

**INSTITUTO
EDUCAÇÃO,
TECNOLOGIA DA**



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA *Campus Vitória da Conquista*

**FEDERAL DE
CIÊNCIA E
BAHIA - IFBA**

CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA
DIREÇÃO DE ENSINO - DEN
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - CEAMB

CAIO ALEXANDRE BELO REIS

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM PROJETOS
MINERÁRIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

Vitória da Conquista-BA
2022

CAIO ALEXANDRE BELO REIS

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM PROJETOS
MINERÁRIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

Projeto Final de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Tácio Luís de Andrade
Conceição

Vitória da Conquista - BA
2022

R735m Reis, Caio Alexandre Belo

Método de avaliação de impacto ambiental em projetos minerários: uma revisão de literatura. / Caio Alexandre Belo Reis.- -Vitória da Conquista / BA, 2022.
50 f.: il.: color.

Orientador: Tácio Luís de Andrade Conceição

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Engenharia Ambiental - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus de Vitória da Conquista - BA, 2022.

1. Avaliação dos Impactos Ambientais. 2. Sistemas de Gestão. 3. Mineração. I. Conceição, Tácio Luís de Andrade. II. Título.

CDD:005.1

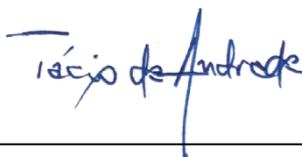
CAIO ALEXANDRE BELO REIS

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL EMPROJETOS MINERÁRIOS: UMA REVISÃO
DE LITERATURA**

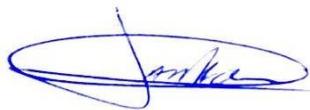
A presente Monografia, apresentada em sessão pública realizada em dez de novembro de 2022, foi avaliada como adequada para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental, julgada e aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista.

Data da Aprovação: 10 de Novembro de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Tácio Luís de A. Conceição Orientador –
IFBA Campus Vitória da Conquista



Prof. Msc. José Carlson Gusmão da Silva
IFBA Campus Vitória da Conquista



Profª. Msc. Dioneire Amparo Anjos
UFBA Campus Vitória da Conquista

Vitória da Conquista, 10 de Novembro de 2022.

RESUMO

Este estudo tem como objeto de pesquisa a análise dos instrumentos de Avaliação dos Impactos Ambientais responsáveis por mitigar os passivos de empreendimentos minerários. Justifica-se dada a necessidade de buscar soluções para os impactos causados pelos efeitos da exploração mineral, tendo em vista o crescimento desenfreado deste setor da economia e, conseqüentemente, dos impactos por eles causados. O objetivo principal desta pesquisa é realizar uma revisão de literatura visando analisar as metodologias empregadas na Avaliação de Impactos Ambientais em Sistemas de Gestão Ambiental em mineradoras; de modo específico, os objetivos são: analisar as características das metodologias utilizadas na AIA em Sistemas de Gestão Ambiental em projetos minerários e identificar o método mais adequado para Avaliação de Impactos Ambientais no Sistema de Gestão Ambiental destes. Os principais teóricos que embasam este trabalho são Sánchez, Barbieri, Santos, Seiffert, Moraes e D'Aquino. A metodologia de pesquisa adotada consistiu no levantamento bibliográfico nas bases de dados "Google Scholar" e "SciELO", cujas palavras-chave utilizadas foram: "Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental", "Avaliação de Impacto Ambiental", "Impacto Ambiental", "Avaliação de Impacto Ambiental na mineração", "Virulentamente Impact Assessment" e "Environmental Impact Assessment in mining", tendo em vista o aprofundamento do estudo acerca dos métodos de Avaliação de Impacto Ambiental, para constatar, dentre eles, o método mais adequado para ser empregado nos projetos minerários.

Palavras-chave: Avaliação dos Impactos Ambientais; Sistemas de Gestão; Meio ambiente; Impacto Ambiental; Mineração.

Abstract

The object of this study is to analyze the Environmental Impact Assessment instruments responsible for mitigating the liabilities of mining enterprises. It is justified given the need to seek solutions to the impacts caused by the effects of mineral exploration, in view of the unbridled growth of this sector of the economy and, consequently, the impacts caused by them. The main objective of this research is to conduct a literature review aiming at the methodologies used in Environmental Impact Assessment in Environmental Management Systems in mining enterprises; specifically, the objectives are: to analyze the characteristics of the methodologies used in EIA in Environmental Management Systems in mining projects and to identify the most appropriate method for Environmental Impact Assessment in their Environmental Management System. The main theorists that support this work are Sánchez, Barbieri, dos Santos, Seiffert, de Moraes and D'Aquino. The research methodology adopted consists of a bibliographical survey in the "Google Scholar" and "SciELO" databases, whose keywords used were: "Environmental Impact Assessment Methods", "Environmental Impact Assessment", "Environmental Impact", "Environmental Impact Assessment in mining", "Environmental Impact Assessment" and "Environmental Impact Assessment in mining", with a view to deepening the study of the methods of Environmental Impact Assessment, in order to verify, among them, the most appropriate method to be used in mining enterprises.

Keywords: Assessment of Environmental Impacts; Management Systems; Environment; Environmental Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e AIA, etapa de planejamento do EIA. 33

Figura 02: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e abordagem tradicional brasileira, durante a etapa de execução do EIA. As setas pontilhadas representam a lista de atividades planejadas do projeto. 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Identificação dos impactos ambientais do empreendimento extrativo de areia.	25
Tabela 02: Impactos negativos de maior magnitude e suas respectivas propostas mitigadoras.	26
Tabela 03: Matriz de AIA da pilha R8.	28
Tabela 04: Plano de ação.	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	A Origem da AIA no Mundo	12
3.2	Panorama da Exploração Mineral.....	15
3.3	A Mineração no Brasil.....	16
3.4	Impacto Ambiental	17
3.5	Sistema de Gestão Ambiental (SGA).....	19
3.6	Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	21
3.6.1	AIA no Brasil.....	22
3.7	Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais	23
3.7.1	Método Checklist (listas de controle).....	23
3.7.2	Matrizes de Interações	26
3.7.3	Métodos espontâneos ou Ad Hoc	29
3.7.4	Redes de Interação (Networks)	30
3.7.5	Superposição de Cartas (Overlay Mapping).....	31
3.7.6	Modelos de Simulação	32
3.7.7	Metodologias Quantitativas.....	32
3.7.8	Abordagem de Serviços Ecossistêmicos	33
4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	Método Checklist (listas de controle).....	37
5.2	Métodos espontâneos ou Ad Hoc	38
5.3	Matrizes de Interações	38

5.4	Redes de Interação (Networks).....	39
5.5	Superposição de Cartas (Overlay Mapping).....	40
5.6	Modelos de Simulação.....	40
5.7	Metodologias Quantitativas	41
6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	45

LISTA DE SIGLAS

AD Hoc — Para esta finalidade

AIA — Avaliação de Impacto Ambiental

ASE-Análise de Serviços Ecossistêmicos

CEQ — Council on Environmental Quality

CONAMA — Conselho Nacional de Meio Ambiente

EIA — Estudo de Impacto Ambiental

EUA — Estados Unidos da América

GIS –Geographic Information System

ISO — International Organization for Standardization

NEPA — National Environmental Policy Act

PNMA — Política Nacional do Meio Ambiente

PIB — Produto Interno Bruto

RI — Revisão de Literatura

SGA — Sistema de Gestão Ambiental

SIG — Sistema de Informação Geográfica

UIA — Unidades de Impacto Ambiental

1 INTRODUÇÃO

A escolha do objeto de pesquisa decorreu do interesse em analisar os instrumentos de Avaliação dos Impactos Ambientais responsáveis por mitigar os efeitos negativos da intervenção humana sobre o meio ambiente, tendo em vista a magnitude dos passivos produzidos pela mineração.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento que foi instituído através da Política Nacional do Meio Ambiente e que tem extrema importância para a gestão institucional de planos, programas e projetos de engenharia nos níveis federal, estadual e municipal. Criada como um instrumento de avaliação dos impactos futuros das ações antrópicas sobre o meio ambiente, a AIA conseguiu agregar aspectos ambientais na tomada de decisão, utilizada tanto pelas empresas como pelo poder público, atuando em conjunto com os parâmetros técnicos e econômicos comumente levantados em planejamentos. A AIA consolidou-se para além de um instrumento, sendo considerado um processo, onde seu início ocorre durante a seleção dos procedimentos a serem aplicados e, quando a decisão final favorece o projeto ou ação proposta, acompanha toda a implantação, se alongando entre a operação e a desativação.

O crescimento desenfreado da mineração, com o aumento da demanda por commodities, como o minério de ferro, colaborou para impulsionar a balança comercial, tornando o setor como um dos mais importantes para a economia brasileira. Entretanto, estes fatores também foram responsáveis pelo incremento de um grande problema: o aumento da degradação ambiental nas áreas de funcionamento dos empreendimentos e da quantidade de rejeitos gerados.

Os impactos negativos da mineração são atribuídos, dentre outros, a sua necessidade recorrente de realizar perfurações profundas para a retirada do mineral, gerando uma quantidade gigantesca de rejeitos. Desta forma, as atividades promovidas durante a lavra e o processamento mineral tem sido profundamente preocupantes no que diz respeito a sustentabilidade, visto que, as atividades minerárias são consideradas como as mais impactantes sendo algumas delas como a: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência de terreno, incêndios causados por carvão e rejeitos radioativos.

O presente trabalho consiste numa revisão de literatura. Para tal, foi realizado um levantamento da bibliografia pertinente, selecionando e analisando trabalhos acadêmicos, livros

e pesquisas publicadas em periódicos, que contemplem o tema Avaliação de Impacto Ambiental. Este estudo foi realizado valendo-se da seguinte questão de pesquisa: qual o método de avaliação de impacto ambiental ideal para utilização em projetos minerários?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão de literatura visando explorar as metodologias empregadas na Avaliação de Impactos Ambientais em Sistemas de Gestão Ambiental em atividades minerárias.

2.2 Objetivos Específicos

Investigar as características das metodologias utilizadas na AIA em Sistemas de Gestão Ambiental em atividades minerárias.

Identificar o método ideal para Avaliação de Impactos Ambientais no Sistema de Gestão Ambiental em atividades minerárias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Avaliação de Impacto Ambiental foi um mecanismo criado dada a necessidade de uma resposta legal aos impactos ambientais, causados pelo desenvolvimento econômico dos Estados. Alinhado ao princípio de promover a proteção dos recursos naturais e de minimizar os impactos causados por determinadas atividades, este instrumento se tornou uma das principais ferramentas do Direito Ambiental em suas esferas interna e internacional.

3.1 A Origem da AIA no Mundo

Formalizada pela primeira vez em 1969, nos EUA, em decorrência da aprovação pelo Congresso da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente norte Americana, a National Environmental Policy Act, usualmente referida pela sigla NEPA, a AIA disseminou-se

alcançando hoje uma difusão mundial (SÁNCHEZ, 2020). Esta lei entrou em vigor no dia 1º de janeiro de 1970, onde, em seu artigo 102 requereu de “todas as agências do governo federal” (NEPA, 1969, p. 2):

(A) utilizar uma abordagem sistemática e interdisciplinar que assegurará o uso integrado das ciências naturais e sociais e das artes de planejamento ambiental nas tomadas de decisão que possam ter um impacto sobre o ambiente humano;

(B) identificar e desenvolver métodos e procedimentos, em consulta com o Conselho de Qualidade Ambiental estabelecido pelo Título II desta lei, que assegurarão que os valores (amenities) ambientais presentemente não quantificados serão levados adequadamente em consideração na tomada de decisões, ao lado de considerações técnicas e econômicas;

(C) incluir, em qualquer recomendação ou relatório sobre propostas de legislação e outros importantes (major) ações federais que afetem significativamente a qualidade do ambiente humano, uma declaração (statement) detalhada do funcionário responsável sobre:

(i) o impacto da ação proposta;

(ii) os efeitos ambientais adversos que não puderem ser evitados caso a proposta seja implementada;

(iii) alternativas à ação proposta;

(iv) a relação entre os usos locais e de curto prazo do ambiente humano, a manutenção e melhoria da produtividade a longo prazo;

(v) qualquer comprometimento irreversível e irrecuperável de recursos que seriam envolvidos se a ação proposta fosse implementada.

