disponível no sítio eletrônico da Semad.	SIM: Levantamento de campo de avifauna, herpetofauna e mastofauna não voadora e identificação das espécies de interesse, contemplando todos os requisitos do TR específico. PARCIAL: Levantamento de apenas alguns dos grupos mínimos (avifauna, herpetofauna e mastofauna) ou levantamento que atende parcialmente aos requisitos estabelecidos no TR específico. NÃO: Ausência de levantamento de campo.
Identificação e mapeamento de habitats, com indicação dos seus tamanhos em termos percentuais e absolutos, uso de habitats pela fauna, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares para a manutenção da biodiversidade ou dos processos ecológicos nas áreas que serão atingidas, incluindo espécies bioindicadoras. Para a avaliação do uso de habitats pela fauna, da biologia reprodutiva e dos recursos alimentares, poderão ser utilizados dados secundários.	SIM: Mapas contendo os habitats amostrados e sua forma de uso pela fauna (incluindo reprodução e forrageamento). PARCIAL: Discussão no texto de habitats importantes para a fauna registrados na área do empreendimento. NÃO: Ausência de informações sobre habitats importantes para a fauna na área de intervenção do projeto.
Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos), informando o tipo de identificação individual, registro (pegadas, fezes, zoofonia, visualização, entrevistas, vestígios, capturas, etc.), biometria e destinação.	SIM: Apresentação da metodologia de captura para todos os grupos amostrados. PARCIAL: Apresentação da metodologia de captura para parte dos grupos amostrados. NÃO: Ausência de descrição da metodologia de captura.
Apresentação de esforço e eficiência amostral, parâmetros de riqueza e abundância das espécies e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada.	SIM: Indicação do esforço amostral e suficiência amostral e apresentação de dados de riqueza e abundância considerando fitofisionomias e todos os grupos. PARCIAL: Ausência de indicação de esforço amostral ou dados de riqueza e abundância; ou ausência dessas avaliações para pelo menos um dos grupos avaliados. NÃO: Ausência dessas análises.

A biota aquática deve ser estudada nos casos em que o projeto interferir em corpos d'água por meio de barramentos, transposições, portos, aproveitamento hidrelétrico, entre outros.	SIM: Caso sejam registrados cursos e corpos hídricos na área de inserção do projeto, o estudo apresenta caracterização mínima da ictiofauna. NÃO: Foram identificados cursos e corpos hídricos na área de inserção do projeto, mas não houve caracterização da ictiofauna.
Caso sejam previstos impactos negativos em cavidades naturais subterrâneas, apresentar levantamento da fauna cavernícola (vertebrados e invertebrados), conforme estabelecido na Instrução de Serviço Sisema 08/2017.	SIM: Em caso de interferência sobre cavidades subterrâneas ou sobre suas áreas de influência, o estudo deve caracterizar minimamente a comunidade de morcegos. NÃO: Houve identificação de cavidade, porém não houve caracterização da quiropterofauna.

3.4.1.6 Serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa

O TR utilizado como referência apresenta quatro requisitos em relação à avaliação de serviços ecossistêmicos em EIA/RIMA, conforme **Tabela 6**.

Tabela 6 Requisitos para avaliação de serviços ecossistêmicos segundo o Termo de Referência (SEMAD, 2021).

Serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa	
Em caso de necessidade de supressão de vegetação nativa, o EIA deverá abordar sucintamente os serviços ecossistêmicos prestados pela presença de cobertura vegetal.	SIM: O estudo conduz um diagnóstico dos serviços ecossistêmicos providos pelos ambientes naturais na área de intervenção do projeto. NÃO: O estudo não identifica potenciais serviços ecossistêmicos associados aos ambientes naturais da área de intervenção do projeto.
Recomenda-se ainda a indicação das ações realizadas pela atividade ou empreendimento de forma a mitigar ou compensar os impactos da supressão de vegetação e da perda dos serviços ambientais dela decorrentes.	SIM: O estudo apresenta medidas mitigadoras para os impactos previstos sobre serviços ecossistêmicos. NÃO: O estudo não apresenta medidas mitigadoras para impactos sobre serviços ecossistêmicos.
Apresentação de quadros que contemplem a sensibilidade dos SE frente aos impactos da supressão da vegetação e sua relevância para as comunidades afetadas.	SIM: Avaliação da sensibilidade/ vulnerabilidade de serviços ecossistêmicos no contexto do empreendimento. NÃO: Ausência da avaliação da sensibilidade/ vulnerabilidade de serviços ecossistêmicos.
Sempre que possível, deverão ser realizados mapeamentos e propostos indicadores ecológicos, sociais e econômicos que possam ser monitorados ao longo do tempo, a fim de permitir a análise da redução, alteração ou recuperação dos SE após a supressão de vegetação nativa.	SIM: Nas medidas mitigadoras propostas, são incluídos indicadores para monitoramento dos serviços ecossistêmicos. NÃO: Nas medidas mitigadoras, não são incluídos indicadores para monitoramento de serviços ecossistêmicos; ou não são apresentadas medidas mitigadoras de impactos para serviços ecossistêmicos.

3.4.1.7 Avaliação de impactos ambientais

Para a análise da AIA dos estudos de impacto ambiental foram considerados sete critérios, de acordo com o TR, como é apresentado na **Tabela 7**. Considerando que diferentes estudos podem apresentar nomes distintos para impactos equivalente, foram criadas classes de impacto, que reúnem aqueles similares e/ou equivalentes.

Tabela 7 Critérios para análise da etapa de Avaliação de Impactos Ambientais, conforme Termo de Referência.

Critério	Descrição
Identificar, descrever e avaliar os impactos ambientais decorrentes das atividades a serem desenvolvidas no empreendimento, distinguindo-os pelas fases de planejamento, instalação, operação e desativação e considerando os fatores ambientais descritos pelo diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico.	SIM: O estudo apresenta quais os impactos esperados sobre a biodiversidade para cada uma das quatro etapas do empreendimento (planejamento, implantação, operação e fechamento) PARCIAL: O estudo apresenta os potenciais impactos do empreendimento, porém sem distinção de fase de ocorrência. NÃO: O estudo não apresenta os impactos ambientes decorrentes do empreendimento.
Para a avaliação dos impactos, estes deverão ser caracterizados de acordo com os seguintes critérios:	SIM: A avaliação de impactos considera todos os critérios propostos no TR e apresentados na coluna à esquerda (itens “a” a “k”). PARCIAL: A avaliação de impactos considera pelo menos um dos itens propostos no TR e apresentados na coluna à esquerda (itens “a” a “k”) ou a avaliação foi feita de forma inconsistente entre impactos. NÃO: A avaliação de impactos não classificou os impactos em relação a nenhum dos critérios propostos no TR e apresentados na coluna à esquerda
a) natureza dos impactos	Tipo de efeito sobre o meio biótico – positivo ou negativo.
b) localização e espacialização	Área de influência dos impactos. Pode ser pontual, se restrito à Área Diretamente Afetada; local, se extrapola a ADA, mas não atinge o nível regional; regional, se afeta grandes áreas ao redor da ADA, como bacias ou sub-bacias hidrográficas.
c) fase de ocorrência	Etapa em que o impacto será observado – planejamento, implantação, operação ou fechamento.
d) incidência	Refere-se à forma como o impacto incide sobre o valor de biodiversidade avaliado, pode ser direta e/ou indireta. No caso de incidência direta, o impacto está diretamente associado a atividades inerentes ao empreendimento (e.g., supressão da vegetação). Quando a incidência é indireta, o impacto resulta de efeitos secundários do empreendimento.
e) duração	Duração do impacto em relação à etapa que está sendo analisada. Algumas das categorias possíveis são: temporário, permanente ou cíclico.
f) temporalidade	Diz respeito ao período entre o início da atividade geradora de impacto e a manifestação do impacto. Algumas categorias possíveis são: imediato, curto prazo, médio prazo, longo prazo.
g) reversibilidade	Refere-se à possibilidade de um impacto ser ou não revertido.
h) ocorrência	Trata-se da probabilidade de manifestação de um impacto (certa, provável, improvável, real, potencial).

Critério	Descrição
i) importância (baixa, média ou alta)	Diz respeito à influência do impacto no contexto em que o projeto se insere.
j) magnitude (baixa, média ou alta)	Diz respeito à escala do impacto em relação ao meio que ele afeta.
k) cumulatividade e sinergismo	A cumulatividade está relacionada à propriedade de impactos de apresentarem um efeito conjunto maior que o efeito esperado pela soma de cada um dos impactos separadamente. Já a sinergia se refere à possibilidade de dois ou mais impactos agirem em conjunto sobre um mesmo valor de biodiversidade.
Ressalta-se que é de suma importância indicar os casos em que o impacto identificado afete Unidade de Conservação ou sua zona de amortecimento, independentemente de sua categoria, avaliando a forma como esta UC será impactada.	SIM: O estudo aponta se são esperados impactos sobre UCs e/ou suas zonas de amortecimento e avalia os impactos considerando os critérios descritos acima. PARCIAL: O estudo indica a ocorrência de impactos sobre UCs, porém sem realizar uma avaliação crítica desses impactos, considerando os critérios descritos acima. NÃO: O estudo não informa se são ou não esperados impactos sobre UCs.
A metodologia aplicada para a identificação dos impactos deverá ser descrita, assim como os critérios adotados na sua avaliação;	SIM: O estudo apresenta a metodologia empregada para avaliação de impactos, com detalhamento dos critérios utilizados. PARCIAL: há apresentação da metodologia, porém sem detalhamento de como cada um dos critérios utilizados foi avaliado. NÃO: O estudo não apresenta a metodologia empregada para avaliação de impactos.
Apresentar quadro-matriz para as diferentes fases (planejamento, instalação, operação e desativação) contendo: o aspecto ambiental, o impacto associado, os componentes afetados, a localização em relação às áreas de influência do empreendimento e as medidas de controle e mitigadoras correspondentes.	SIM: É apresentado um quadro contendo: i) fases do empreendimento, ii) aspecto ambiental; iii) impacto associado; iv) espacialização do impacto e v) medidas mitigadoras. PARCIAL: É apresentado quadro-síntese dos impactos, porém sem algum dos itens básicos definidos acima (i-v). NÃO: Não é apresentado quadro-síntese de impactos.
A partir desta avaliação, deve ser realizada análise com enfoque no grau de importância de cada impacto, considerando a relação entre sua intensidade sobre determinado fator ambiental e a sensibilidade do ecossistema ou do meio social afetado e também os demais impactos a que este meio está ou estará sujeito.	SIM: Para cada impacto ambiental, é avaliada sua importância no contexto do projeto. PARCIAL: O estudo apresenta avaliação da importância para apenas alguns dos impactos identificados, sem justificativa da ausência de avaliação para outros. NÃO: Não há avaliação de importância.
Em seguida, deve-se definir os impactos ambientais que serão objeto de programas ambientais associados ao empreendimento e justificar os critérios utilizados para essa seleção.	SIM: O estudo realiza uma análise dos impactos, a fim de identificar quais serão objeto de medidas mitigadoras específicas; ou todos os impactos são apresentados como alvo de medidas mitigadoras. PARCIAL: O estudo indica que apenas alguns impactos serão alvo de medidas de mitigação, porém não apresenta os critérios utilizados para a priorização.