O modelo americano de AIA não foi bem-visto na Europa, pelo menos em um primeiro momento. Os governos sustentavam que suas políticas de planejamento já consideravam a variável ambiental, situação que se oporia à dos Estados Unidos, país onde o planejamento tinha pouca tradição. Mesmo assim, depois de cinco anos de discussão e cerca de 20 minutos (WATHERN, 1988), a Comissão Europeia adotou uma resolução (Diretiva 337/85), de aplicação compulsória por parte dos países-membros da então Comunidade Econômica Europeia (atual União Europeia), obrigando-os a adotar procedimentos formais de AIA como critério de decisão para uma série de empreendimentos considerados capazes de causar significativa degradação ambiental (SANCHÉZ, 2020).

Nos países do Norte, a recorrência de problemas ambientais semelhantes, decorrentes, no que lhe concerne, do estilo de desenvolvimento, tornou necessária a adoção da Avaliação de Impacto Ambiental por estes países, tendo em vista que o padrão de desenvolvimento econômico adotado agravaria os problemas ambientais. Canadá (1973), Nova Zelândia (1973) e Austrália (1974) estiveram entre os primeiros países que adotaram políticas determinando que a avaliação dos impactos ambientais deveria preceder decisões governamentais importantes (SANCHÉZ, 2020).

No Brasil, a AIA surgiu ao nível federal a partir da Lei n.º 6.803, de 2 de julho de 1980 (Art.10º, § 3º), que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. Entretanto, os primeiros estudos ambientais realizados no Brasil nos anos 70 ocorreram devido à influência de situações que ocorreram fora do país, onde novas demandas foram identificadas (RAMALHO, 2017)

Segundo Sánchez (2020, p. 99), a conjunção de fatores internos e externos, ou endógenos e exógenos, que propiciou um avanço das políticas ambientais no Brasil conduziu o Poder Executivo a formular o projeto de lei sobre Política Nacional do Meio Ambiente, aprovado pelo Congresso em 31 de agosto de 1981, que incluiu a Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos para atingir os objetivos dessa lei, que são, dentre outros:

- (A) compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção ambiental;
- (B) definir áreas prioritárias de ação governamental;
- (C) estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental e normas para uso e manejo de recursos ambientais;
- (D) preservar e restaurar os recursos ambientais “com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida”;
- (E) obrigar o poluidor e o predador a recuperar e/ou indenizar os danos (BRASIL, 1981).

Com a instauração da Lei n.º 6.928, de 31 de agosto de 1981, que dispõem sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e com surgimento do movimento ambientalista, a Avaliação de Impacto Ambiental acabou ganhando novas funções e amplitude no cenário nacional (MILARÉ; BENJAMIM, 1993).

Os mecanismos empregados na avaliação de impacto ambiental objetivam identificar, analisar e simplificar os possíveis efeitos gerados por um plano ou projeto no campo de impacto ambiental de um empreendimento definido. Ao fornecer conhecimento prévio, discussão e diagnóstico neutro dos efeitos positivos e negativos de uma proposta definida, a avaliação pode impedir ou amenizar perdas e aumentar o lucro, beneficiando o êxito da solução. Ao alcançar a qualidade das informações e autorizar a liberação, a AIA facilita a redução dos empecilhos existentes entre os diferentes grupos sociais compreendidos (PIMENTEL; PIRES, 1992).

As metodologias utilizadas na avaliação de impacto ambiental constituem-se também em uma ótima ferramenta que pode ser aproveitada em pesquisas, determinando com maior precisão a importância das mudanças ambientais. Elas podem ser utilizadas visando padronizar e facilitar o manuseio do ambiente físico, além de, poderem ser associadas conforme a tipologia da atividade, selecionadas conforme a situação mais adequada para seu uso. Sendo algumas

delas: AD HOC, Método Checklist, Matrizes de Interação, Redes de Interações, Superposição de Cartas, Modelos de Simulação e Metodologias Quantitativas (JESUS et al., 2021).

3.2 Panorama da Exploração Mineral

A exploração e beneficiamento de minerais tem sido, há muitas décadas, apoiada por empreendimentos e empresas, sendo bastante importantes para a economia mundial. Este cenário trouxe uma preocupação com as alterações no equilíbrio ecológico aos pesquisadores e cientistas da área ambiental. Entretanto, essa conjuntura vem sendo devido ao crescimento populacional e da urbanização provocando o aumento da demanda por commodities minerais, assim como, dos impactos ao meio ambiente (BOMFIM, 2017, p. 25).

Os impactos dos empreendimentos minerários podem ter efeitos extremamente nocivos ao equilíbrio dos ecossistemas onde ocorre a exploração mineral, destacando-se a contaminação de recursos hídricos, destruição de habitats, afugentamento da fauna, desaparecimento de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, englobando potenciais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros. Em relação ao meio antrópico, a mineração pode causar não apenas o desconforto ambiental, mas também impactos à saúde causados pela poluição sonora, do ar, da água e do solo. A desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto depende do volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização (SILVA; SANTOS, 2020). No que diz respeito a água, é notado que a mineração causa aos corpos hídricos o aumento da turbidez e consequente variação na qualidade da água e na penetração da luz solar no seu interior; alteração do pH da água, tornando-a, geralmente, mais ácida; derrame de óleos, graxas e metais pesados (altamente tóxicos, com sérios danos aos seres vivos do meio receptor); redução do oxigênio dissolvido dos ecossistemas aquáticos; assoreamento de rios; poluição do ar, principalmente por material particulado; perdas de grandes áreas de ecossistemas nativos ou de uso humano, etc. (PORTELLA, 2015).

A exploração de minérios apresenta um histórico de funcionamento ilegal em décadas passadas, colaborando para que os impactos ambientais fossem percebidos apenas durante seu estado agravado. Assim, com a atuação das leis ambientais e órgãos fiscalizadores, as questões ambientais foram mais priorizadas, dificultando que algum projeto ou discussão de planejamento seja implantado sem considerar seus impactos perante o meio ambiente.

Entretanto, ainda é necessário que sejam realizadas fiscalizações, principalmente no setor da mineração, devido à abundância de explorações ilegais.

Diante deste cenário, a busca por ações de mitigação dos impactos ocasionados pelas atividades tem sido cada vez mais comum por parte das empresas, que buscam tanto se enquadrar nas exigências legais, como fazer desta prática uma estratégia de negócios para alcançar novos públicos (BAPTISTA, 2013). Sendo assim, o conhecimento dos métodos de avaliação dos impactos ambientais é de fundamental importância para analisar os efeitos das atividades dos empreendimentos minerários sobre o meio ambiente.

3.3 A Mineração no Brasil

A História do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que contribuíram sempre com importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história nacional (FARIAS, 2013).

A importância da participação da mineração na economia e desenvolvimento brasileiro é histórica. A atividade caracteriza o trajeto sociopolítico do país, estando presente em diversas formas, perpassando os três períodos históricos vivenciados: Brasil colonial, imperial e republicana (FARIAS, 2002).

Desde o final da década de 90, com a globalização se expandindo e com o aumento da demanda por metais, os conflitos territoriais provenientes da super exploração de minério a céu aberto na América do Sul aumentaram. Ao longo dos anos, a indústria mineral cresce em um ritmo acelerado, tanto no que diz respeito aos volumes extraídos, quanto pela abertura de novas minas, que, em sua maioria, são autorizadas apenas pelo poder central, excluindo-se os moradores locais (FERNANDES; ARAUJO, 2016).

Segundo Farias (2013), a mineração está consolidada como um dos setores básicos e indispensáveis da economia brasileira, cooperando fundamentalmente para a melhoria da qualidade de vida e o bem-estar das presentes e futuras gerações, sendo imprescindível para o desenvolvimento de uma sociedade equilibrada, a contar de que esta seja empregada com seriedade social, contando sempre com os preceitos do desenvolvimento sustentável.

O subsolo brasileiro é rico, possuindo uma diversidade de minerais, sendo vários deles minerais importantes. Uma parcela dessas reservas é tida como consideráveis perante as reservas mundiais. O Brasil tem um leque de produção que agrega cerca de 70 substâncias, onde destas 21 são pertencentes ao grupo dos minerais metálicos, 45 pertencentes ao grupo dos

minerais não-metálicos e quatro pertencentes ao grupo dos minerais energéticos. Em termos de participação no mercado mundial em 2021, destaca-se o Minério de Ferro, com 73,7% de participação, colocando o Brasil como o segundo maior produtor mundial, Minério de Ouro com 8%, Minério de Cobre com 5,2%, Bauxita (alumínio) com 1,5%, Calcário Dolomítico com 1,8%, Água Mineral com 1,2%, Granito com 1,2%, Fosfato com 0,8%, Areia e Minério de Níquel com 0,7% e o Minério de Nióbio com 0,3% (IBRAM, 2021).

3.4 Impacto Ambiental

Segundo Moreira (2002), o que caracteriza o impacto ambiental, não é qualquer alteração nas propriedades do ambiente, mas as alterações que provoquem o desequilíbrio das relações constitutivas do ambiente, tais como as alterações que excedam a capacidade de absorção do ambiente considerado.

A legislação brasileira considera impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I — a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II — as atividades sociais e econômicas;

III — a biota;

IV — as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V — a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986, p. 636).

Assim, fica compreendido que impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração produzida por uma atividade antrópica e que influencia diretamente nas relações constitutivas do ambiente, excedendo a capacidade de absorção do mesmo (MOREIRA, 2002). Desta forma, o impacto ambiental causa a degradação do meio físico onde, esta, por meio do Decreto Lei n.º 97.632/89, é conceituado como “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (BRASIL, 1989).

A extração mineral provoca o surgimento de um grande volume de impactos ambientais que são de difícil reparação e que agridem diretamente a qualidade de vida das pessoas, além de também acompanharem problemas socioeconômicos futuros. Como as mineradoras estão geralmente localizadas longe dos grandes centros urbanos, poucas pessoas testemunham ou se

atentam sobre a magnitude dos seus impactos negativos, apesar dos benefícios econômicos trazidos inicialmente nas regiões onde estão instaladas (PORTELLA, 2015).

Essa atividade consome volumes excepcionais de água no seu ciclo produtivo como podemos destacar: na pesquisa mineral (sondas rotativas e amostragens), na lavra (desmonte hidráulico, bombeamento de água de minas subterrâneas, etc.), no beneficiamento (britagem, moagem, flotação, lixiviação, etc.), no transporte por mineroduto e na infraestrutura (pessoal, laboratórios, etc.). Há situações onde se faz necessário o rebaixamento do lençol freático para o desenvolvimento da lavra, prejudicando outros possíveis consumidores (PORTELLA, 2015).

No Brasil a mineração foi a causa do maior desastre ambiental da história do país. Em 5 de novembro de 2015, os estados de Minas Gerais e do Espírito Santo sofreram seu maior desastre ambiental após o trágico rompimento das barragens de rejeito do Fundão e de Santarém de uma das mineradoras da empresa Samarco, empresa controlada pelas multinacionais Vale (brasileira) e BHP Billiton (anglo-australiana), ambas no subdistrito de Bento Rodrigues, situado a 35 km do centro do município de Mariana/MG (JÚNIOR, 2017).

Segundo Júnior (2017) o fatídico incidente gerou um “mar de lama tóxica” de 35 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro (óxido de ferro e sílica) e do vazamento subsequente de outros 12 milhões de metros cúbicos que, após soterrar o subdistrito de Bento Rodrigues e matar 19 pessoas, percorreu 663 km de cursos d’água, deixando um rastro de destruição que atingiu o litoral do Espírito Santo, no Oceano Atlântico.

O rompimento despejou uma quantidade enorme de rejeitos sobre a vegetação do entorno, causando a destruição de 1.469 hectares, incluindo Áreas de Preservação Permanente. Com a alteração na qualidade da água, o abastecimento público ao longo da bacia do Rio Doce e a geração de energia por hidrelétricas ficaram gravemente prejudicados, levando, ainda, ao extermínio da biodiversidade aquática, incluindo a ictiofauna, e de exemplares da fauna silvestre (ALENCAR, 2020).

Os órgãos técnicos federais e estaduais apontaram inúmeros danos ambientais e socioeconômicos resultantes da tragédia, entre os quais: isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades pela destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; soterramento das lagoas e nascentes adjacentes ao leito dos rios; mortandade de animais domésticos, silvestres e de produção; restrições à pesca; dizimação de fauna aquática silvestre em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas usinas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água; suspensão do abastecimento público nas principais cidades

banhadas pelo Rio Doce; impacto no modo de vida e nos valores étnicos e culturais de povos indígenas e populações tradicionais (JÚNIOR, 2017).

No que diz respeito às consequências socioeconômicas, além das supracitadas, houve perceptível erosão da capacidade dos municípios de sustentarem suas redes de políticas públicas básicas e de serviços essenciais à população. Assim, a situação financeira do município de Mariana reflete que o rompimento da barragem não trouxe apenas uma onda de destruição ambiental, mas também uma devastação da saúde financeira da municipalidade. O município de Mariana tinha na atividade de extração do minério — que teve de ser interrompida em razão do desastre — uma das principais fontes de arrecadação municipal, gerando a perda mensal de R\$ 1,53 milhão de reais a título de imposto sobre serviços de qualquer natureza — ISSQN e de R\$ 4 milhões de reais mensais referentes à compensação financeira pela exploração de recursos minerais — CFEM (JÚNIOR, 2017).

O cenário atual, no que diz respeito ao meio ambiente, é reflexo de uma sucessão de erros e decisões tomadas no passado. Chegamos num ponto em que devemos basicamente refrear os impactos desses erros, que nos foram deixados como legado, por uma geração, e trabalhar sob o enfoque da prevenção e da precaução para que as mesmas falhas não sejam repetidas (POTT, 2017). Segundo Machado (2012) a questão ambiental é um tema obrigatório, pois compromete a nossa e as futuras gerações, bem como a qualidade de vida de todos os seres vivos do planeta. Assim, fica mais que evidente a necessidade da realização da Avaliação de Impactos Ambientais, no intuito de mensurar e reduzir os impactos causados por determinada atividade, a fim de evitar possíveis desastres ambientais como o de Mariana.

3.5 Sistema de Gestão Ambiental (SGA)

Segundo Souza (2019), a Gestão Ambiental ou administração do meio ambiente como ações administrativas envolvendo formulação de ideias, programação, organização, distribuição de recursos a serem seguidos pela empresa com a finalidade de considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar ações tecnológicas que contribuam para obter resultados positivos tanto econômicos quanto ambientais. É também definida como um processo adaptado contínuo, onde as instituições estabelecem e restabelecem seus objetivos e metas à proteção ambiental e selecionam estratégias adequadas para atingir seus objetivos no tempo estabelecido (JESUS et al., 2021).

Conforme Silva (2013), a gestão ambiental e o sistema de gestão ambiental vêm ganhando um espaço crescente no meio empresarial visto que, segundo pesquisas, as atividades ambientais e práticas verdes podem levar a um resultado financeiro positivo, minimizando riscos e perdas, promovendo a fuga de multas relacionadas a marcos regulatórios, além de criar oportunidades em segmentos de mercado ambientalmente conscientes. O desenvolvimento da consciência ecológica, em diferentes camadas e setores da sociedade mundial, acaba por envolver também, o setor da educação. Ela ordena as atividades humanas, para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio ambiente, desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros (ARAÚJO, 2014). Assim, o consumo incontrolável dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente passaram a exigir ações corretivas de grande envergadura, como a adoção de políticas de gerenciamento ambiental (SILVA, 2013).

O gerenciamento das questões ambientais nas indústrias baseia-se principalmente na obrigatoriedade do cumprimento das legislações ambientais, como a Resolução CONAMA 430/2011 que define os padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011), Resolução CONAMA 003/1990 que define os padrões de qualidade do ar, Lei n.º 12.305/2010 sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), além de outras legislações mais específicas para cada área de atuação da indústria. As legislações definem limites e condições aceitáveis de emissões de resíduos despejados no meio ambiente, proibições quanto à utilização de substâncias tóxicas, quantidade de água utilizada, dentre outras (ROGGENBACK, 2013). Tais limites serão adotados nos SGA para o cumprimento das legislações dentro do seu processo produtivo.

Para auxiliar as empresas a alcançar metas e objetivos ambientais existem diversos modelos e ferramentas propostos por diferentes autores de SGA. Barbieri (2011) aponta alguns modelos de Gestão Ambiental que orientam as atividades administrativas e operacionais para alcançar os objetivos ambientais definidos como, atuação responsável, administração da qualidade total, produção mais limpa, ecoeficiência e projeto para o meio ambiente. Outro modo da organização alcançar seus objetivos é a implantação da norma ISO 14000, o qual irá certificar determinado processo estabelecido ou a empresa como um todo.

As normas da série ISO 14000 visam direcionar padronização para as questões ambientais de qualquer tipo de organização, utilizando sistemáticas para implementar, monitorar, avaliar, auditar, certificar e manter um Sistema de Gestão Ambiental visando reduzir e eliminar impactos adversos ao meio ambiente (ASSUMPCÃO, 2004).

Qualquer organização que possui um Sistema de Gestão Ambiental, com procedimentos sistematizados, ferramentas, programas computacionais para que contribua e atue conforme a legislação, realiza melhorias cumprindo exigências legais e até mesmo além delas (JESUS et al., 2021).

3.6 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), é um método programado para avaliar se os impactos gerados pela implantação de um projeto, plano ou programa pode ou não ser danoso ao meio ambiente, considerando seus elementos físicos, biológicos e socioeconômicos (GILBUENA, 2013).

Pode-se apontar a lei norte-americana de 1968, a National Environmental Policy Act (NEPA), como a primeira a estabelecer, no mundo, a obrigatoriedade da AIA para projetos, programas e atividades do governo federal dos Estados Unidos da América com possibilidade de gerar efeitos nocivos sobre o meio ambiente. Essa legislação estabeleceu a necessidade da apresentação, perante órgãos governamentais competentes, de um relatório (Environmental Impact Statement) contendo informações sobre o que se planeja realizar, a metodologia de avaliação utilizada e as principais conclusões da AIA (BARBIERI, 1995).

Como os problemas ambientais associados ao desenvolvimento econômico não eram exclusivos dos EUA, a concepção de AIA, formalizada na Nepa e nos regulamentos do Council on Environmental Quality (CEQ), difundiu-se mundialmente, passando por adaptações em diferentes níveis para ajustar-se ao sistema de governo de cada jurisdição (país, região, governo local) em que foi introduzida. Algumas jurisdições optaram pela introdução dos requisitos de AIA por meio de leis, enquanto outras apoiaram-se apenas em procedimentos administrativos em um primeiro momento, para somente anos depois editar leis (SANDOVAL, 2008).

No Brasil, foi na década de 80 que surgiu a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) através da Lei 6.803/80. Essa lei diz respeito ao planejamento industrial em zonas altamente poluídas devido aos requisitos de organismos multilaterais financiados por projetos do governo brasileiro (SANTOS, 2013).

Em 1981, passou a fazer parte do ordenamento jurídico nacional através do artigo 9º da Lei Federal n.º 6938, promulgada em 31/08/81 que instituiu a PNMA — Política Nacional de Meio Ambiente (alterada pelas leis n.º 7804/89 e 8028/90 e regulamentada pelo Decreto n.º 99.274/90) e que estabelece a Avaliação de Impacto Ambiental como um instrumento que se

constitui num importante marco na história da legislação ambiental no Brasil, sendo o seu passo mais importante e decisivo até então (SANDOVAL, 2008).

A partir da Política Nacional do Meio Ambiente — PNMA (Lei n.º 6.938/81), a AIA foi inserida à legislação brasileira como ferramenta legal associada ao processo de licenciamento ambiental por meio da Resolução CONAMA n.º 1 de 1986 (CABALLERO, 2016).

A Resolução CONAMA n.º 1 de 1986 estabeleceu regras básicas, conceitos, responsabilidades e diretrizes gerais para utilização da AIA como uma das ferramentas da PNMA. Portanto, foi estipulada uma lista de atividades a serem avaliadas quanto ao impacto ambiental como condição de permissão, indicações para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (CABALLERO, 2016).

A avaliação de impacto ambiental, como instrumento de decisão na aprovação de projetos, atividades e mesmo políticas, leis, planos e programas, encontra-se hoje disseminada amplamente em todo o mundo, seja inserida no sistema de proteção do meio ambiente de muitos países (mais de uma centena), na forma de leis ou procedimentos administrativos, seja pela atuação de organismos internacionais, dos quais dependem muito dos grandes projetos de infraestrutura dos países em desenvolvimento.

3.6.1 AIA no Brasil

O sistema da AIA no Brasil é formado por uma sequência de atividades que se conectam. O método de avaliação ambiental pode ser dividido em três estágios, onde cada estágio é formado pelo desenvolvimento de diferentes atividades: (1) etapa inicial; (2) etapa de análise detalhada e (3) etapa de pós-aprovação. Esses estágios ocorrem caso seja uma decisão benéfica para a implementação do projeto (CABALLERO, 2016).

Os estágios iniciais têm como objetivo principal determinar se uma avaliação minuciosa de um impacto ambiental de ações futuras é relevante e determinar o escopo e a escala desses estudos, caso haja necessidade. A utilização de recursos ambientais ou promoção de atividades onde a redução da qualidade ambiental são efeitos colaterais possíveis necessitam autorização do governo, senão, serão prontamente não autorizadas. Logo, caso haja chances de ocorrer um impacto ambiental de grande magnitude, faz-se necessário a apresentação de um estudo de impacto ambiental (SÁNCHEZ, 2020).

A execução da análise detalhada ocorre quando uma atividade tem a chance de gerar um impacto ambiental considerável. Abrangendo uma sequência de atividades, iniciando com a determinação do conteúdo do EIA até sua aprovação. Por último, se implementada, a AIA continuará através da realização das medidas de gestão recomendadas no Estudo de Impacto Ambiental e a supervisão do impacto real das atividades (SÁNCHEZ, 2020).

3.7 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

As Metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais surgiram a partir da necessidade global em mensurar e mitigar os impactos ambientais causados pelos avanços tecnológicos nos diversos setores da economia, percebidos a partir da década de 60. Esta percepção fez com que a população se mobilizasse para exigir um posicionamento dos governos e empresas que pouco se importavam com os efeitos negativos de seus atos.