Critério	Descrição
	NÃO: Não são apresentadas medidas mitigadoras para quaisquer impactos e ausência de justificativa.

3.4.1.8 Áreas de influência

A delimitação das áreas de influência deve considerar a abrangência dos impactos associados ao empreendimento. De acordo com o TR, devem ser cumpridos dois requisitos para sua apresentação no EIA, conforme **Tabela 8**.

Tabela 8 Critérios propostos no Termo de Referência para avaliação das Áreas de Influência do empreendimento, bem como a forma de avaliação adotada neste estudo.

Áreas de influência	
O EIA deve conter a definição dos limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do empreendimento.	A avaliação de alinhamento a esse critério considerou a definição dos limites das Áreas de Influência Direta e Indireta e sua apresentação na forma de mapa. SIM: Áreas de influência direta e indireta delimitadas, sendo os limites claramente apresentados no EIA, por meio de mapa ou descrição textual. PARCIAL: Delimitação apenas da área de influência direta ou da área de influência indireta. NÃO: Ausência de delimitação de áreas de influência.
A delimitação da ADA e das áreas de influência deverá ser devidamente justificada para cada meio diagnosticado, e ser apresentada em mapas e arquivos digitais georreferenciados.	Justificativa técnica, considerando o diagnóstico ambiental e a avaliação de impactos, da delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta. SIM: Para cada uma das áreas de influência, é apresentada justificativa técnica adequada para sua delimitação. PARCIAL: Apesar de ter sido apresentada delimitação das áreas de influência, não há justificativa técnica para os limites de todas elas. NÃO: Ausência de justificativa dos limites estabelecidos para cada área de influência.

3.4.1.9 Programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação

No processo de licenciamento para obtenção de Licença Prévia e Licença de Instalação, é necessária a elaboração, além do EIA/RIMA, de um Plano de Controle Ambiental (PCA), um documento que apresenta o projeto executivo de programas e planos de mitigação e compensação de impactos ambientais. Conforme o TR, no âmbito do EIA é necessário “apresentar, a partir da análise de cada impacto identificado, de forma conceitual, os planos e

programas, contendo as ações de controle, mitigação, monitoramento e compensação ambiental”.

Para fins deste estudo, foram considerados três níveis de alinhamento ao TR:

- **Sim (alinhamento total):** quando apresentados os planos e programas para os impactos sobre o meio biótico com informações mínimas acerca de seus objetivos, diretrizes e ações gerais;
- **Parcial (alinhamento parcial):** planos e programas apresentados sem informações acerca de ações ou minimamente diretrizes previstas;
- **Não (sem alinhamento):** não foram apresentados os planos e programas referentes aos impactos sobre o meio biótico.

3.4.1.10 Prognóstico ambiental

O TR propõe que sejam elaborados prognósticos ambientais pautados no diagnóstico ambiental e na avaliação de impactos, considerando hipóteses com e sem a implantação do empreendimento. A partir disso, o item foi avaliado considerando-se três níveis de alinhamento ao TR:

- **Sim (alinhamento total):** são apresentados prognósticos considerando os cenários de implantação e não implantação.
- **Parcial (alinhamento parcial):** o prognóstico apresentado considera apenas o cenário com implantação do empreendimento.
- **Não (Sem alinhamento):** não houve apresentação de prognóstico ambiental.

Adicionalmente, os “Termos de Referência para Levantamento, Monitoramento e Manejo de Fauna Silvestre Terrestre” e “Termos de Referência para Levantamento, Monitoramento e Manejo de Fauna Silvestre Aquática” foram utilizados para complementar os requisitos estabelecidos no item de “Diagnóstico Ambiental”.

Considerando o escopo dessa avaliação, os itens supracitados foram avaliados considerando o fator biodiversidade, ou seja, requisitos aplicáveis apenas a questões físicas e socioeconômicas não foram incluídos.

3.4.2 Índice Geral de alinhamento

A fim de apresentar uma medida quantitativa do alinhamento da abordagem do tema biodiversidade ao solicitado nos TRs, foi calculado para cada estudo um Índice de alinhamento, baseado no nível de atendimento aos critérios definidos no item anterior. O cálculo desse Índice foi feito separadamente para cada um dos nove itens elencados na seção 3.4.1 Alinhamento aos Termos de Referência a partir da equação:

$$IA = \frac{S + 0,5P}{N_t - Na}$$

Em que:

S = número de critérios totalmente atendidos;

P = número de critérios parcialmente atendidos;

N_t = número total de critérios;

Na = número de critérios não aplicáveis ao estudo em questão.

Em seguida, para calcular o índice geral de cada EIA, foi realizada a média obtida para os Índices de Alinhamento de cada um dos itens¹, conforme abaixo:

$$IA_{Geral} = \frac{\sum_{n=1}^{11} IA}{11}$$

É importante ressaltar que, apesar de o Índice de Alinhamento estar diretamente relacionado aos requisitos do TR, o objetivo maior do Índice é apresentar um indicativo de como a temática “Biodiversidade” está sendo tratada nos EIAs.

4. RESULTADOS

4.1. Estudos de Impacto Ambiental

A partir da busca realizada no Sistema Integrado de Informações Ambientais, foram obtidos 622 processos técnicos, dos quais 51 apresentavam Estudos de Impacto Ambiental apresentados

¹ Na equação do índice de alinhamento, o item “Diagnóstico Ambiental” foi dividido em dois subitens: “Diagnóstico de Flora” e “Diagnóstico de Fauna”, resultando em 11 itens totais para avaliação.

para solicitação de Licenças Prévias e/ou Licenças de Instalação cujos status correspondem a “Em Análise Técnica”, “Licença Deferida”, “Licença Indeferida” ou “Licença Prorrogada”.

A partir desses 51 processos, foram obtidos 93 EIAs, dos quais 21 não estavam disponíveis, seja por falta de digitalização ou por impossibilidade de acessar o *link* (*link* quebrado). Após a remoção das duplicatas e de estudos incompletos (estudos em que, durante o *upload* no SIAM, um ou mais volumes não ficaram disponíveis), foram selecionados 42 documentos para avaliação (**Figura 1**).

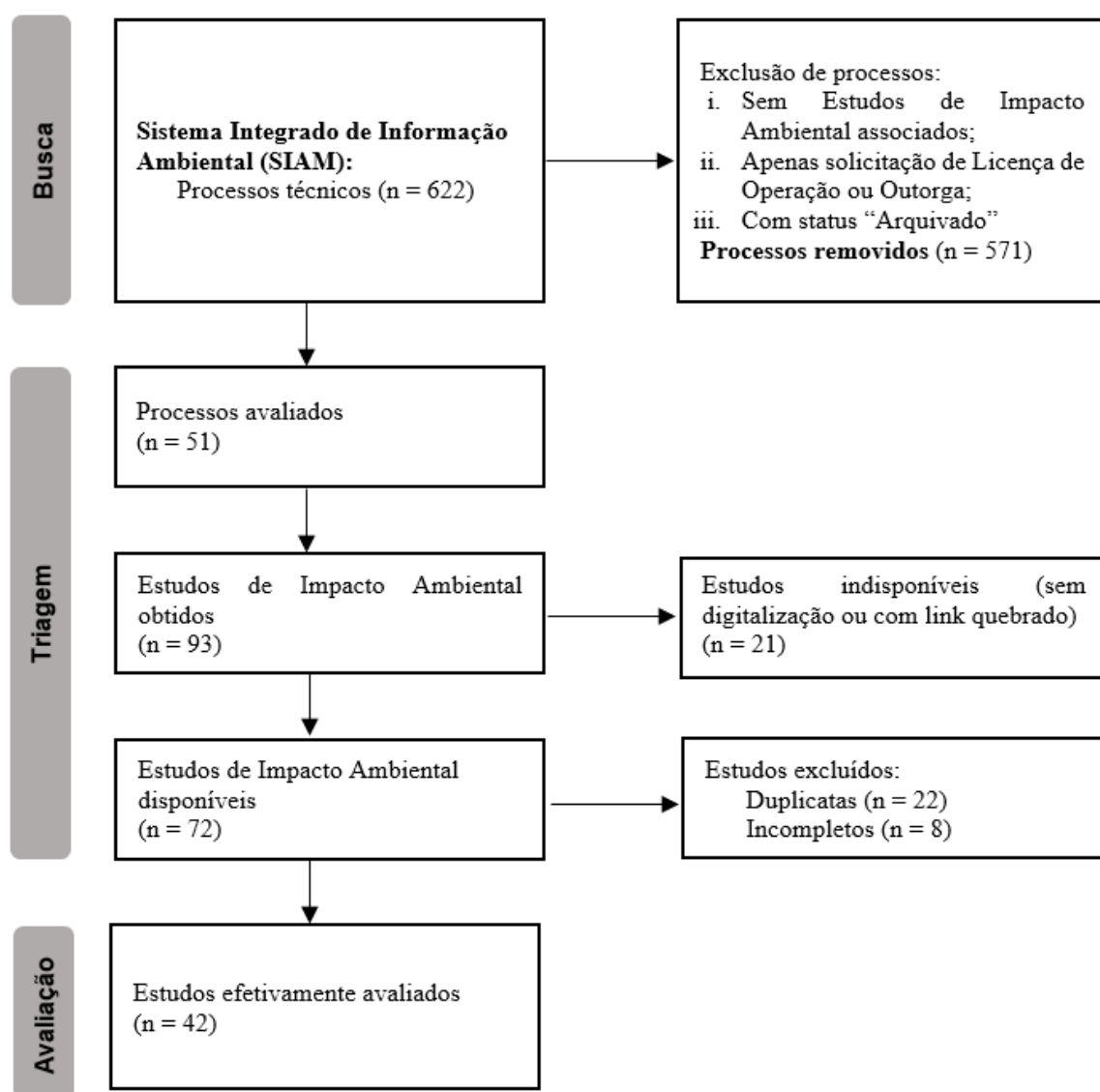


Figura 1 Fluxograma do processo de seleção e triagem dos processos técnicos e Estudos de Impacto Ambiental.

Os 42 estudos avaliados estão distribuídos em 20 municípios e foram protocolados entre 2005 e 2019, sendo 2012 e 2015 os anos com maior número de estudos registrados (**Figura 2 e Figura 3**).