Estando em baixa com a população, os governos não tiveram escolha além de começarem a regulamentar as atividades potencialmente degradadoras, exigindo-as que passassem por processos como o licenciamento ambiental, avaliação de impacto ambiental e estudo de impacto ambiental, estabelecendo diretrizes mínimas a serem seguidas para que seu funcionamento fosse assegurado.

Na literatura encontram-se distintas metodologias de AIA que colaboram com os profissionais da área ambientalista no reconhecimento dos impactos e suas causas. Tendo em vista que inexistem métodos que possam ser aplicados em todo tipo de caso, visto que cada empreendimento e ambiente é único, possuindo suas próprias peculiaridades, fazendo ser indispensável à adaptação ou junção entre duas ou mais metodologias. A seleção da metodologia que será aplicada em um determinado caso dependerá de diversas variáveis, como: recursos técnicos e financeiros, a disponibilidade de dados, tempo, os requisitos legais dos termos de referência e as características dos empreendimentos a serem avaliados (MORAES, 2016).

3.7.1 Método Checklist (listas de controle)

As Checklists ou listas de controle são ferramentas amplamente utilizadas em estudos prévios cujo objetivo é o levantamento dos impactos ambientais relevantes. É uma ferramenta descomplicada e de utilização simples, tendo em vista que sua essência é listar a relação entre

fatores e parâmetros ambientais que servem de referência, e abordando os elementos mais importantes (MEDEIROS, 2010; SÁNCHEZ, 2013).

Na etapa inicial, as checklists são bastante utilizadas na realização da AIA, devido ao seu papel de relacionar os fatores e parâmetros ambientais tomados como referência, de tal forma que nenhum elemento de importância que colabore com a tomada de decisão, deixe de ser considerada. São frequentemente utilizadas como ferramentas de auxílio nos estudos de impacto ambiental (MEDEIROS, 2010). A listagem consiste na enumeração e identificação dos impactos, tendo como base um diagnóstico ambiental, que terá que englobar os meios biológicos, físicos e socioeconômicos. Após realizado o diagnóstico, os especialistas tratarão de correlacionar os impactos provenientes das etapas de implantação e operação, e categorizá-los como sendo impactos positivos ou negativos (MORAES; D'AQUINO, 2016).

A metodologia checklist é inserida no processo de AIA através de um questionário a ser preenchido com as informações específicas sobre as atividades do empreendimento, para nortear a avaliação. Podendo ser categorizadas em quatro tipos como: 1 — Checklist Simples, onde é estipulada uma lista de parâmetros ambientais com base na literatura e na experiência dos profissionais que fazem parte do projeto; 2 — Checklist Descritivo, onde é adicionado os aspectos e instruções ambientais de como medir as informações dos parâmetros descobertos; 3 — Checklist Escalar, semelhante ao Checklist descritivo, porém, com a inclusão de dados subjetivos dos aspectos; 4 — Checklist Escalar Ponderado, semelhante a Checklist escalar, porém, com a inclusão de dados de cada critério para ser avaliado subjetivamente em relação a todos os outros critérios (MORAES; D'AQUINO, 2016).

A aplicação da metodologia Checklist foi utilizada por Jesus (2017) para avaliar os impactos ambientais causados por um empreendimento extrativo de areia em cada etapa (instalação, operação e desativação) e, a partir destes propor medidas mitigadoras conforme apresentado na figura 3 abaixo.

A metodologia proporcionou a avaliação de 27 impactos ambientais. Destes, 8 (29,6%), 15 (55,5%) e 4 (14,8%) referem-se, respectivamente, as fases de instalação, operação e desativação. Dentre o total de impactos contabilizados, 8 foram considerados positivos, sendo 2 para etapa de instalação, 4 para etapa de operação e 2 para a etapa de desativação. Portanto, foram identificados cerca de 19 (70,3%) impactos negativos, sendo 6, 11 e 2 para a etapa de instalação, operação e desativação, respectivamente. Isso corresponde a cerca de 2/3 do total de impactos listados.

Tabela 1 – Identificação dos impactos ambientais do empreendimento extrativo de areia.

Fase	Identificação dos Impactos Ambientais	Avaliação dos Impactos	Atividade Transformadora
Instalação	1 Registro da extração de areia	P	Aquisição de Terras
	2 Emissão de partículas sólidas no ar	N3	Geração de empregos
	3 Emissão de gases de motores	N1	Construção ou melhoria das vias de acesso
	4 Alteração da permeabilidade do solo	N3	Estocagem do Solo Vegetal
	5 Compactação do solo	N3	Construção e Montagem das instalações de apoio
	6 Erosão	N2	Remoção da Vegetação
	7 Contaminação do solo	N2	
	8 Geração de empregos	P	
Operação	9 Turbidez da Água	N3	Remoção da Vegetação
	10 Assoreamento dos rios da vizinhança	N2	Extração de areia por dragagem
	11 Comercialização da produção	P	Disposição temporária de solo vegetal
	12 Deslocamento da fauna terrestre	N2	Geração de resíduos
	13 Alteração dos habitats aquáticos	N2	Drenagem
	14 Oferta de emprego	P	Circulação de pessoas
	15 Aumento da arrecadação de impostos	P	Trafégo de Maquinas e circulação de equipamentos
	16 Impacto visual	N3	
	17 Interferência em área de preservação	N3	
	18 Emissão de ruído	N2	
	19 Desenvolvimento Local	P	
	20 Desvalorização imobiliária	N1	
	21 Incômodos à vizinhança	N2	
	22 Falta de sinalização	N2	
	23 Alargamento da margem do leito do rio	N2	
Desativação	24 Diminuição da oferta de areia no mercado local	N1	
	25 Revegetação e recuperação da área degradada	P	Desmontagem das instalações de apoio
	26 Geração de desemprego	N1	
	27 Melhoria da capacidade de reocupação do local	P	

P= Positivo; N= Negativo; Magnitude: 1- baixa; 2- média; 3- alta.

Fonte: Elaboração do autor.

Fonte – JESUS (2017).

A análise dos impactos provocados pelo empreendimento proporciona a elaboração de medidas mitigadoras para cada etapa da vida do projeto como elencado na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Impactos negativos de maior magnitude e suas respectivas propostas mitigadoras

Impactos	Propostas mitigadoras
Emissão de partículas sólidas no ar	- Regulagem e manutenção das máquinas e equipamentos. - Aprimorar a qualidade dos combustíveis e a parte mecânica das maquinarias, diminuindo o seu potencial poluidor. - Implantar um sistema eficiente de manutenção das maquinarias.
Alteração da permeabilidade do solo	Zoneamento e plano de uso do solo;
Compactação do solo	- Redução da área de intervenção; Utilizar maquinarias e outros equipamentos com menor capacidade de compactação do solo. Além de desenvolver técnicas para aprimorar o treinamento dos operários de modo que possam executar os trabalhos, evitando o excesso de compactação do solo.
Turbidez da Água	Realizar a clarificação da água antes de ser devolvida ao rio; Controlar o excesso de material próximo aos leitos dos rios com a finalidade de evitar a presença de sólidos em suspensão na água; Realizar o monitoramento do nível de turbidez através de análises laboratoriais. - Atender as exigências da Resolução CONAMA nº 357/2005
Impacto visual	Como medida de minimização do impacto de alteração da paisagem deverá ser elaborado um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e um projeto de uso futuro da área elaborado de acordo com as potencialidades e limitações naturais da região, englobando os interesses difusos da população local, do governo e da empresa.
Interferência em área de preservação permanente (APP)	Reabilitação vegetal através da produção de mudas, principalmente de plantas herbáceas.

Fonte – SILVA (2012).

3.7.2 Matrizes de Interações

A matriz de interação é uma forma de organização de informações, que permite a visualização, em uma mesma estrutura, das relações entre indicadores relativos ao meio natural e indicadores relativos ao meio antrópico (ABSY, 1995).

As matrizes são formadas por linhas e colunas que formam quadros informativos sobre os impactos ambientais de um empreendimento ou atividades humanas (CUNHA; GUERRA,

2007). As linhas e colunas se relacionam reproduzindo uma técnica bidimensional onde as ações interagem com os fatores ambientais, tornando o método uma das ferramentas de AIA mais empregadas (MEDEIROS, 2010). Na elaboração dessas matrizes deverá ser indicada a interação linha/coluna das elencadas ações antrópicas cuja existência possa prejudicar os elementos ambientais, características ambientais ou processos biológicos (ALMEIDA et al., 2017).

Há diversos exemplares de matrizes de interações, sendo uma delas a de LEOPOLD et al. (1971), a mais comumente utilizada. A matriz de Leopold é o modelo aprovado internacionalmente, onde as colunas da matriz representam as relações entre as ações do planejamento, na mesma medida onde as linhas representam os impactos ambientais causados pelas atividades. Por fim, os resultados dessa interação são ponderados e valorados numa escala que vai de 1 a 10, onde são considerados determinados critérios como importância, magnitude e severidade, onde são classificados em positivos ou negativos (MORAES; D'AQUINO, 2016).

Um exemplo da aplicação desta metodologia pode ser observado através do estudo de Santos (2015), que utilizou uma matriz de interação para avaliar, identificar os impactos ambientais, propor medida mitigadoras e melhorias aos aspectos construtivos da Pilha R8, maior pilha de estéril da empresa Dagoberto Barcellos S/A, responsável por 70% do mercado de Cal e 25% do mercado de Calcário no estado do Rio Grande do Sul. Assim, a matriz de interação abaixo (tabela 3) foi a forma utilizada para representar os aspectos e impactos da disposição de estéril em pilha realizada pela empresa.

Tabela 3 – Matriz de AIA da pilha R8.

Atividade	Aspectos	Componente Ambiental	Impactos associados	Locais críticos	Análise				Soma	Classificação	Hierarquia	
					F	v	G	C				
Disposição de estéril em pilha	Limpeza do local	Meio biótico	Afastamento da fauna	Pilha e enterro	1	1	6	6	14	MÉDIO	5ª	
			Desmatamento		1	1	5	5	12	MÉDIO	6ª	
			Destruição da biocenose		1	1	6	6	14	MÉDIO	5ª	
			Soterramento da vegetação		1	1	4	5	11	MÉDIO	7ª	
	Disposição do estéril	Meio físico	Alteração nos usos do solo	Pilha e enterro	6	1	6	6	19	GRAVE	1ª	
			Alteração da dinâmica hídrica superficial		6	1	6	6	19	GRAVE	1ª	
			Poeiras	Descargas de materiais; Superfícies sem vegetação; Vias	6	1	3	4	14	MÉDIO	5ª	
		Meio físico/meio antrópico	Ruídos	Descarga de materiais; Equipamentos	6	1	2	5	14	MÉDIO	5ª	
			Movimentos de massa	Taludes	6	1	4	6	17	GRAVE	1ª	
			Meio antrópico	Alteração da paisagem	Pilha e enterro	6	1	6	6	19	GRAVE	2ª
				Poluição visual	Pilha e enterro	6	1	4	6	17	GRAVE	3ª
	Geração de resíduos líquidos	Meio físico/meio antrópico	Contaminação do solo	Locais atingidos por águas contaminadas	6	1	6	3	16	GRAVE	3ª	
			Contaminação da água superficial e subterrânea	Cursos d'água/água subterrânea à jusante	6	1	6	3	16	GRAVE	3ª	
	Geração de resíduos sólidos (erosão)	Meio físico/meio antrópico	Assoreamento	Cursos d'água à jusante	6	1	4	6	17	GRAVE	2ª	
			Poeiras	Vias e locais sem cobertura vegetal	6	1	3	4	14	MÉDIO	5ª	
Ravinamento			Taludes	6	1	3	5	15	MÉDIO	4ª		

Fonte: SANTOS (2015).

Segundo Santos (2015), a elaboração da matriz e o consequente levantamento dos impactos causados pela disposição do estéril em pilha colaborou para a criação de um plano de ação contendo as medidas mitigadoras e compensatórias para a atividade (tabela 4).

Tabela 4 – Plano de Ação.

Hierarquia	Clas. De risco	Impactos	Medidas	
			Mitigadoras	Compensatórias
1ª	1	Alteração no uso do solo	Programas de conscientização	Reflorestamento
	2	Alteração da dinâmica hídrica	Adequação das drenagens	Reflorestamento
	3	Alteração da paisagem	Cortina vegetal; revegetação	-
2ª	1	Movimentos de massa	Revegetação, correção do ângulo de taludes, adequação das drenagens	-
	2	Assoreamento	Bacias de sedimentação	-
	3	Poluição visual	Cortina vegetal; revegetação	-
3ª	1	Contaminação da água superficial e subterrânea	Bacias de sedimentação	-
3ª	2	Contaminação do solo	Remediação, bacias de sedimentação	-
4ª	-	Ravinamento	Construção de leiras; revegetação	-
5ª	1	Poeiras	Umidificação das vias; revegetação de áreas de solo/estéril exposto; cortina vegetal	-
	2	Ruídos	Uso de EPI; manutenção correta de equipamentos; cortina vegetal	-
	3	Afastamento da fauna	Revegetação	Manutenção de áreas de conservação; reflorestamento
	4	Destruição da biocenose	Revegetação, estruturas para travessia de animais	Manutenção de áreas de conservação; reflorestamento
6ª	-	Desmatamento	Minimização da supressão	Reflorestamento
7ª	-	Soterramento de vegetação	Minimização da supressão	Reflorestamento

Fonte: SANTOS (2015).

3.7.3 Métodos espontâneos ou Ad Hoc

Presente em um dos métodos clássicos de avaliação de impacto, a expressão latina “Ad Hoc” significa “para isto” ou “para este fim” e consiste em reuniões de técnicos e cientistas de

especialidades escolhidas conforme as características e a localização do projeto a ser analisado (SANTOS, 2010).

Normalmente é realizado um brainstorming visando à identificação dos impactos, para que assim possam ser caracterizados e sintetizados posteriormente por matrizes ou tabelas (MEDEIROS, 2010). Geralmente, é usado ao ter poucos dados e os resultados são apresentados em forma de matrizes ou tabelas (MORAES; D'AQUINO, 2016).

Foi desenvolvido para avaliar atividades específicas e pré-definidas. Integram técnicas de avaliação acelerada que, geralmente, consistem em viabilizar as informações qualitativas para seleção de possíveis alternativas de localização, ou de processos de operação, de um empreendimento (SANTOS, 2010).

O método Delphi, exemplar célebre do método Ad Hoc, utiliza diversas rodadas com questionários onde os especialistas expõem suas impressões sobre os questionamentos levantados em cada rodada, até que haja um consenso ou não entre as partes (RODRIGUES, 1998, p.26). Com o prosseguimento das rodadas de questionários, cada especialista começa a tomar conhecimento das opiniões do grupo acerca dos questionamentos levantados. As ideias que não conseguem chegar a um consenso são tabeladas como tais (SANTOS, 2010).

3.7.4 Redes de Interação (Networks)

As Redes de interação ou Networks são uma metodologia produzida para diferenciar a universalidade das conexões entre os diversos efeitos ambientais que podem suceder às ações antrópicas (como causas). Utilizando esquemas ou equações matemáticas, mostram os possíveis efeitos diretos e os efeitos sequenciais (efeitos em cadeia) dessas intervenções. A metodologia é sistemática e é possível replicar previamente o projeto de maneira a facilitar a análise dos aspectos simultaneamente (MORAES; D'AQUINO, 2016).

Segundo De Jesus et al. (2021) os componentes ambientais estão interligados formando uma rede por meio de reconhecimento dos aspectos, onde se dividem em diversos fatores que conseguem gerar os primeiros impactos ambientais. Geralmente, um efeito resulta em mais de um impacto ambiental, originando novos impactos sequenciados ou uma rede de impactos (MORAES; D'AQUINO, 2016).

As redes de interação apresentam a vantagem de sua utilização proporcionar uma melhor visualização dos impactos secundários e das demais ordens, especialmente quando

computadorizadas, além da possibilidade de introduzir parâmetros probabilísticos que irão mostrar tendências (MEDEIROS, 2010).

Como desvantagem, as redes de interação deixam a desejar por ser empregado exclusivamente para a identificação dos impactos indiretos e suas demais interações, peca ao não apresentar a importância relativa dos impactos notados e não dispensa o uso das técnicas de previsão e outros métodos para a finalização do estudo (MEDEIROS, 2010).

O método foi elaborado pela “Traveller Research Company” em 1969, mas a metodologia mais famosa é de SORENSEN (1971).

3.7.5 Superposição de Cartas (Overlay Mapping)

A superposição de cartas ou overlay mapping é um método comumente empregado na AIA, entretanto, sua origem remete à utilização em estudos de planejamento urbano e regional. Desta forma, corresponde a confecção de diversos mapas temáticos, sendo cada mapa ou carta responsável por apresentar cada fator ambiental, onde é realizada a exposição dos dados organizados através da sua categoria. A superposição dessas cartas transparentes produz a síntese da situação ambiental da área geográfica (SANTOS, 2010).

Os dados relevantes a respeito dos fatores ambientais de relevância (clima, geologia, fisiografia, hidrologia, pedologia, vegetação, vida silvestre, uso do solo), são previamente examinados e categorizados segundo sua importância para o prosseguimento das atividades previstas, são alocados em mapas transparentes, de diferentes graus de sombreamento. Nele, as áreas mais escuras denotam os fatores mais favoráveis para cada atividade planejada, enquanto as áreas sem sombreamento denotam as menos favoráveis (ABSY, 1995).

O avanço da tecnologia proporcionou ao método melhorias gritantes. Agora, com o auxílio de satélites e computação gráfica, o emprego deste método tem se tornado cada vez mais prático e preciso, sendo incomparavelmente superior aos métodos anteriores (STAMM, 2003).

A utilização de computadores fez com que este método fosse considerado uma forma atualizada de replicação do método GIS (Geographic Information System), expandindo o campo de aplicação desta e tornando-o um método mais preciso. De acordo com Munn (1979), as zonas do mapa podem ser divididas em várias partes onde cada parte guarda uma imensa quantidade de dados (CREMONEZ et al., 2014).

3.7.6 Modelos de Simulação

Os modelos de simulação são elaborados por computadores e com o suporte de inteligência artificial ou de modelos matemáticos rigorosamente visando representar e exibir o desempenho dos critérios ambientais e a relação entre causa e efeito (OLIVEIRA; MOURA, 2009). A ideia é fornecer diagnósticos e prognósticos da particularidade ambiental da área de influência do projeto em análise e que possa ser aplicado nas demais etapas do projeto. Logo, os resultados gerados em formas de gráficos representam o comportamento dos sistemas ambientais nos parâmetros pré-determinados (SUREHMA/GTZ, 1992; STAMM, 2003).

É um método muito útil em um projeto multiuso, mesmo depois que o projeto começa a ser executado (CARVALHO; LIMA, 2010). Este perfil de metodologia retém seus objetivos em pesquisar apenas os fatores essenciais para a definição do seu comportamento, além de tentar reproduzir a realidade por meio desses modelos, tornando uma metodologia custosa e de difícil uso. Outra questão é que esta metodologia exige demasiado tempo, visto que é necessário calibrar as diversas variáveis ambientais de uma situação, tornando-o bastante trabalhoso.

De acordo com Cremonez et al. (2014), costuma haver certa dificuldade de interlocução e compreensão do público durante a exposição dos resultados obtidos pelos modelos de simulação, o que acarretará ideias imperfeitas e distorcidas para deliberações futuras.

Os modelos mais utilizados e replicados são aqueles cujo objetivo é determinar o impacto das emissões atmosféricas e do descarte de águas residuais no meio ambiente e suas alterações às propriedades físicas. Nestes processos, suposições sobre a relação entre o processo e seus fatores biológicos, físicos e culturais são combinados e as mudanças ocasionadas pelo comportamento que deve ser avaliado são consideradas (MALHEIROS et al., 2009).

3.7.7 Metodologias Quantitativas

Os métodos quantitativos funcionam através da associação entre números e valores no intuito de que seja realizada uma avaliação qualitativa, desta forma, são formulados durante o período de avaliação de impacto ambiental de um determinado projeto. Originalmente, o desenvolvimento desta técnica surgiu através da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídricos em suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (CARVALHO; LIMA, 2010; OLIVEIRA; MOURA, 2009).

De acordo com Jesus et al. (2021, p. 25):

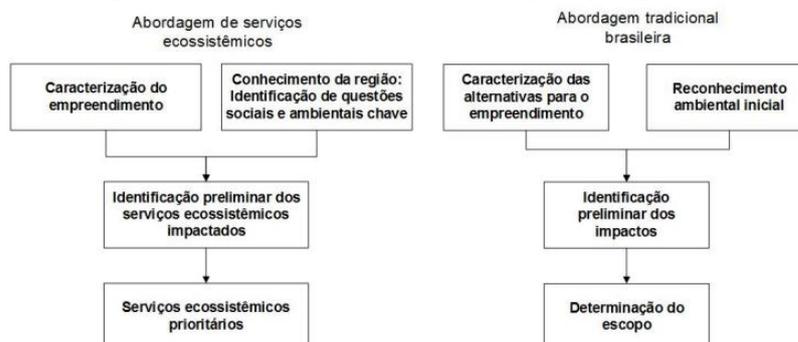
a metodologia usa, comumente, parâmetros de qualidade ambiental retratados por gráficos que relacionam o modo de deliberados nichos ou componentes do ambiente com o seu relativo modo de qualidade, enumerados de 0 a 1. Esses parâmetros, nomeados como critérios, são, a princípio, divididos em 18 elementos e posteriormente em 4 grupos ambientais, sendo eles: estética, ecologia, benefícios humanos e poluição ambiental, entregando ao todo 78 gráficos de qualidade ambiental relacionados entre si. Também é utilizado um valor relativo para cada aspecto, sendo assemelhado em uma opinião subjetiva. É associado um valor relativo para cada um dos 78 aspectos ambientais apresentados em unidades de impacto ambiental (UIA), com total de 1.000 valores de UIA, onde não houve nenhum dano ao meio ambiente.

3.7.8 Abordagem de Serviços Ecosistêmicos

A Abordagem de Serviços Ecosistêmicos (ASE) caracteriza uma tentativa de avaliação integrada dos impactos sociais e ambientais de uma intervenção planejada (LANDSBERG et al. 2013; SLOOTWEG et al. 2010). Em suma, trata-se de uma experiência de análise integrada dos efeitos que um determinado projeto pode provocar aos serviços ecosistêmicos e conseqüentemente à qualidade de vida da população (SLOOTWEG et al., 2001; LANDSBERG et al., 2011).

Assim como na AIA tradicional na ASE, a primeira etapa para o desenvolvimento de EIA é o planejamento (Figura 1). Nas duas abordagens é fundamental o conhecimento acerca do empreendimento proposto, além de um reconhecimento da região onde planeja-se instalar o empreendimento. Na ASE, assim como na abordagem tradicional, é realizada a identificação preliminar dos serviços ecosistêmicos potencialmente impactados. O processo de priorização dos serviços ecosistêmicos é um limite entre a determinação do escopo e o início do diagnóstico ambiental, na ASE (ROSA, 2014).