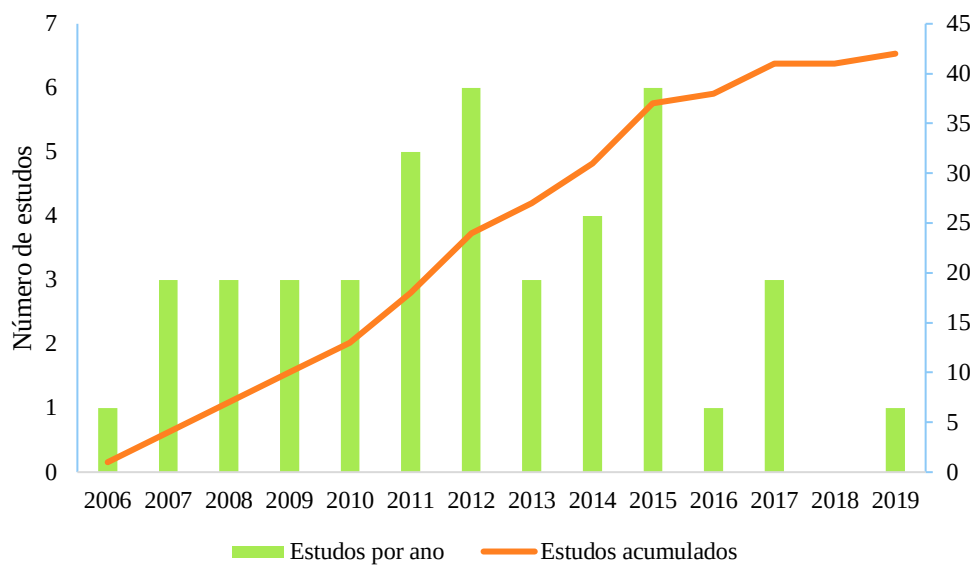


Figura 2 Série temporal de Estudos de Impacto Ambiental por ano e acumulada.

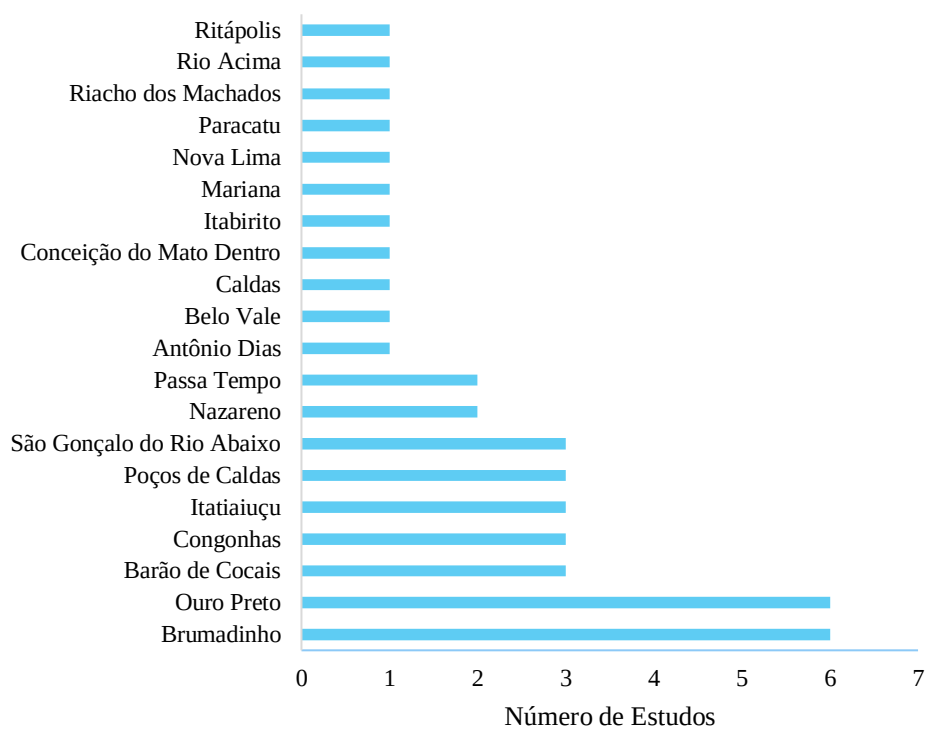


Figura 3 Distribuição dos Estudos de Impacto Ambiental avaliados por município.

4.2. Avaliação da abordagem da biodiversidade

4.2.1 Geral

O Índice de Alinhamento geral médio dos estudos foi de 38,8%, ou seja, em média os estudos avaliados atendem a 38,8% dos requisitos estabelecidos nos Termos de Referência. O menor valor de atendimento registrado foi de 7,4% para um estudo desenvolvido em 2011, enquanto o maior valor foi referente a 2019, 61,7%. Grande parte dos EIAs se concentraram na faixa entre 27,4% e 57,4% de alinhamento, conforme **Figura 4**.

Destaca-se que, dos 42 estudos avaliados, apenas quatro tiveram a solicitação de licença indeferida e seus IAs médios foram de: 26,1%, 33,9%, 40,6% e 51,7%.

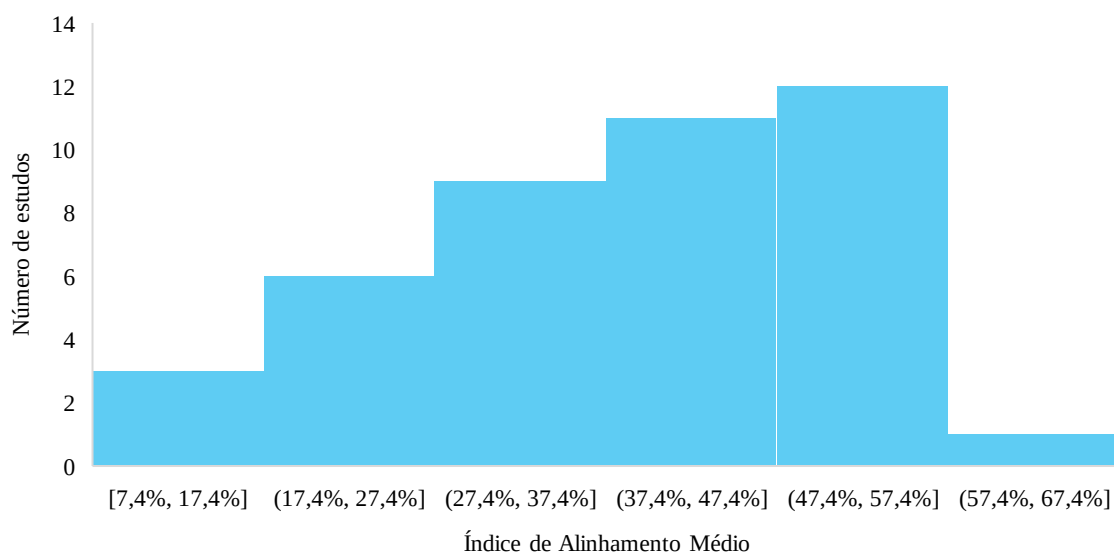


Figura 4 Histograma de distribuição dos Estudos de Impacto Ambiental por categoria de alinhamento aos requisitos dos Termos de Referência.

Considerando as diferentes seções que compõem um EIA, é possível verificar que os maiores índices de alinhamento foram observados para o item de Programas Ambientais (70,2%) e o menor foi registrado para Serviços Ecossistêmicos (0,0%) (**Figura 5**).

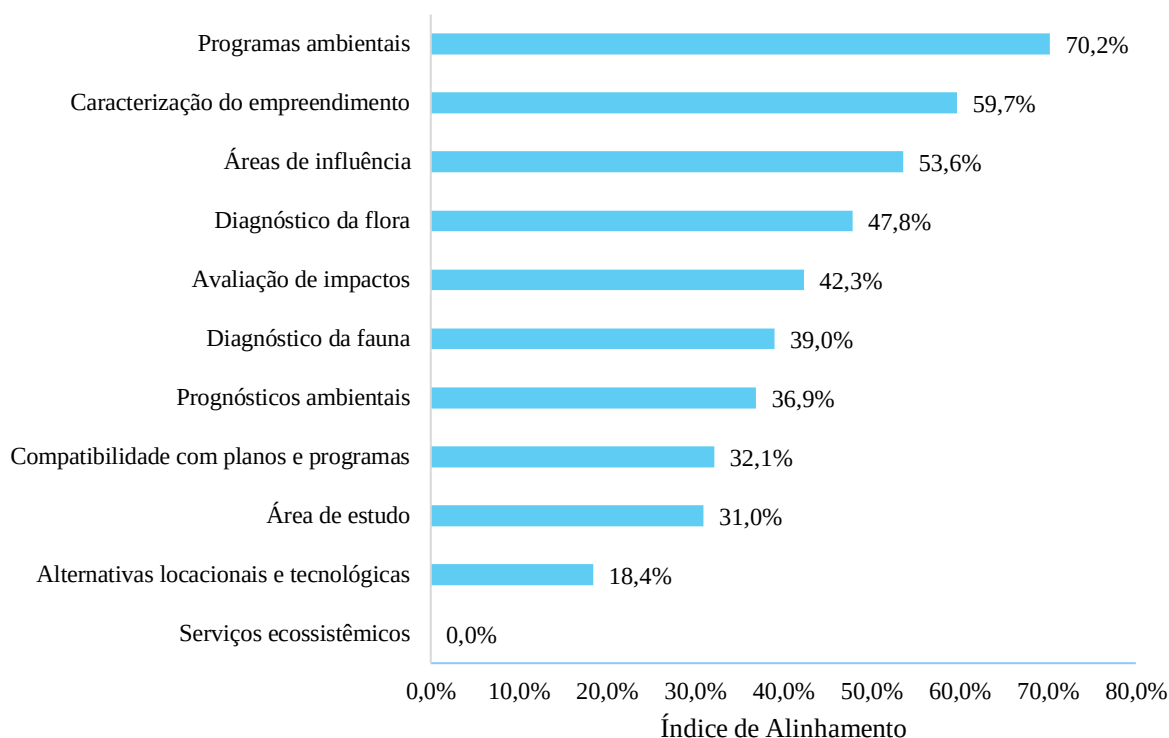


Figura 5 Índice de alinhamento médio por seção dos Estudos de Impacto Ambiental.

4.2.2 Estudos de alternativa

De modo geral, o alinhamento médio dos EIAs aos critérios propostos no TR foi bastante baixo (18,4%). Dos 42 estudos avaliados, três (7,1%) tinham como escopo apenas a ampliação da produção ou continuidade de operações e não previam instalação de quaisquer estruturas adicionais, de modo que esse critério de avaliação foi considerado “Não aplicável”. Seis estudos (14,3%) não apresentaram estudos de alternativas locacionais e tecnológicas ou não incluíram a avaliação de fatores relacionados à biodiversidade, em especial áreas de supressão de vegetação nativa e impactos sobre espécies endêmicas e/ou ameaçadas.

Dos 33 estudos que trataram de alguma forma o tema biodiversidade em seus estudos de alternativas locacionais, dez (30,3%) apresentaram os quantitativos de supressão da vegetação nativa para cada uma das alternativas, dez (30,3%) indicaram a localização das alternativas em relação a áreas protegidas, corpos hídricos e/ou áreas de preservação permanente (APP), dois (6,1%) abordaram espécies ameaçadas e/ou endêmicas e um (3,0%) avaliou a interferência em áreas prioritárias para conservação. Quanto às alternativas tecnológicas, apenas cinco estudos

(15,2%) abordaram efeitos dos métodos propostos para exploração de minério ou disposição de rejeitos sobre fauna e/ou flora.

4.2.3 Caracterização do empreendimento

Dos estudos avaliados, quatro foram excluídos dessa análise por não implicarem aumento da área de intervenção ambiental. Em relação aos 36 remanescentes, o índice de alinhamento médio foi de 59,7%. Seis estudos não apresentaram detalhamento das intervenções e áreas de supressão.

4.2.4 Compatibilidade com planos, programas e projetos colocalizados

De forma geral, o alinhamento médio dos EIAs avaliados em relação ao TR e aos critérios estabelecidos neste trabalho foi baixo (32,1%), sendo o menor valor de alinhamento observado 0% e o maior, 70%.

A compatibilidade foi avaliada considerando cinco itens: i) unidades de conservação, ii) áreas prioritárias, iii) o Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), iv) Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas, e v) outros projetos colocalizados.

Sete estudos (16,6%) não apresentaram avaliação da compatibilidade do projeto com nenhum dos itens supracitados, 34 (81,0%) abordaram a ocorrência ou não de intervenção sobre Unidades de Conservação, 26 (61,9%) trataram a compatibilidade com Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, 22 (52,4%) com o ZEE-MG e sete (16,7%) com os PANs. Apenas nove EIAs (21,4%) mencionaram projetos colocalizados, porém em nenhum deles foi avaliada a potencial sinergia dos impactos sobre a biodiversidade. Nenhum estudo considerou todos os cinco critérios.

4.2.5 Áreas de estudo

A maior parte dos estudos (90,4%) analisados tratou Áreas de Estudo como sinônimo de Áreas de Influência do Projeto, dois estudos não apresentaram Área de Estudo definida (4,8%), um estudo (2,4%) informou ter definido uma Área de Estudo *a priori*, porém não forneceu sua

delimitação, e um estudo (2,4%) delimitou e mapeou a Área de Estudo separadamente da Área de Influência.

4.2.6 Diagnóstico ambiental

De modo geral, considerando tanto o diagnóstico de flora quanto o de fauna, o índice de alinhamento médio dos estudos foi de 43,1%. Avaliando-se separadamente flora e fauna, tem-se que o alinhamento médio foi de 47,8% e 39,0%, respectivamente.

4.2.6.1 Diagnóstico de flora

Em relação ao diagnóstico de flora, todos os estudos avaliados abordaram, ainda que de forma geral ou superficial, aspectos relacionados à cobertura vegetal atual e histórica, bem como realizaram a identificação dos biomas e fitofisionomias com ocorrência na área de intervenção. Os demais itens foram abordados com menor frequência dos estudos. Como exemplo, 85% dos EIAs realizaram levantamento florístico, 78,9% indicaram os quantitativos de supressão, 66,7% apresentaram a localização dos empreendimentos em relação a UCs e 55,0% conduziram levantamentos fitossociológicos. Apenas 28,6% dos estudos avaliaram a conectividade da paisagem, seja através de corredores ecológicos formalmente instituídos ou de análises mais específicas do contexto do projeto, considerando fragmentos de vegetação nativa localmente importantes (**Figura 6**).

Em relação às espécies de interesse, elas foram abordadas em 92,9% dos estudos, sendo a categoria mais frequente espécies ameaçadas e/ou imunes de corte (65,0% dos estudos), seguida de espécies dominantes (45,0%), espécies raras e/ou endêmicas (20,0%) e espécies de importância econômica (5,0%; **Figura 7**).

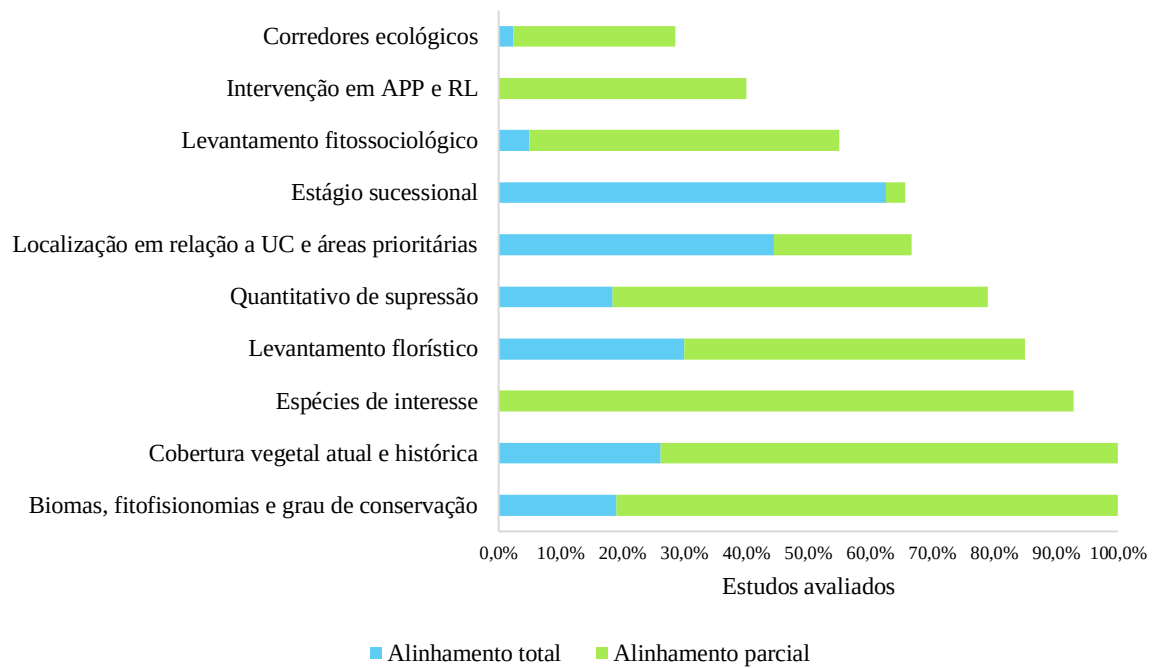


Figura 6 Percentual de estudos por grau de alinhamento e item de avaliação do Diagnóstico de Flora.

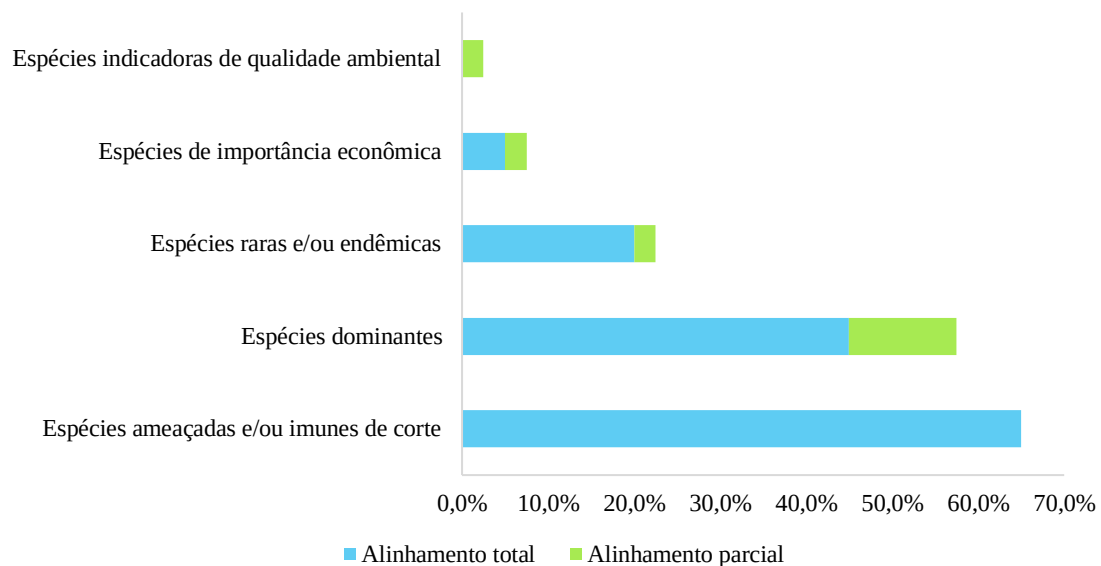


Figura 7 Percentual de estudos por grau de alinhamento e categoria de espécie de interesse no Diagnóstico de Flora.

4.2.6.2 Diagnóstico de fauna

No item de diagnóstico da fauna, o critério melhor contemplado nos EIAs foi a apresentação de listas de espécies com ocorrência na localidade do projeto: 97,6% dos estudos, sendo que 85,7% apresentaram as listas para avifauna, herpetofauna e mastofauna. Quanto ao levantamento de dados, 92,9% dos estudos conduziram levantamentos de campo e 76,2% apresentaram caracterização regional baseada em dados secundários. 66,7% dos estudos apresentaram algum grau de detalhamento metodológico e 73,8% realizaram avaliações de riqueza, diversidade ou suficiência amostral (**Figura 8**). Apesar de esses percentuais parecerem altos, a princípio, destaca-se que eles incluem tanto estudos que apresentaram alinhamento satisfatório para cada um dos critérios, quanto aqueles que tiveram um alinhamento parcial.