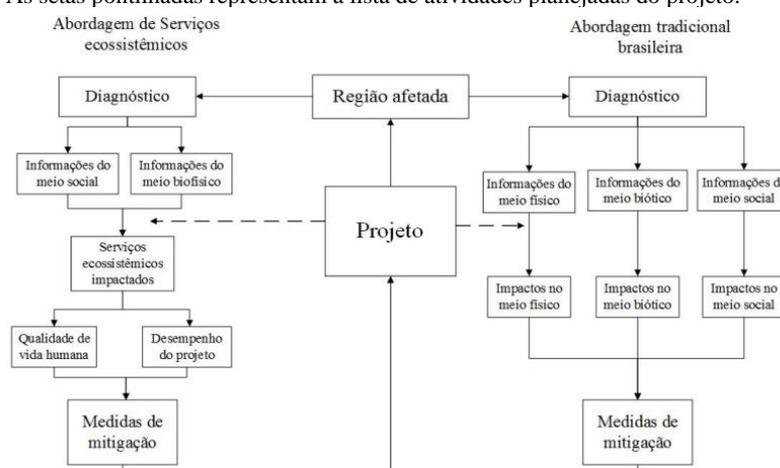
Figura 1 -Comparação entre Abordagem de Serviços Ecosistêmicos e AIA, etapa de planejamento do EIA.



Fonte: Rosa (2014)

Na ASE, além do diagnóstico é necessário realizar, através de uma equipe multidisciplinar, tal qual na abordagem tradicional, o diagnóstico das informações coletadas devendo ser feita integralmente (LANDSBERG et al., 2011). A diferença substancial desta abordagem (figura 2) é encontrada na forma como é realizada a investigação do meio biofísico, ao nível de ecossistemas e do meio antrópico em escala local. As informações mais relevantes neste caso fazem referência com a função de cada elemento do ecossistema, isto é, os dados sobre o meio biofísico são coletados visando entender a dinâmica dos ecossistemas (ROSA, 2014).

Figura 2 - Comparação entre Abordagem de Serviços Ecosistêmicos e abordagem tradicional brasileira, durante a etapa de execução do EIA. As setas pontilhadas representam a lista de atividades planejadas do projeto.



Fonte: Rosa (2014)

Em vista disso, nota-se que ao passo que a ASE tem em vista identificar a importância da região para a qualidade de vida humana, a avaliação tradicional visa estipular o quanto a região pode suportar de impactos negativos (ROSA, 2014).

Em ambas abordagens, as atribuições do projeto são analisadas com o propósito de caracterizar os impactos. Todavia, a ASE é norteada para as forças motoras de alteração dos ecossistemas, uma vez que estas afetarão as populações, caso haja mudanças nos ecossistemas (ROSA, 2014).

A análise da ASE, assim como a abordagem tradicional, envolve a vulnerabilidade da população afetada e, no caso da ASE, a dependência dessa população pelos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados. Além disso, a ASE está relacionada com a dependência dos beneficiários pelos serviços ecossistêmicos impactados (SÁNCHEZ, 2006).

Espera-se que os resultados da ASE permitam uma melhor comunicação com os atores envolvidos, e com os tomadores de decisão, porque a descrição da área afetada é baseada nos benefícios fornecidos pelos ecossistemas — que podem ser afetados pelo projeto.

Diferentemente da abordagem tradicional, baseada em elementos do meio ambiente, cuja perda pode não ser percebida como importante por esses atores e tomadores de decisão (ROSA, 2014).

O último estágio nas duas abordagens é a descrição das medidas de mitigação, objetivando gerenciar o projeto. No caso da ASE o objetivo dessas medidas é aumentar a qualidade de vida da população afetada, sem alterar o desempenho do projeto (LANDSBERG et al., 2011). Já na abordagem tradicional o objetivo das medidas é minimizar, mitigar e compensar os impactos negativos do projeto e potencializar os impactos positivos (SÁNCHEZ, 2006).

O diferencial entre as duas abordagens é que a análise da abordagem tradicional é apresentada de maneira separada, indicando os impactos do projeto sobre os meios físico, biótico e social, geralmente sem apresentar e discutir as consequências e interações delas com os demais meios (LANDSBERG et al. 2013; SLOOTWEG et al. 2010). Por outro lado, a ASE apresenta os efeitos do projeto de maneira integrada, porque a descrição dos impactos é feita segundo os serviços ecossistêmicos prioritários. (LANDSBERG et al. 2013). Como relatam Landsberg et al. (2013) os impactos sobre os serviços ecossistêmicos representam as consequências sociais dos impactos sobre o meio biofísico e a biodiversidade.

3.8 Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos Minerários

A Avaliação de Impacto Ambiental em projetos minerários ocorre de forma semelhante a qualquer outra tipologia de projeto. Entretanto, há especificidades em minerações como, por exemplo, a fase de screening (triagem), cujo objetivo é a determinação do tipo de estudo ambiental que será utilizado para realizar a AIA (RINALDI, 2017).

Para a realização da AIA, uma metodologia assentada em normas que matizam em segundo os fatores ou parâmetros ambientais (clima, geologia, fisiografia, hidrologia, pedologia, vegetação, vida silvestre, uso do solo) deve ser seguida. O método a ser utilizado deve ser flexível e deve ser revisado constantemente (CREMONEZ et al., 2014). Estudos realizados para compor a AIA são tidos como complexos devido à quantidade de fatores ambientais englobados, assim, há metodologias cujo intuito é servir de referência, possibilitando a determinação com uma precisão maior a respeito das alterações ambientais causadas (BOMFIM, 2017).

É comum que os processos de AIA de um determinado empreendimento minerário demandem outras especificidades que serão avaliadas no âmbito de um licenciamento

ambiental, tais como documentações e legislações próprias (DNPM) do órgão licenciador competente, conteúdos específicos no EIA, impactos ambientais e Programas Ambientais específicos, vida útil, PRAD, entre outros (RINALDI, 2017).

4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente estudo foi desenvolvido seguindo a metodologia de Revisão de Literatura, que segundo Brizola e Fantin (2016, p. 27), “nada mais é do que a reunião, a junção de ideias de diferentes autores sobre determinado tema, conseguidas através de leituras, de pesquisas realizadas pelo pesquisador”; por meio de uma Pesquisa Bibliográfica que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 54), “é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, visando colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa”; desta forma, “a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras” (MARCONI; LAKATOS, 2007, p.185).

Este procedimento, consoante a metodologia proposta em Marconi e Lakatos (2007) é dividido em duas partes: critérios para a escolha e obtenção da bibliografia a ser analisada e a metodologia de análise dos textos. O principal critério utilizado para a seleção do material bibliográfico foi à busca por meio das palavras-chave “Avaliação dos Impactos Ambientais”, “Sistemas de Gestão”, “Meio ambiente”, “Impacto ambiental” e “Environmental Impact Assessment”. A seleção será feita na base de dados “Google Scholar” e “SciELO”, utilizando o modo de consulta por busca completa (full search). Onde foram utilizados os filtros “Desde 2010” e “Ordenar por data”. A análise do material bibliográfico foi realizada direcionadamente, buscando-se nos textos os aspectos essenciais para a caracterização dos objetos desta pesquisa, esses foram lidos e organizados em ordem cronológica, uma vez que, os programas de pesquisa se modificam temporalmente. Foram utilizados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, entretanto, não foram desconsiderados trabalhos mais antigos, devido à sua relevância para a literatura.

Foram apresentadas as metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental, suas funcionalidades e suas utilizações em empreendimentos minerários, para que, a partir delas,

possam ser levantadas as vantagens e desvantagens de sua aplicação, visando a escolha do método ou métodos mais adequados para a aplicação no segmento minerário.

O nível de abrangência de uma revisão bibliográfica precisa ser suficientemente ampla para traçar a moldura dentro da qual o objeto se situa. É necessário abordar o texto, primeiro num exercício compreensivo, buscando entender o ponto de vista para, em seguida, realizar, sobre ele, uma abordagem crítica (MINAYO, 2004).

Os critérios de inclusão selecionados para a composição da literatura utilizada durante a realização do trabalho foram: artigos, monografias, dados governamentais, periódicos e trabalhos acadêmicos. Foram excluídos quaisquer dados que se destoavam desse critério de inclusão

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Método Checklist (listas de controle)

De acordo com Moraes (2018), as Checklists ou listas de controle, apresentam como vantagens seu perfil intuitivo e de fácil compreensão no que diz respeito às informações contidas, proporcionando a utilização imediata na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, além de apresentar um bom desempenho na definição das prioridades e disposição das informações. Engloba os possíveis impactos de determinado projeto, auxiliando sua compreensão para os profissionais de outras áreas. Como desvantagens, é possível destacar a ausência de ilustrações das interações ocorridas no meio afetado pelo projeto, a probabilidade de extensas listas de controle, prejudicando o entendimento, e a identificação dos efeitos de maneira qualitativa e subjetiva.

Já para Cremonez (2014) o Checklist apresenta a vantagem de ser realizada em um curto período, além de promover a redução de custos e ser de fácil compreensão. Entretanto, contém grau de subjetividade alto, notado que julga a análise qualitativa e ignora o caráter quantitativo da avaliação, além de ser suscetível de espacialização via SIG (Sistema de Informação Geográfica) e usar informações que normalmente são geralmente disponibilizadas.

Entretanto, Jesus et al. (2021), aponta que o método checklist é adequado para análises preliminares, expondo subjetivamente os impactos mais pertinentes, além de incentivar a avaliação das consequências do projeto, podendo de forma moderada agregar valores aos efeitos.

5.2 Métodos espontâneos ou Ad Hoc

Para Moraes (2016), o método Ad Hoc possui a vantagem de estimar os impactos ambientais, além de uma apresentação instantânea dos resultados de forma organizada e de fácil interpretação, mesmo se houver escassez dos dados. Em contraparte contém a grande desvantagem de contar com uma possível subjetividade dos resultados e o não desenvolvimento de uma análise sistemática e em profundidade dos impactos resultantes.

Já para Jesus et al. (2021), esse método apresenta a vantagem de conceder aos diretores do empreendimento uma participação direta no desenvolvimento do projeto, fornecendo instruções para avaliações posteriores e colaborando para a rápida identificação dos impactos. Como desvantagens, os autores consideram: a carência de pesquisa sobre a avaliação ou o impacto de segunda ordem e a inexistência da identificação e exploração de todas as variáveis do impacto.

Segundo Higuchi (2019), o método Ad Hoc é vantajoso por fornecer uma estimativa rápida em AIA, além de ser uma metodologia simples e de fácil compreensão. Entretanto, o mesmo afirma que a desvantagem do método está em não proporcionar uma avaliação detalhada e por não promover uma análise simples dos impactos reais de variáveis ambientais específicas.

5.3 Matrizes de Interações

Nesta metodologia foi considerada a Matriz de Leopold, visto que esta é a mais conhecida. Segundo Jesus et al. (2021), nela os parâmetros são divididos quanto: a sua natureza sendo benéfica ou adversa, a sua relevância seja ela pontual, local ou regional/global, a sua gravidade, podendo ser baixa, média ou alta e também a sua frequência baixa, média ou alta. Onde quando finalizada, atingia a significância, tida como a soma dos pontos de abrangência, gravidade e frequência, de todos os impactos, podendo ser classificados em: desprezíveis, moderados ou críticos.