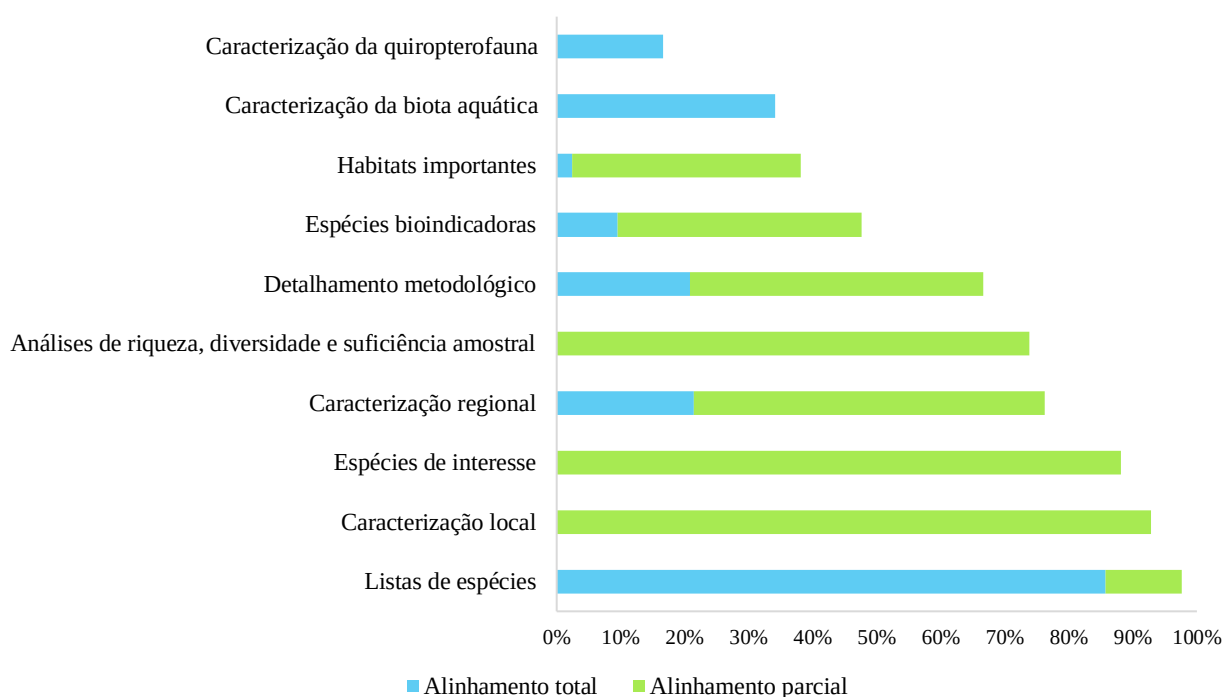


Figura 8 Percentual de estudos por grau de alinhamento e critério avaliado no Diagnóstico de Fauna.

As análises de espécies de interesse indicaram que espécies ameaçadas são a categoria mais avaliada nos EIAs, considerando herpetofauna, avifauna e mastofauna. As demais categorias apresentam abordagens relativamente inconsistentes entre os grupos: no caso das espécies endêmicas, por exemplo, 59,5% dos estudos avaliaram a ocorrência de endemismos de aves, mas apenas 23,8% fizeram a mesma análise para mamíferos. Quanto às espécies de importância

epidemiológica, elas são comumente tratadas nas análises da herpetofauna, principalmente devido à ocorrência de serpentes peçonhentas (**Figura 9**).

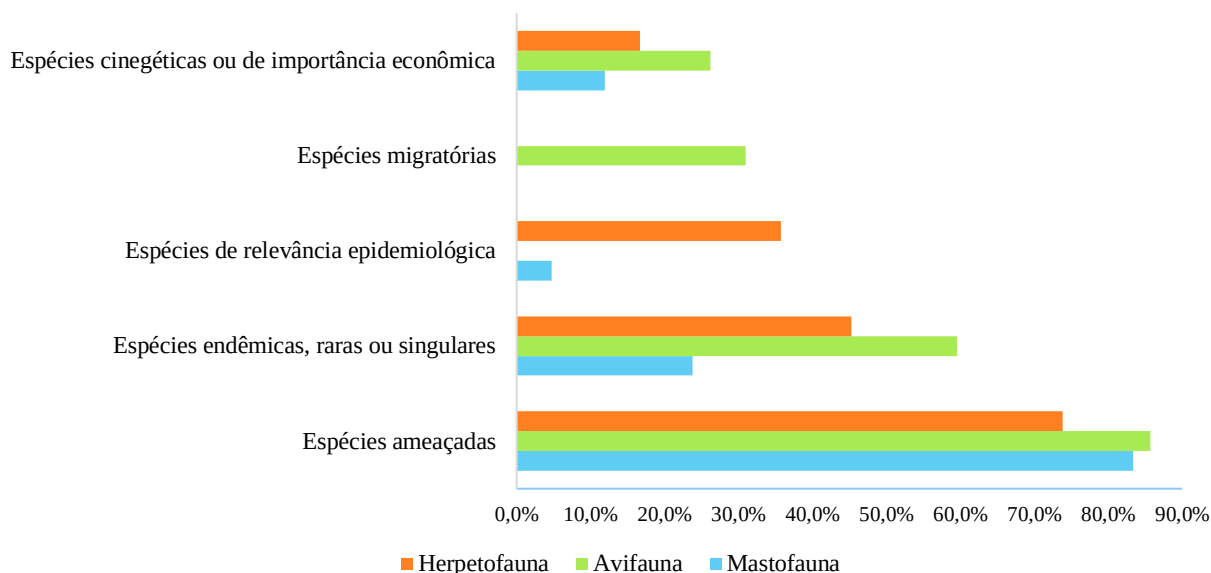


Figura 9 Percentual de estudos que contemplam espécies de interesse por categoria de interesse e grupo taxonômico.

4.2.7 Serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa

Nenhum dos EIAs avaliados considerou serviços ecossistêmicos em seus diagnósticos, avaliações de impactos ou prognósticos ambientais.

4.2.8 Avaliação de impactos ambientais

Foram considerados sete itens para análise do alinhamento das Avaliações de Impactos Ambientais (AIAs) dos EIAs em relação aos Termos de Referência, conforme seção 3.4.1.7 Avaliação de impactos ambientais.

4.2.8.1 Apresentação da metodologia de avaliação de impactos

A metodologia de avaliação de impactos foi apresentada em 95,2% dos EIAs, um percentual satisfatório, e 64,3% dos EIAs apresentaram um quadro-síntese dos impactos identificados.

4.2.8.2 Análise dos impactos

Dos EIAs avaliados, 40 (95,2%) apresentaram Avaliação de Impactos para o meio biótico. A partir desses estudos, foram compilados 390 impactos. Ao se avaliar a distribuição dos impactos por estudo, obteve-se um valor mínimo de 1 impacto identificado e um valor máximo de 24 impactos, com um média de 6,18 impactos/estudo e uma mediana de 6 impactos/estudo (**Figura 10**).

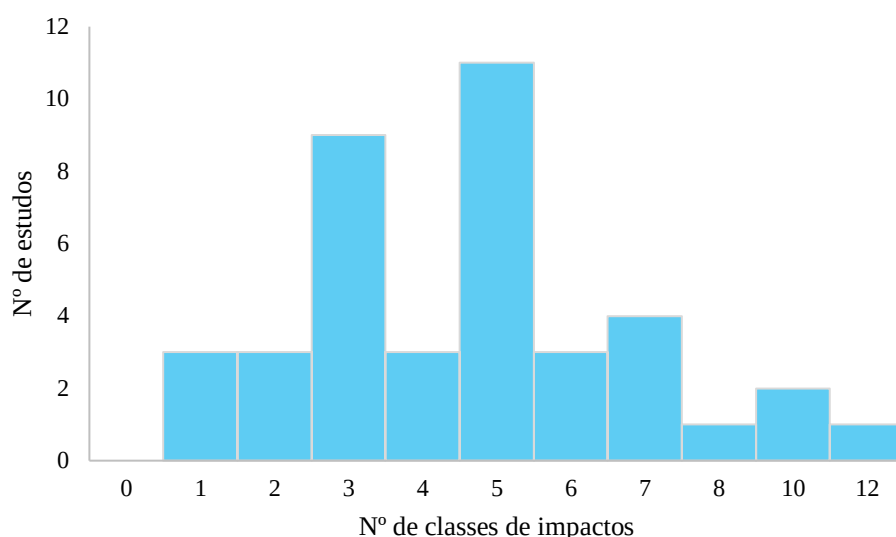


Figura 10 Distribuição de número de impactos identificados por Estudo de Impacto Ambiental.

Na etapa de avaliação de impactos, 97,6% estudos incluíram em suas análises pelo menos um dos critérios propostos no TR (natureza, localização, fase de ocorrência, incidência, duração, temporalidade, reversibilidade, ocorrência, importância, magnitude, cumulatividade e sinergismo). Todavia, houve grande variação nos critérios incluídos nas análises: enquanto mais de 90% dos impactos avaliados nos estudos estavam classificados quanto à fase de ocorrência, magnitude, reversibilidade e natureza, menos de 40% tiveram sua importância, probabilidade de ocorrência e relações de cumulatividade e sinergismo consideradas.

Dos impactos identificados, a maior parte tem ocorrência prevista para a fase de implantação dos projetos (N=212). Isso é justificado pelo fato de que durante essa fase ocorrem as atividades de remoção da cobertura vegetal, obras de terraplenagem e instalação de infraestruturas associadas à mineração. Para a fase de operação, foram identificados 185 impactos e para o fechamento, apenas 42.

Durante a implantação, os impactos foram avaliados como predominantemente locais (N=104), negativos (N=215), de incidência direta (N=137), de duração permanente (N=105) e irreversíveis (N=121). Em outras palavras, os efeitos da implantação desse tipo de

empreendimento afetariam negativamente a fauna e a flora em uma escala local, como consequência de atividades intrinsicamente ligadas à instalação do empreendimento (e.g., remoção de vegetação para abertura de acessos e obras estruturais). Esses efeitos tendem a permanecer durante toda a etapa de implantação e são tipicamente irreversíveis.

Similarmente à fase de implantação, durante a fase de operação, os impactos foram predominantemente negativos (N=180), de incidência direta (N=123) e de caráter irreversível (N=100).

Por fim, para a fase de fechamento, os impactos foram considerados principalmente positivos (N=24), de incidência direta (N=27), duração permanente (N=20) e de caráter reversível (N=25).

4.2.7.3 Tipologias dos impactos

Os 390 impactos foram agrupados em 24 classes, de modo a facilitar sua interpretação (**Tabela 9**). A média de classes de impactos identificadas em cada estudo foi 4,73 classes/estudo, sendo o valor mínimo de 1 classe e o máximo de 12 classes (**Figura 11**).

Tabela 9 Classes de impactos identificadas nos Estudos de Impacto Ambiental.

Classes de impactos		
Alteração de comunidades da fauna vetora	Redução de efeito de borda	Recuperação da área
Perda e degradação de ecossistemas	Acidentes com animais peçonhentos	Atropelamento de fauna
Alteração na dinâmica de comunidades	Aumento da disponibilidade de habitat	Aumento de atividades predatórias
Alteração no metabolismo vegetal	Efeito de borda	Perda de indivíduos
Aumento da biodiversidade	Classe não especificada	Perda e alteração de biodiversidade
Aumento na pressão antrópica sobre a biota	Perda e alteração de habitat	Alteração de comunidades bióticas
Afugentamento da fauna	Aumento do conhecimento	Perda e alteração da cobertura vegetal
Intervenção em áreas protegidas	Colonização da fauna	Alteração na conectividade

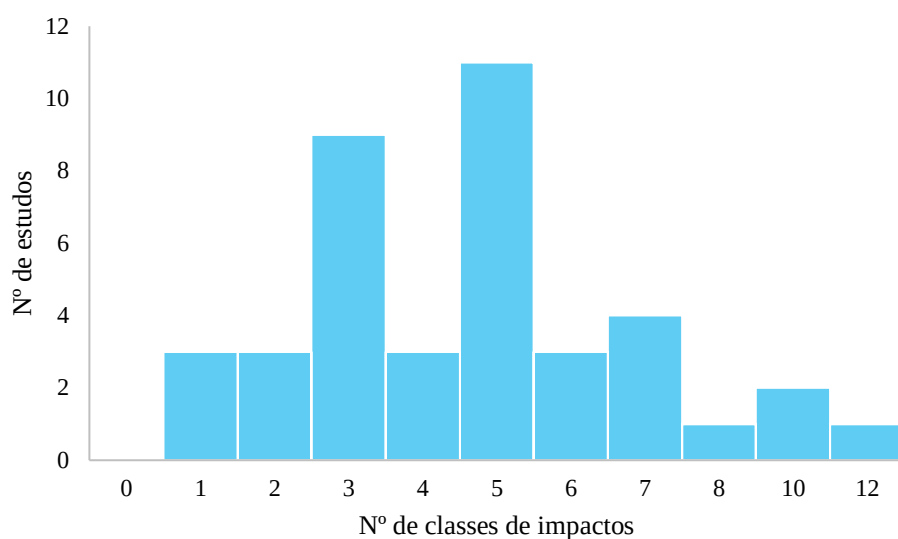


Figura 11 Número de classes de impactos ambientais abordadas por Estudo de Impacto Ambiental.

As classes mais comumente abordadas nos Estudos foram: Afugentamento da fauna (N=30; 71,4% dos estudos), Perda e alteração de habitat (N=24; 57,1%) e Perda e alteração da cobertura vegetal (N=23; 54,8%; **Figura 12**).

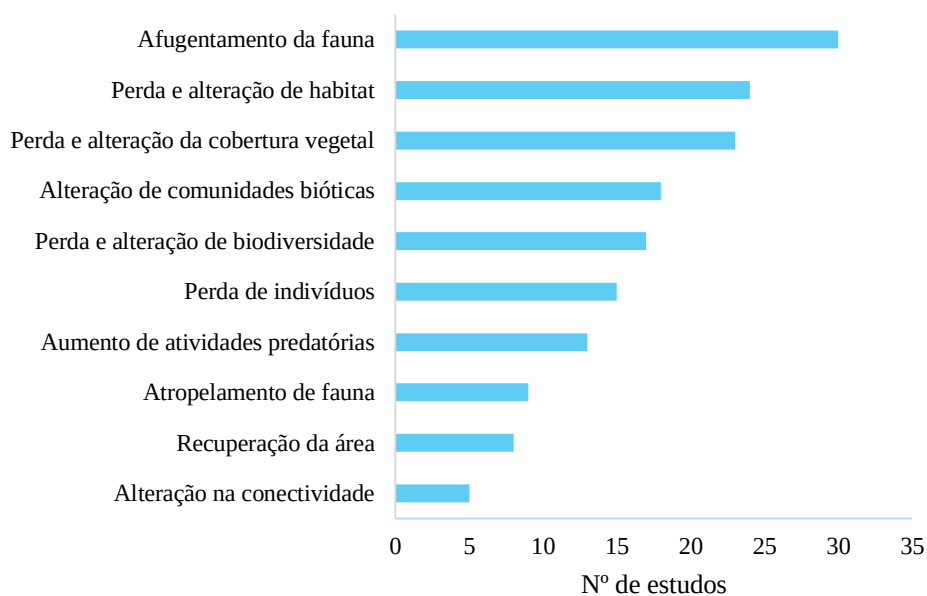


Figura 12 Classes de impactos mais comumente avaliadas nos Estudos de Impacto Ambiental. Classes presentes em menos de cinco estudos não foram representadas.

4.2.9 Áreas de influência

Cinco estudos (11,9%) não apresentaram delimitação das áreas de influência dos impactos sobre o meio biótico. Em 22 estudos (52,4%) houve descrição dos limites das Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) para o meio biótico, enquanto em 15 estudos (35,7%) esses limites foram apresentados para apenas uma ou outra área de influência.

Quanto à justificativa para os limites propostos e à apresentação das áreas de influência em mapa, apenas três estudos (7,1%) cumpriram ambos os critérios, enquanto 27 (64,3%) falharam em apresentar a justificativa ou o mapa.

4.2.10 Programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação

Dos estudos analisados, 22 (52,4%) apresentaram programas conceituais de controle de impactos para o meio biótico contendo diretrizes e ações básicas para sua implementação, 15 (35,7%) indicaram os programas, porém de forma superficial, sem informar quaisquer diretrizes para a sua implementação, e cinco estudos (11,9%) não apresentaram programas de mitigação de impactos.

4.2.11 Prognóstico ambiental

Apenas 10 estudos (23,8%) apresentaram prognóstico ambiental para o meio biótico por meio de uma comparação entre os cenários com e sem a instalação do empreendimento. Onze estudos (26,2%) apresentaram apenas o prognóstico com empreendimento e 21 (50%) não apresentaram prognóstico.

É importante ressaltar que o prognóstico ambiental corresponde a uma etapa posterior à avaliação de impactos e deve conter uma síntese dos impactos esperados caso o projeto seja concretizado, de modo que apenas a apresentação dos impactos ambientais não foi considerada como apresentação de um prognóstico.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A partir deste estudo, foram identificados 42 EIAs protocolados entre os anos de 2005 e 2019 e distribuídos em 20 municípios, sendo 12 localizados no Quadrilátero Ferrífero, os quais contemplam 73,8% do total de estudos. O índice de alinhamento médio observado foi bastante baixo (41,9%), inclusive ao se avaliar o alinhamento por seções críticas do EIA, como o diagnóstico ambiental (47,8% para flora e 39,0% para fauna) e a avaliação de impactos (42,3%).

O baixo alinhamento aos TRs indica uma grande fragilidade dos EIAs em relação à inclusão da biodiversidade e esse cenário desfavorável também já foi verificado em outros estudos, tanto no Brasil quanto em outros países (Atkinson et al., 2000; Septanil, 2017), ainda que as avaliações voltadas para o setor de mineração sejam escassas.

Em um levantamento conduzido por Bigard, Pioch e Thompson (2020), que avaliou 42 EIAs elaborados entre 2006 e 2016 na região de Montpellier, na França, os autores encontraram um Índice de Inclusão de Biodiversidade (IIB) que variou de 7% a 75%, com uma média de 38%. O IIB utilizado foi calculado de forma similar ao Índice de Alinhamento, sendo a principal diferença a forma de definição dos critérios de avaliação: para o IIB foram utilizados 32 critérios classificados em cinco categorias (i.e, estudos diagnósticos, coleta de dados, impactos, alternativas, medidas de mitigação de impactos e monitoramento e avaliação), sem necessariamente utilizar como base Termos de Referência.

Mandai, Carvalho e Souza (2021) também obtiveram resultados semelhantes ao avaliar o IIB de dez EIAs elaborados para empreendimentos minerários no estado de São Paulo entre os anos de 2005 e 2015. Nesse estudo, os valores do IIB variaram de 25 a 67%, com uma mediana de 51%. As principais lacunas observadas estão relacionadas à eficiência de medidas de mitigação e monitoramento, definição das áreas de influência dos impactos, avaliação quantitativa dos impactos sobre a biodiversidade, e à inclusão da biodiversidade nos estudos de alternativas e no prognóstico sem empreendimento. Esses resultados contrastam parcialmente com os obtidos neste levantamento, uma vez que os itens “Prognóstico Ambiental” e “Programas Ambientais” foram aqueles com maior grau de alinhamento. A divergência em relação às medidas mitigadoras pode ser explicada pelo fato de que os TRs utilizados no atual estudo solicitam que elas sejam apresentadas em nível conceitual, sem o detalhamento utilizado para a avaliação no estudo de Mandai, Carvalho e Souza (2021).

Esse contexto gera questionamentos a respeito do grau de importância dado à biodiversidade durante a avaliação técnica dos EIAs pelos órgãos ambientais competentes, uma vez que mesmo

atendendo de forma insatisfatória ou incompleta aos requisitos estabelecidos nos TRs, há deferimento de licenças, ainda que mediante a emissão de condicionantes. Diante disso, ressalta-se que os TRs disponibilizados pelos órgãos ambientais são uma importante ferramenta para garantir que questões consideradas ambientalmente relevantes sejam tratadas nos EIAs, uma vez que contribuem para reduzir possíveis conflitos de interesse entre empresas de consultoria responsáveis pela elaboração dos estudos e empresas solicitantes de licenças em relação a quais temas e informações devem ser apresentados. Todavia, essa ferramenta perde força quando estudos frágeis e que não atendem aos requisitos pré-estabelecidos são aprovados, devido à criação de precedentes que permitem às empresas explorarem os limites de quais lacunas são consideradas aceitáveis.

Considerando as nove seções do EIA avaliadas, o estudo de alternativas locais e tecnológicas é uma etapa fundamental no processo de planejamento da instalação de empreendimentos minerários, principalmente ao se considerar que, considerando a hierarquia de mitigação (i.e., evitar, minimizar, mitigar e compensar impactos), corresponde ao momento em que é possível identificar as melhores formas para evitar impactos.

A partir disso, idealmente o estudo deve identificar um conjunto de alternativas locais viáveis para a implantação das estruturas dos projetos e, para cada uma delas, devem ser apresentadas informações sobre o nível de intervenção em ambientes naturais, incluindo áreas protegidas e prioritárias para conservação, e o potencial impacto sobre valores-chave da biodiversidade, (e.g., espécies ameaçadas, endêmicas e/ou raras, ecossistemas ameaçados, serviços ecossistêmicos). Em seguida, as opções devem ser comparadas entre si, a fim de identificar aquela com menor potencial de degradação.