Para Sánches (2013), a matriz de interação é uma metodologia descomplicada, apresentando a vantagem de possibilitar a comparação de diversas alternativas de interferência, englobando os meios físico, biótico e socioeconômico. A desvantagem se mostra em sua subjetividade no que diz respeito à magnitude, o não reconhecimento dos impactos indiretos e características temporais, assim como a inviabilidade de projeções futuras.

Para Jesus et al. (2021), destacam-se os seguintes aspectos positivos: a possibilidade de ordenação dos dados quantitativos e qualitativos, baixo valor de gastos e sua multidisciplinaridade. Como aspectos negativos, os autores ressaltam que o método não considera os valores e incompatibilidades, além da ausência de um glossário global, visando avaliar o impacto e a de considerar duas vezes o impacto e desmerecê-lo devido a não identificação do seu tempo de ocorrência.

Cremones et al. (2014), salienta que uma desvantagem é que o método não expõe com clareza os cálculos utilizados na elaboração das escalas de pontuação de importância e magnitude, além de ter uma baixa eficácia na avaliação de impactos indiretos. Por outro lado, tem a vantagem de ser de fácil compreensão, contando com a presença de fatores sociais, e fornecer uma boa explicação para realizar os estudos.

5.4 Redes de Interação (Networks)

Para Cremones et al. (2014), a metodologia das Redes de Interação apresenta as vantagens de descomplicar a compreensão dos impactos secundários e indiretos, além de possibilitar a inserção de parâmetros estatísticos, promovendo a estimativa de possíveis modificações no futuro. Também têm a função de conduzir as condições a serem propostas para a gestão dos impactos figurados, sugerindo medidas mitigadoras que consigam ser empregadas desde o instante de execução das ações desencadeadas pelo empreendimento e sugerir soluções de manejo, fiscalização e controle ambientais. Como desvantagem, é notado que as redes não detectam aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos.

Jesus et al. (2020) afirma que a metodologia propicia ter uma visão ampla acerca da AIA, mostrando fatores importantes como: ação, impacto, medidas mitigadoras, medidas de controle, e a avaliação dos impactos indiretos. A seleção das prioridades é realizada no computador. Contudo, não possibilita a distinção dos impactos entre curto e longo prazo das informações disponíveis, atrapalhando a sua aplicação, e havendo a possibilidade de ser contabilizado mais de uma vez e não sendo feita uma atribuição de valores.

Para Moraes e D'Aquino (2016), em consonância com Cremones et al. (2014), às redes de interações são vantajosas por proporcionar a identificação dos impactos de segunda ordem e por possibilitar a inclusão de parâmetros probabilísticos, salientando as tendências do projeto. Porém, conta com a desvantagem de que certos projetos podem se deparar com redes muito

detalhadas e difíceis de serem produzidas, resultando no atraso da avaliação e, conseqüentemente, ocasionando a falta de definição dos impactos de curto e longo prazo.

5.5 Superposição de Cartas (Overlay Mapping)

Para Cremonez et al. (2014), a Superposição de Cartas ou Overlay Mapping, conta com a vantagem de apresentar visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, assim como da prorrogação dos impactos, além de proporcionar uma comparação de alternativas simplificada. Vale ressaltar que com os avanços na informática, o demasiado crescimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e georreferenciamento, os trabalhos com mapas tornaram-se extremamente dinâmicos, corroborando as possibilidades de utilização deste método. Em contrapartida, tem como desvantagens a subjetividade apresentada nos resultados, a insuficiência na quantificação dos impactos e a complexa inclusão de impactos socioeconômicos, além de não ponderar a dinâmica dos sistemas ambientais e solicitar volumosas quantias para sua aplicação.

Para Costa (2019) o método apresenta como vantagem a possibilidade de identificação do impacto e sua apresentação direta e espacial dos resultados. Já como desvantagens apresenta a subjetividade dos resultados, sua limitação na quantificação dos impactos e a dificuldade de integração dos impactos socioeconômicos, além de que não considerar a dinâmica dos sistemas ambientais e requerer uma grande quantia para a sua aplicação.

Segundo Pimentel e Pires (1992) a metodologia superposição de cartas propicia perceber a relação de espaço entre os parâmetros ambientais, reconhecer a extensão dos impactos, informar de maneira clara, facilitando a comparação com ou sem projeto, mas não é possível verificar os impactos de segunda ordem. A dificuldade na seleção dos critérios que serão analisados também é colocada como um aspecto negativo desse método.

5.6 Modelos de Simulação

Para Moraes (2016) a metodologia é amplamente utilizada na reprodução e estimativa dos impactos de emissões atmosféricas e o lançamento de efluentes, apresentando características que favorecem sua aplicação nestas situações como o fato de considerarem a dinâmica dos sistemas ambientais, suas interações entre os fatores e impactos ambientais, além de considerarem também as variáveis temporais. Entretanto, apresenta a desvantagem de ser

um método complexo e sofisticado, tornando necessários profissionais qualificados para aplicá-los, tendo em vista que exige programas computacionais específicos, implicando em altos custos, fator tido como a principal desvantagem do método.

Cremones (2014) e Moraes e D'Aquino (2016) discorrem que as vantagens desse método englobam o reconhecimento da relação dos sistemas ambientais, a influência dos fatores e impactos e as suas variáveis de tempo, propicia a partilha de informações e um esclarecimento organizado de um grande número de variáveis quantitativas e qualitativas. Uma das desvantagens é ser caro, por exigir especialistas qualificados e ferramentas específicas, tornando o método de custo elevado e a dificuldade de tomar decisão.

Já para Jesus et al. (2021), a metodologia apresenta as vantagens de proporcionar diversas utilidades dentro de um projeto e por colaborar na coleta e organização dos diferentes tipos de dados no início do projeto. Porém, a mesma afirma que os modelos de simulação são bastante complexos e não pormenorizam ou explicam as estimativas e suposições referentes ao projeto.

5.7 Metodologias Quantitativas

Para Sanches (2011), o método é eficaz para projetos que demandam um desenvolvimento hábil para reconhecimento de impacto, sendo favorável aos analistas por conseguir suprir suas necessidades com boas informações no processo de caracterização de uma determinada situação ambiental ou para prevenção ambiental, além de ser conveniente em análises preliminares e comparação entre as alternativas de um mesmo projeto. Entretanto, para Costa (2019), a metodologia apresenta como pontos negativos sua subjetividade, o fato de desconsiderar o público afetado pelo processo, as interrelações entre os fatores ambientais e por não especificar a relação entre as ações e seus respectivos impactos ambientais.

Em consonância com os autores supracitados, Cremones (2014), afirma que as Metodologias Quantitativas são ágeis na realização de avaliação dos impactos, sendo apropriado para as análises iniciais de um projeto, além de apresentar uma facilidade na comparação das alternativas do empreendimento, fator que ocorre devido ao método ter sido criado para funcionar quantitativamente. Porém, apresenta a subjetividade como sua maior desvantagem, mesmo que sejam utilizadas técnicas e equipes de profissionais especializados para reduzi-la, outro fator desvantajoso é ao fato de que o público que será afetado pelo processo não é considerado, e não especifica a relação de uma ação e a consequência do impacto dela.

Segundo Pimentel e Pires (1992), o método apresenta como vantagens o fato de que seus resultados fornecem boas informações para qualificar as condições e antecipar os impactos, além de possibilitar a participação de especialistas, o que pode minimizar a subjetividade. Como desvantagens apresenta o fato de exigir muito trabalho para cada indicador ambiental, não identificando os impactos de segunda e terceira ordem e por ser custoso, a depender da quantidade de especialistas envolvidos.

5.8 Abordagem de Serviços Ecossistêmicos

Para Rosa (2014), a aplicação da metodologia de serviços ecossistêmicos junto à avaliação de impactos ambientais (AIA) propicia uma análise integrada dos efeitos sociais e ambientais de projetos, além de contribuir para solução de algumas das deficiências recorrentes da aplicação da AIA.

Ainda de acordo com Rosa (2014), a utilização da ASE durante a AIA tem como fatores positivos sua capacidade de proporcionar uma análise integrada dos impactos sobre os meios físico, biótico e social; pode, também, melhorar a determinação do escopo do EIA e consequente identificação e avaliação dos impactos; permite identificar impactos adversos significativos que não foram descritos no EIA; facilita a identificação e avaliação dos impactos cumulativos; proporciona a percepção que nem todos os impactos identificados normalmente pela AIA podem ser identificados pela ASE e que a escala de análise e coleta de dados da ASE deve ser de detalhe, considerando especialmente os beneficiários dos serviços impactados.

Como fatores negativos, Rosa (2014) explica que a ASE contém algumas limitações - como a necessidade de conhecimento aprofundado acerca da região onde um determinado projeto será implantado - que podem atrapalhar no seu desenvolvimento e que isso está diretamente relacionado com a sua inerente complexidade. Outro ponto negativo notado é a falta de consolidação do seu conceito e a dificuldade de analisar alguns serviços, principalmente os reguladores.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou a verificação de que todos os métodos aqui abordados apresentam falhas, não existindo um método ideal para a Avaliação de Impacto Ambiental dos empreendimentos minerários e tornando necessária a junção de mais de uma metodologia para a obtenção de um sistema de gestão ambiental ideal para os diferentes tipos de segmentos.

As várias metodologias abordadas neste trabalho compartilham, geralmente, muita parcialidade e apresentam uma dificuldade em considerar a interface e dinâmica das interações ambientais. Isto evidencia que não há um método ideal para cada tipo de empreendimento, entretanto, é válido ressaltar que há métodos mais apropriados para determinadas situações, resultado, principalmente, das peculiaridades dos projetos avaliados, meio ambiente e as especialidades da equipe que irá executar o projeto.

A análise bibliográfica realizada através das plataformas de pesquisa “Google Scholar” e “SciELO” se mostraram bastante satisfatórias, tendo em vista que a utilização destas se complementam pelo fato de beneficiarem a prospecção de matérias de estudo diferentes sobre um mesmo assunto, favorecendo a completude deste trabalho. O intervalo de tempo de 10 anos utilizado para a revisão se mostrou satisfatório para a pesquisa.

A análise dos aspectos positivos e negativos de cada método possibilitou observar um alto grau de aplicabilidade para os métodos Checklist e Matriz de Interação no segmento minerário, por apresentarem características que complementam suas carências. A metodologia da Matriz de Interação é conveniente no auxílio da análise dos impactos de segunda e terceira ordem indiretos, incapazes de serem identificados através do método Checklist e, possibilita a proposição de medidas mitigadoras representadas graficamente.

De todas as metodologias, a de Abordagem de Serviços Ecológicos, dentre as demais, se mostrou de importante valia para o setor minerário mesmo não sendo uma metodologia convencional, tendo em vista que esta contempla os impactos em diferentes segmentos do ambiente impactado como, por exemplo, a social, se mostrando uma ferramenta útil para uma análise integrada dos efeitos nocivos da mineração, o que pode beneficiar os estudos sobre ações mitigadoras.

Assim, conclui-se que o entendimento acerca da aplicação das metodologias de AIA é de suma importância para que estas sejam aplicadas com sucesso nos empreendimentos minerários, tais como em outras atividades, permitindo uma avaliação de impactos ambientais mais confiável e uma proposição de medidas mitigadoras mais precisas. Outro aspecto

observado é que a aplicação de uma única metodologia nunca trará resultados suficientemente precisos para a AIA, devendo ser realizada a comunhão de duas ou mais metodologias.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. 1995.
- ALENCAR, S. S. S. et al. **Injustiças socioambientais perpetradas em Aurizona (MA): uma análise à luz do Acordo de Escazú**. 2020.
- ALMEIDA, F. S.; GARRIDO, F. S. R. G.; ALMEIDA, A. A. **Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental**. *Diversidade e Gestão*, v. 1, p. 70–87, 2017.
- ANTUNES, P. B.; CYPRIANI, M. C.; LOCKE, M. BRITO, V. **Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)**. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Victor-De-Brito/publication/320774697_AVALIACAO_DE_IMPACTO_AMBIENTAL_AIA_-_links/59fa0c510f7e9b61546e5a9d/AVALIACAO-DE-IMPACTO-AMBIENTAL-AIA.pdf. Acesso em 20 jul. 2022.
- ARAÚJO, J. A. **O programa mata ciliar no estado do Paraná**. 2014.
- ASSUMPCÃO, L. F. J. **Sistema de Gestão Ambiental: Manual Prático para Implementação de SGA e Certificação ISO 14001**. Curitiba: Juruá, 2004.
- BAPTISTA, I. C. F. **Contabilidade e Gestão Ambiental para um Desenvolvimento Sustentável: um Estudo de Caso do Grupo Altri**. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Gestão) — Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Portugal.
- BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.
- BARBIERI, J. C. Avaliação de impacto ambiental na legislação brasileira. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, p. 78-85, 1995.
- BARBIERI, C. J. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BOMFIM, M. R. Avaliação de impactos ambientais da atividade minerária. **Cruz das Almas, Bahia: UFRB, 46p**, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 22 ago 1990; Seção 1:15937-9.
- BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Presidência da República**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 9 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.803, de 02 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 jul. 2008;

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em:. Acesso em: 17 nov. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**. República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2011

BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, 2016.

CABALLERO, C. B. **Análise do Processo de Avaliação de Impactos Ambientais do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte — PA**. 2016. 112f. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) — Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. **Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J.T. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CREMONEZ et al. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. Santa Maria: Revista Monografias Ambientais, v.13, n.5, dez. 2014.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo. Atlas S.A., 2009.

DOSI, G. **The nature of the innovative process**. In: Technological change and economic theory. London: Pinter Publishers, 1988.

DRUZZIAN, E. T. V.; SANTOS, R. C. **Sistema de gerenciamento ambiental (SGA): buscando uma resposta para os resíduos de laboratórios das instituições de ensino médio e profissionalizante**. Revista Liberato, Rio Grande do Sul, vol. 7, pp. 40–44, 2006.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroindustria>. Acesso em: 06 jan. 2022.

FARIAS, C. E. G. Mineração e meio ambiente no Brasil. **Relatório do CGEE/PNUD**, v. 76, p. 2, 2002.

FARIAS, J. G. S. et al. **Proposta de recuperação de área degradada pela retirada de solo massame no Sítio Espinheiro–Cuité-PB**. 2013.

FERNANDES, F. R. C.; ARAUJO, E. R. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais.

FERRAZ, F. B.; FELIPE, T. J. S. **Análise comparativa entre avaliação e estudo de impacto ambiental**. 2012.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para liberação comercial do plantio de transgênicos: uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. 2010.

GIESE, J. **ISO 14000 is coming**, *Food Techn.*, 50(7), 34 (1996).

GILBUENA, R.; KAWAMURA, A.; MEDINA, R.; AMAGUCHI, H.; NAKAGAWA, N.; BUI, D. D. Environmental impact assessment of structural flood mitigation measures by a rapid impact assessment matrix (RIAM) technique: A case study in Metro Manila, Philippines. *Science of the Total Environment*, v. 456–457, 2013.

GROOT, R. S.; WILSON, A. M.; BOUMANS, R. M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 393–408, 2002.

HIGUCHI, T. A. B. **A evolução da avaliação dos impactos ambientais no Brasil e no mundo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019.

IBRAM, **Instituto Brasileiro de Mineração**. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Infografico_Mineracao_em-Numeros_2021-2.pdf. Acesso em: 13 mai. 2022.

JESUS, M. S. et al. Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 38039–38070, 2021.

JESUS, E. B. **Avaliação de impactos ambientais causados pela mineração de areia: um estudo de caso no município de Rondon do Pará-Pa**. 2017.

JÚNIOR, O. A. B.; VIEIRA, R. R.; ADAMS, L. I. L. O desastre de Mariana atuação interfederativa para superação dos impactos da maior tragédia da história do Brasil. *Revista da AGU*, 2017.

LANKOSKI, L. Corporate responsibility activity sand economic performance: a theory of why and how they are connected. *Business Strategy and the Environment*, v. 17, n. 8, 2008, p. 536–547.

LANDSBERG, F.; OZMENT, S.; STICKLER, M.; HENNINGER, N.; TREWEEK, J.; VENN, O.; MOCK, G. **Ecosystem Services Review for Impact Assessment: Introduction and Guide to Scoping**. Washington: World Resources Institute, 2011.

LUNARDI, G. L.; SIMÕES, R.; FRIO, R. S. TI Verde: Uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. *REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, v. 20, p. 1-30, 2014.

MACHADO, A. Q. **Licenciamento Ambiental: atuação preventiva do Estado à luz da Constituição da República Federativa do Brasil**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

MARTINHA, D. D. **Metodologias Utilizadas na Avaliação de Impacto Ambiental**. Revista Varia Scientia Agrárias. Paraná, v. 04, n.01, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2007.

MALHEIROS, A. L.; NOCKO, H. F.; GRAUER, A. **Estudo da dispersão atmosférica de poluentes, utilizando o modelo ISCST3 (Industrial SourceComplex) para a usina termoeletrica de Agudos do Sul (município de agudos do sul/pr)**. Relatório KCC – geração de energia elétrica Ltda. Curitiba, 2009.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. **Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts**. Journal of Food Composition and Analysis 2007.

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

MEDEIROS, R. D. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas**. 2010.

MORAES, C. D.; ABREU DAQUINO, C. **Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias**. 2016.

MORAES, C. D. et al. **Verificação e análise das metodologias de avaliação de impacto ambiental (AIA) de parques eólicos localizados na zona costeira do Brasil**. 2018.

MORAES, C. D.; D'AQUINO, C. A. **Avaliação de Impacto Ambiental: Uma Revisão da Literatura Sobre as Principais Metodologias**, IN: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense. 2016, Santa Catarina. Anais [...]. Santa Catarina: IFSUL, 2016.

MOREIRA, A. C. (2002). **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. *Material didático da disciplina de pós-graduação AUP*.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agricultura Sustentável**. Brasília: MMA, 2000, 57p.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco — doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2011.

MILARÉ, É.; BENJAMIN, A. H. V. **Estudo prévio de impacto ambiental: teoria, prática e legislação**. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 1993.

- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 23. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
- MUNN, R. E. Lecture 10 — **What is environmental assessment?** Connecticut, Conservation of Natural Resources, 1979.
- NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. **Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil**. Roraima: Revista Virtual Química, Vol. 7 N 6, 2015.
- OLIVEIRA, F. F. G. de; DE ARAÚJO MEDEIROS, W. D. Bases teórico-conceituais de métodos para avaliação de impactos ambientais em EIA/RIMA. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 11, p. 79–92, 2007.
- OLIVEIRA, F.C.; MOURA, H.J.T. de. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. PRETEXTO, v.10, n.4. 2009.
- PORTELLA, M. O. Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente. **Revista Brasileira de políticas públicas**, v. 5, n. 3, 2015.
- POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos avançados**, v. 31, p. 271–283, 2017.
- PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. **Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites**. Revista Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, jan./mar. 1992.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.
- RAMALHO, B. S. et al. **Licenciamento ambiental em áreas militares: proposta de método para a conformidade ambiental de um posto de abastecimento de combustível**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia**. Jaguariaúna: Embrapa, 1998. 26 p.
- ROGGENBACK, J. **A Produção mais limpa em Indústrias de Alimentos na Região Sul do Paraná**. 2013. 41f. TCC (Bacharelado em Tecnologia em Alimentos) — Faculdade de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa.
- ROSA, J. C. S. **Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração: um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- RINALDI, E. O. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração em São Paulo: estudo da evolução técnica e temporal e propostas de melhorias**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SADLER B. (Org.). **Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance**. Canadian Environmental Assessment Agency / International Association for Impact Assessment, Ottawa, Canada, 1996. 248 p.

SANDOVAL, M. D. S. **Proposta de padronização em avaliação de impactos ambientais**. 2008.

SANTOS, H. J. **Evolução da avaliação de impacto ambiental para empreendimentos rodoviários: uma análise descritiva e aplicada**. 2010.

SANTOS, E. G. et al. **Recuperação ambiental na disposição de estéril em mineração de calcário**. *Revista Monografias Ambientais*, p. 14-32, 2015.

SILVA, F. P.; SANTOS, C. A. B. Impactos sobre a conservação de recursos naturais em áreas de exploração mineral. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, n. 17, p. 1471–1482, 2020.

SILVA, R. O. **O SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NA UFMA: Uma análise do Centro Pedagógico Paulo Freire**. 2013.

SILVA, João Paulo Souza. **Impactos ambientais causados por mineração**. *Revista Espaço da Sophia*. Tomazina (PR): n. 8, ano I, nov. 2012.

SANTOS, I. D. C. A avaliação de impacto ambiental e a responsabilidade do Brasil diante da degradação ao meio ambiente. *Interfaces Científicas: Direito*, Aracaju, ano 2013, v. 1, n. 2, p. 67–74, 16 fev. 2013.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SHEPHERD, A.W.; CADILHON, J.-J.; GÁLVEZ, E. **Commodity associations: a tool for supply chain development?** Rome: FAO, 2009. (FAO. Agricultural management, marketing and finance occasional paper, 24).

SLOOTWEG, R.; RAJVANSHI, A.; MATHUR, V. B.; KOLHOFF, A. **Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing Ecosystem Services for Human Well-Being**. Cambridge University Press, 2010.

SLOOTWEG, R.; VANCLAY, F.; VAN SCHOOTEN, M. Function evaluation as a framework for the integration of social and environmental impact assessment. *Impacts Assessment and Project Appraisal*, v. 10, p. 19 – 28, 2001.

SOUZA, L. P. **Gestão ambiental de resíduos sólidos numa autoelétrica**. 2019.

SORENSEN, J. C. **A estrutura para identificação e controle da degradação de recursos e conflitos no uso múltiplo da zona costeira**. 1971.

STAMM, H. R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica**. 2003. 284f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis SC.

SCHOEMAKER, P. J. H.; SCHOEMAKER, J.A. — Estimating Environmental Liability: Quantifying the Unknown. **California Management Review**, Spring, vol. 37, n.º 3, 1995.

SILVA, J. B.; PREZOTTO, L. L. **Programa de agroindustrialização da produção da agricultura familiar: documento referencial: edição 2007/201**. Brasília: MDA, 2007.

SUREHMA/ GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA)**. Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.

VEIGA, F. **Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Londrina**. 2016. 65f. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental) — Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo para implantação em Campus universitário**. *Revista Gestão e Produção*, vol. 13, no. 3, pp. 503–515, setembro – dezembro, 2006.

WATHERN, P. Na introductory guide to EIA. In: WATHERN, P. (Org.). **Environmental impact assessment: theory and practice**. London: Unwin Hyman, 1988a. p. 3-30.

WESTMAN, W. op. cit.; LEE, N. op. cit.; MAGRINI, A. op. cit.; BISSET, R. **Methods for environmental impact assessment. A selective survey case studies**. Scotland, University of Aberdeen, Department of Geography, 1987.

WELFORD, R. **Green marketing and eco-labelling** In: *Environmental strategy and sustainable development/the corporate challenge for the 21st century*, cap. 5. Routledge, London, 1995.