Esse item apresentou um IA médio de 18,4%. Isso demonstra que, diferentemente do que é recomendado em guias de boas práticas, a biodiversidade não é considerada um aspecto importante para subsidiar a proposição e a seleção de alternativas para a localização de empreendimentos minerários, mais especificamente de estruturas acessórias que não apresentam rigidez locacional. A decisão por uma alternativa geralmente se pauta em aspectos físicos, especialmente topográficos, e econômicos. Ressalta-se ainda que o baixo alinhamento ao item ao se avaliar a biodiversidade provavelmente reflete uma falha maior no estudo de alternativas, haja vista que Landim e Sánchez (2012) observaram que, no período entre 1987 e 2010, não houve melhorias significativas na apresentação e comparação de alternativas locais nos EIAs. Além disso, a avaliação da compatibilidade com programas e planos ambientais que tratam de biodiversidade, como Planos de Ação para a Conservação de Espécies

Ameaçadas de Extinção (PANs), não ser uma prática comum indica que estes podem não estar cumprindo seu propósito de forma integral (ICMBio, 2024) e que é necessária maior rigidez do órgão ambiental competente na avaliação dessa etapa.

Ressalta-se que, no contexto de empreendimentos minerários, comumente é utilizada como justificativa para a não apresentação de alternativas de localização a “rigidez locacional” inerente desse tipo de atividade e prevista no Artigo 2º do Decreto 9.406/2018, haja vista que o processo de lavra deve ocorrer onde os depósitos minerários estão localizados. Todavia, apesar de a área de lavra em si poder se apoiar nessa justificativa, estruturas acessórias, como pilhas de estéril (PDE), diques, pilhas de rejeito e vias de acesso, são passíveis de estudos de alternativas (Weaver; Caldwell, 1999).

Após a seleção da alternativa locacional, ocorre a delimitação das áreas de estudos. Esse processo é fundamental para orientar a etapa de diagnóstico ambiental e para o processo de delimitação das áreas de influência dos impactos. A definição da(s) área(s) de estudo deve considerar, dentre outros fatores, aspectos referentes à presença de fragmentos de vegetação nativa, à conectividade funcional, aos grupos da fauna a serem inventariados e aos recursos hídricos potencialmente afetados pela implantação do projeto. Koblitz e colaboradores (2011) sugerem que a abordagem de Ecologia de Paisagens seja adotada em processos de licenciamento, com mapeamento das unidades de paisagem, cuja extensão e grau de refinamento deve considerar as características do empreendimento, fatores ambientais e socioeconômicos, de modo a captar a heterogeneidade ambiental da área.

Uma possível razão para o baixo número de estudos com delimitação prévia da Área de Estudo é o fato de que em versões anteriores do TR não havia distinção entre esta e Áreas de Influência. Porém, deve-se destacar também que a definição de áreas de estudo é uma etapa fundamental e bem difundida na elaboração de todo e qualquer estudo ecológico. Assim, considerando que o EIA deve ser desenvolvido por equipe técnica especializada, essas áreas deveriam ser apresentadas de forma clara, independentemente da exigência em Termos de Referência, especialmente ao se considerar que diferentemente de outros critérios analisados, Áreas de Estudo têm um baixo potencial para gerar conflitos de interesse entre mineradora e consultoria.

Para a etapa de diagnóstico, os índices médios de alinhamento também foram baixos (47,8% para flora e 39,0% para fauna). Isso representa um ponto de atenção, haja vista que o diagnóstico fornece as informações básicas sobre as quais serão avaliados e monitorados os possíveis impactos de um projeto e os resultados obtidos no estudo indicam que apesar de a inclusão de

listas de espécies de fauna e flora ser uma prática comum, ela muitas vezes não é acompanhada de análises críticas da relevância e da vulnerabilidade das comunidades bióticas identificadas (Zanzini, 2001; Scherer, 2011; Landim; Sánchez, 2012). Assim, um diagnóstico deficiente em dados ou que não reflete adequadamente a realidade da área a ser impactada pode levar a avaliações de impacto, medidas mitigadoras e programas de monitoramento inadequados e ineficientes (Silveira et al. 2010; Pinto; Camolesi; Alexandrino, 2017; Almeida et al., 2014).

O diagnóstico de serviços ecossistêmicos foi a única das nove seções analisadas em que o índice de alinhamento médio foi nulo, ou seja, nenhum estudo realizou esse tipo de caracterização. Nesse cenário, é importante ressaltar que o TR utilizado como base foi emitido em 2021 e, como não há histórico de versões disponível no site da SEMAD, é possível que versões anteriores não apresentassem esse requisito.

Todavia, o conceito de serviços ecossistêmicos e métodos de valoração têm sido desenvolvidos desde meados dos anos 2000, principalmente com a publicação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), de modo que se trata de um tema de sabida relevância e que deveria ser de conhecimento das equipes técnicas que desenvolvem os EIAs. Isso é reforçado por Septanil, Pinto e Campanhão (2017), que identificaram em EIAs elaborados para diferentes setores no estado de São Paulo a presença de termos relacionados a serviços ecossistêmicos principalmente a partir de 2011. De acordo com os autores, a inclusão do tema provavelmente ocorreu de forma voluntária, já que o período de análise utilizado foi anterior à proposição de uma diretriz que exigia a incorporação do conceito em análises ambientais.

Além disso, especificamente para o setor de mineração, tem-se que o Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM) possui publicações relacionadas às boas práticas para estudos relacionados à biodiversidade que já incluem em suas diretrizes avaliações referentes a serviços ecossistêmicos (ICMM, 2006; Gullison et al., 2015). O ICMM é uma organização formada por líderes e CEOs de empresas de mineração com atuação em diversos países com o propósito de promover o desenvolvimento sustentável no setor minerário. Desse modo, apesar de a inclusão do tema “serviços ecossistêmicos” em TRs da SEMAD poder ter sido um desenvolvimento recente, posterior aos EIAs analisados neste trabalho, trata-se de um assunto que já vem sendo discutido e inclusive considerado importante dentro do setor de mineração pelo menos desde 2006. Assim, a ausência de quaisquer discussões acerca dos potenciais impactos dos projetos associados aos EIAs sobre serviços ecossistêmicos constitui uma lacuna técnica que deve ser endereçada.

Esse tipo de lacuna influi diretamente sobre a qualidade das avaliações de impactos realizadas e é agravada pelo não emprego de metodologias que reduzam a subjetividade dos técnicos responsáveis pela classificação dos impactos. De acordo com Ortolano e Shepherd (1995), o processo de avaliação dos impactos previstos constitui, provavelmente, a etapa mais difícil do EIA, uma vez que por um lado o uso apenas do julgamento dos técnicos baseado em suas experiências prévias pode levar a descrições vagas e imprecisas, que não podem ser validadas, por outro a utilização de métodos e modelos matemáticos pode levar a “caixas-pretas”, isto é, modelos em que as bases não estão claras para os técnicos, o que pode dificultar a interpretação das previsões. Embora o artigo de Ortolano e Shepherd tenha sido publicado em 1995 e, desde então, inovações e recomendações para a redução da subjetividade no processo de AIA tenham sido propostas (Chen, 2009; Toro et al., 2013), ainda não há um método ou uma abordagem globalmente aceita.

No contexto deste trabalho, 390 impactos associados à biodiversidade foram levantados nos EIAs avaliados, sendo a maior parte verificada nas etapas de implantação e operação do empreendimento. Os impactos foram agrupados em 24 classes, das quais 19 contemplam impactos negativos sobre a biodiversidade e cinco contemplam impactos positivos, associados principalmente à etapa de fechamento e à implementação de medidas de recuperação de áreas degradadas. Esse cenário reforça o fato de que atividades minerárias possuem grande potencial para gerar impactos negativos sobre a biodiversidade e a importância de que os EIAs sejam conduzidos de forma cuidadosa, com suporte de evidências e literatura científica, complementando o conhecimento de especialista já empregado.

Assim, um diagnóstico que não apresenta informações suficientes para uma avaliação acurada da importância e magnitude dos impactos identificados pode contribuir para conclusões lenientes, que subestimam o potencial de um projeto de degradar uma área e gerar perdas significativas para a biodiversidade local, ou desequilibradas, em que alguns impactos são superestimados e outros subestimados, o que afeta, por sua vez, a proposição de medidas mitigadoras e monitoramento dos reais impactos de um projeto. Essa conclusão é corroborada por Dias e colaboradores (2019), que avaliaram a qualidade técnica de estudos de linha de base no contexto de EIAs no estado de Minas Gerais, utilizando o grupo de médios e grandes mamíferos como indicador. Os autores encontraram uma correlação positiva entre a qualidade dos estudos de baseline e a qualidade das avaliações de impacto, especialmente para EIAs do setor minerário.

Em síntese, a partir das informações obtidas por meio deste trabalho, foi possível observar que, de modo geral, os EIAs elaborados no âmbito do setor minerário em Minas Gerais não integram a biodiversidade a suas análises de forma consistente e adequada para que o órgão ambiental competente emita uma decisão bem informada a respeito da viabilidade de um projeto.

Ainda há um longo caminho a ser percorrido para que o tema biodiversidade seja efetivamente integrado em EIAs do setor minerário em Minas Gerais e pode-se sugerir como ponto de partida para essa melhoria que os Termos de Referência existentes sejam devidamente cumpridos. Isso porque os requisitos neles apresentados condizem com boas práticas internacionais e setoriais recomendadas (ICMM, 2006; Gullison et al., 2015). A fim de garantir o cumprimento dos TRs sugere-se a implementação de ferramentas que permitam à empresa de consultoria ambiental, à empresa responsável pelo empreendimento e ao órgão ambiental avaliar de forma quantitativo o grau de atendimento do estudo em relação aos requisitos mínimos e, a partir disso, identificar as lacunas e saná-las, no caso das empresas de consultoria, ou recusar o envio da documentação até que um nível satisfatório do TR seja cumprido, no caso do órgão ambiental responsável pelo licenciamento. Essa ferramenta pode consistir em *checklists* simples, a serem protocolados junto ao EIA, em que constem informações referentes aos capítulos e/ou páginas em que cada informação relevante pode ser encontrada ou a justificativa para não apresentação do dado, e/ou em formulários automatizados que, após preenchidos, retornem os Índices de Alinhamento do EIA por item/capítulo e geral.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.N. et al. Principais deficiências dos Estudos de Impacto Ambiental. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 3, n. 4, p. 3-14, 2016.
- ALMEIDA, A.N. et al. Problemas críticos na elaboração do diagnóstico ambiental dos EIAs conforme a percepção dos analistas ambientais do Ibama. *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 2014.
- ALVES, A.N. Histórico e importância da mineração no estado. *Revista do Legislativo*, p. 27-32, 2007.
- ARAÚJO, E.R.; FERNANDES, F.R.C. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. In: GUIMARÃES, P.E.; CEBADA, J.D.P. *Conflitos ambientais na indústria mineral e metalúrgica: o passado e o presente*. Rio de Janeiro: CETEM/CICP, 2016.
- ATKINSON, S.F. et al. 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.
- 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.
- BONECKER, A.C.T. et al. An integrated study of the plankton community after four years of Fundão dam disaster. *Science of the Total Environment*, v. 806, p. 150613, 2022.
- BRASIL. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jun. 2018.
- CABERNARD, L.; PFISTER, S. Hotspots of mining-related biodiversity loss in global supply chains and the potential for reduction through renewable electricity. **Environmental Science and Technology**, v. 56, p. 16357-16368, 2022.
- CARMO, F.F.; JACOBI, C.M. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia*, v. 64, n. 3, p. 527-541, 2013.
- CHEN, C.C. Environmental impact assessment framework by integrating scientific analysis and subjective perception. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 6, n. 4, p. 605-618, 2009.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 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, 17 fev. 1986.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 06, de 24 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento. *Diário Oficial da União*: Brasília, 17 fev. 1986.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICAS AMBIENTAIS - COPAM. Deliberação Normativa nº 129, de 27 de novembro de 2008. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE como instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais para a proteção do meio ambiente do Estado de Minas Gerais. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, MG, 29 nov. 2008.

- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM. Deliberação Normativa nº 217, de 06 de dezembro de 2017. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário do Executivo: Belo Horizonte.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 19 dez. 1997.
- COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY - CEQ. A citizen's guide to NEPA - Having your voice heard. Washington, DC: CEQ, 2021.36p.
- CUMMINS. **Tipos de métodos de mineração**. Disponível em: <<https://www.cummins.com/pt/engines/mining/types-of-mining>> Acesso em: jun. 2024.
- DIAS, A.M.S.; FONSECA, A.; PAGLIA, A.P. Biodiversity monitoring in the environmental impact assessment of mining projects: a (persistent) waste of time and money? Perspectives in Ecology and Conservation, v. 15, p. 206-208, 2017.
- DIAS, A.M.S. Consistência técnica dos monitoramentos de fauna no licenciamento ambiental. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2017.
- 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. 216-233, 2019.
- DIAS, A.M.S. et al. Are Environmental Impact Assessments effectively addressing the biodiversity issues in Brazil? Environmental Impact Assessment Review, v. 95, p. 106801, 2022.
- DUARTE, C.G.; SÁNCHEZ, L.E. Addressing significant impacts coherently in environmental impact statements. Environmental Impact Assessment Review, v. 82, p. 106373, 2020.
- DURÁN, A.P.; RAUCH, J.; GASTON, K.J. Global spatial coincidence between protected areas and metal mining activities. Biological Conservation, v. 160, p. 272-278, 2013.
- DRUMMOND, G.M. et al. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.
- FERNANDES, G.W. et al. Deep into the mud: ecological and socioeconomic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. Natureza e Conservação, v. 14, p. 35-45, 2016.
- FERNANDES-FILHO, E.I. et al. The unique and endangered Campo rupestre vegetation and protected áreas in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil. **Journal for Nature Conservation**, v. 66, p. 126131, 2022.
- FIGUEIRÔA, S.F.M. Mineração no Brasil: aspectos técnicos e científicos de sua história na Colônia e no Império (séculos XVIII-XIX). América Latina en la História Económica, v. 1, n. 1, p. 41-55, 1994.
- GLASSON, J.; SALVADOR, N.N.B. EIA in Brazil: a procedures-practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. Environmental Impact Assessment Review, v. 20, p. 191-225, 2000.

- GULLISON, R.E. et al. Good practices for the collection of biodiversity baseline data. [s.l.]: ICMM, 2015.
- HARDNER, J. Good practices for biodiversity inclusive impact assessment and management planning. [s.l.]: Hardner et al., 2015.
- IBAMA. Rompimento da Barragem de Fundão: documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG. 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/rompimento-da-barragem-de-fundao-documentos-relacionados-ao-desastre-da-samarco-em-mariana-mg>>.
- IBAMA. Nota Técnica nº5/2019/Nubio-MG/Ditec-MG/Supes-MG. [S.l.], p. 3, 2019.
- ICMBIO. Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan>>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. Setor mineral 2022. Belo Horizonte: Ibram, 2023.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT – IAIA. Principles of environmental impact assessment best practice. Fargo, ND: IAIA, 1999.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT – IAIA. Biodiversity and ecosystem services in impact assessment. Special Publication, n. 3, p. 1-12, 2018.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT – IAIA. About. Disponível em: <<https://www.iaia.org/about.php>>. Acesso em: jun. 2024.
- INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS - ICMM. Good practice guidance for mining and biodiversity. London: ICMM, 2006. 148 p.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION – IFC. Padrão de Desempenho 6 – Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos Naturais Vivos. [s.l.]: IFC, 2012.
- IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn: IPBES Secretariat, 2019. 1148 p.
- JACOBI, C.M.; CARMO, F.F. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape. *Ambio*, v. 37, n. 4, p. 324-326, 2008.
- JAY, S. et al. Environmental impact assessment: retrospect and prospect. *Environmental Impact Assessment Review*, n. 27, p. 287-300, 2007.
- JUNKER, J. et al. Threat of mining to African great apes. **Science Advances**, v. 10, p. eadl0335, 2024.
- KOBLITZ, R.V. et al. Ecologia de Paisagens e o licenciamento ambiental. **Natureza e Conservação**, v. 9, n. 2, p. 244-248, 2011.
- LANDIM, S.N.T.; SÁNCHEZ, L.E. The contents and scope of environmental impact statements: how do they evolve over time? *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 30, n. 4, p. 217-228, 2012.
- LUCKENEDER, S. et al. Surge in global metal mining threatens vulnerable ecosystems. **Global Environmental Change**, v. 69, p. 102303, 2021.

- 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 e Sociedade*, v. 24, p. 1-23, 2021.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MEA. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.
- MINAS GERAIS. Lei nº 7.772, de 08 de setembro de 1980. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. *Diário Oficial do Estado: Belo Horizonte*, 09 set. 1980.
- MINAS GERAIS. Histórico do rompimento das barragens da Vale na Mina Córrego do Feijão. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/historico-do-rompimento-das-barragens-da-vale-na-mina-corrego-do-feijao>>. Acesso em: mar. 2023.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Dispõe sobre o reconhecimento de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jan. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018. Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira ou áreas prioritárias para a biodiversidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 dez. 2018.
- MOL, R.M. et al. Reptiles of the Iron Quadrangle: a species richness survey in one of the most human exploited biodiversity hotspots of the world. **Cuadernos de herpetologia**, v. 35, n. 2, p. 283-302, 2021.
- MURGUÍA, D.I.; BRINGEZU, S.; SCHALDACH, R. Global direct pressures on biodiversity by large-scale metal mining: spatial distribution and implications for conservation. *Journal of Environmental Management*, v. 180, p. 409-420, 2016.
- NAMIN, F.S.; SHAHRIAR, K.; BASCETIN, A. Environmental impact assessment of mining activities. A new approach for mining methods selection. **Mineral Resources Management**, p. 113-143, 2011.
- NASCIMENTO, R.L. et al. The Fundão dam failure: iron ore tailing impact on marine benthic fauna. *Science of the Total Environment*, v. 838, p.156205, 2022. PENA, J.C.D. et al. Impacts of mining activities on the potential geographic distribution of eastern Brazil mountaintop endemic species. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 3, p. 172-178, 2018.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano. Estocolmo: ONU, 1972. 77p.
- ORTOLANO, L.; SHEPHERD, A. Environmental Impact Assessment: challenges and opportunities. **Impact Assessment**, v. 13, n. 1, p. 3-30, 1995.
- PINTO, A.P.R.; CAMOLESI, M.; ALEXANDRINO, E.R. Orientações legais para diagnóstico da mastofauna em Estudos de Impactos Ambientais ajudam? Análise crítica no caso do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 4, n. 8, p. 355-372, 2017.
- SANTIAGO, T.M.O. et al. A eficácia da avaliação de impactos ambientais no Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 6, n. 2, p. 36-51, 2015.

- SCHERER, M.E.G. Análise da qualidade técnica de estudos de impacto ambiental em ambientes de Mata Atlântica de Santa Catarina: abordagem faunística. *Biotemas*, v. 24, n. 4, p. 171-181, 2011.
- SEMAD. Termos de Referência. Disponível em: <<https://semad.mg.gov.br/w/termos-de-referencia>>. Acesso em: fev/2023.
- SEPTANIL, M.P.B. A inclusão da biodiversidade na Avaliação de Impacto Ambiental: análise da etapa de escopo no estado de São Paulo. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2017.
- SEPTANIL, M.P.B.; PINTO, L.; CAMPANHÃO, L.M.B. Inclusão dos serviços ecossistêmicos em Estudos de Impacto Ambiental: evidência empírica no estado de São Paulo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 43, p. 91-102, 2017.
- SILVEIRA, L.F. et al. Para que servem os inventários de fauna? *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, p. 174 - 207, 2010.
- SIMKINS, A.T. et al. A global assessment of the prevalence of current and potential future infrastructure in Key Biodiversity Areas. **Biological Conservation**, v. 281, p. 109953, 2023.
- SKIRYCZ, A. et al. Canga biodiversity, a matter of mining. **Frontiers in plant Science**, v. 5, p. 1-9, 2014.
- SONTER, L.J. et al. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, v. 8, p. 1013, 2017.
- SONTER, L.J.; ALI, S.H.; WATSON, J.E. Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science. *Proceedings of the Royal Society*, v. 285, p. 20181926, 2018.
- SONTER, L.J. et al. Conservation implications and opportunities of mining activities for terrestrial mammal habitat. *Conservation Science and Practice*, v. 4, p. e12806, 2022.
- TEIXEIRA, I.B. Uma pequena história da mineração brasileira. *Conjuntura Econômica*, p. 16-17, 1993.
- THOMPSON, F. et al. Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba river. *Science of the Total Environment*, v. 705, p.135914, 2020.
- TORO, J. et al. A qualitative method proposal to improve environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 43, p. 9-20, 2013.
- VIEIRA, C.E.D. et al. Ecotoxicological impacts of the Fundão dam failure in freshwater fish community: metal bioaccumulation, biochemical, genetic and histopathological effects. *Science of the Total Environment*, v. 832, p. 154878, 2022.
- WEAVER, A.; CALDWELL, P. Environmental Impact Assessment for Mining Projects. In: PETTS, J. (Ed) **Handbook of Environmental Impact Assessment**. Environmental Impact Assessment in Practice: impact and limitations. Oxford: Blackwell Science, 1999. Volume 2, Chapter 18. p. 391-403.
- WEBER, A.A. et al. Effects of metal contamination on liver in two fish species from a highly impacted neotropical river: a case study of the Fundão dam, Brazil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 190, p. 110165, 2020.

ZANZINI, A.C.S. Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em Estudos de Impacto Ambiental no Estado de Minas Gerais. 2001. Tese (Doutorado - Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.