



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CAMPUS CRATEÚS

CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS

ANTONIO FLAVIO FERREIRA LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
ATIVIDADES DE MINERAÇÃO NO CEARÁ**

CRATEÚS

2022

ANTONIO FLAVIO FERREIRA LIMA

ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
ATIVIDADES DE MINERAÇÃO NO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará – campus Crateús, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Minas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Thayres de Sousa Andrade

Crateús

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L696a Lima, Antonio Flavio Ferreira.
Análise comparativa da avaliação de impactos ambientais de atividades de mineração no Ceará / Antonio Flavio Ferreira Lima. – 2022.
56 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia de Minas, Crateús, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Thayres de Sousa Andrade.
1. Avaliação de impacto ambiental. 2. Impactos ambientais. 3. Mineração. I. Título.

CDD 622

ANTONIO FLAVIO FERREIRA LIMA

ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE
ATIVIDADES DE MINERAÇÃO NO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará – campus Crateús, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Minas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Thayres de Sousa Andrade

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Thayres de Sousa Andrade (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Luana Viana Costa e Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Janine Brandão de Farias Mesquita
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha família, por sempre acreditar em mim.

A minha mãe, por ser a minha maior fonte de inspiração.

RESUMO

O setor mineral tem importante contribuição socioeconômica para o país e para o mundo, tendo destaque não apenas por ser uma indústria de base, mas também por sua condição de impulsionar novas e outras atividades econômicas. Por ser uma atividade de longo prazo, propicia o desenvolvimento das comunidades localizadas em seu entorno, mas sendo uma atividade causadora de significativos impactos ambientais, deve ser implementada e desenvolvida de maneira responsável, dentro das premissas técnicas modernas e legais, de modo que tais impactos possam ser reduzidos de maneira significativa. Neste sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo realizar o estudo comparativo entre as Avaliações de Impacto Ambiental (AIA) realizadas para duas empresas de mineração no Estado do Ceará. Para tanto, foi utilizado como base os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) realizados pelas mineradoras e disponibilizados no Acervo de EIA's da Superintendência de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE). Foram selecionados os EIA da MDN Mineração do Nordeste e da Cimento Apodi. Pela complexidade do EIA, a análise ficará restrita aos capítulos relativos à AIA dos estudos selecionados. Ambos os documentos analisados utilizaram o método checklist para identificar os possíveis impactos ambientais na área de influência dos empreendimentos, com algumas diferenças na avaliação da importância e caracterização dos impactos. Os resultados permitiram constatar que os dois empreendimentos atendem a resolução CONAMA 001/86 e 237/97, demonstrando que a AIA é uma ferramenta extremamente importante para avaliar o risco que as atividades de mineração podem trazer ao meio ambiente, contribuindo para minimizar os impactos e alcançar equilíbrio entre desenvolvimento e meio ambiente.

Palavras – chave: Avaliação de impacto ambiental; impactos ambientais; mineração.

ABSTRACT

The mineral sector makes an important socio-economic contribution to the country and the world, standing out not only for being a basic industry, but also for its accompanying condition of new and other motivational activities. As it is a long-term activity, it favors the development of communities located in its surroundings, but as an activity that causes environmental impacts, it must be integrated and developed in a responsible manner, within modern technical and legal premises, so that these can be significantly reduced. In this sense, the main objective of this work is to carry out a comparative study between the Environmental Impact Assessments (EIA) carried out for two mining companies in the State of Ceará. For this purpose, the Environmental Impact Studies (EIA) carried out by the mining companies and made available in the EIA Collection of the Superintendence of the Environment of the State of Ceará (SEMACE) were used as a basis. The EIA of MDN Mineração do Nordeste and Cimento Apodi were selected. Due to the complexity of the EIA, the analysis remained restricted to the chapters related to the EIA of the selected studies. Both analyzed documents used the checklist method to identify the possible environmental impacts in the area of influence of the projects, with separation in the evaluation of the importance and characterization of the impacts. The results will show that the two projects comply with CONAMA resolution 001/86 and 237/97, demonstrating that the EIA is an extremely important tool to assess the risk that mining activities can bring to the environment, certainly to minimize effects and achieve a balance between development and the environment.

Keywords: Environmental impact assessment; environmental impacts; mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo genérico de AIA.....	15
Figura 2 - Conceito de impacto ambiental.....	19
Figura 3 - Relação entre as ações, aspectos e impactos ambientais.....	19
Figura 4 - Distribuição percentual de EIA/RIMAs analisados pela SEMACE por grupo/atividades.....	26
Figura 5 - Mapa de localização da MDN	28
Figura 6 - Área requerida para lavra.	28
Figura 7 - Acesso à área principal da Cimento Apodi partindo de Fortaleza.....	29
Figura 8 - poligonais das áreas protocolizadas na ANM.	30
Figura 9 - Diagrama de significância utilizado na qualificação dos impactos ambientais da MDN.	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Possíveis impactos ambientais provocados nas fases de um empreendimento mineiro.....	20
Quadro 2 - Tipos de licença ambiental nos empreendimentos mineiros e documentações necessários no processo.	24
Quadro 3 - Parâmetros utilizados pela MDN na caracterização dos impactos ambientais.....	31
Quadro 4 - Sistema de pesos utilizados na definição da magnitude no AIA da Cimento Apodi.....	34
Quadro 5 - Grau de magnitude.....	34
Quadro 6 - Parâmetros usados nos AIAs das mineradoras.	36
Quadro 7 - Lista de impactos x fator ambiental resultante do AIA da MDN.	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fase x natureza do impacto (MDN).....	35
Gráfico 2 - Fase x natureza do impacto (Apodi).....	36
Gráfico 3 - Fator cumulativo no meio afetado pelos impactos (MDN).....	38
Gráfico 4 - Fator cumulativo no meio afetado pelos impactos (Apodi).....	39
Gráfico 5 - Natureza x probabilidade de ocorrência (MDN).....	39
Gráfico 6 - Natureza x abrangência (MDN).....	40
Gráfico 7 - Natureza x abrangência (Apodi).....	40
Gráfico 8 - Natureza x duração do impacto (MDN).....	41
Gráfico 9 - Natureza x duração (Apodi).....	41
Gráfico 10 - Natureza x reversibilidade (MDN).....	42
Gráfico 11 - Natureza x reversibilidade (Apodi).....	42
Gráfico 12 - Natureza x magnitude (MDN).....	43
Gráfico 13 - Natureza x magnitude (Apodi).....	44
Gráfico 14 - Natureza x significância do impacto.....	44
Gráfico 15 - Natureza x ordem do impacto.....	45
Gráfico 16 - Natureza x ocorrência do impacto ambiental.....	45
Gráfico 17 - Natureza x manifestação do impacto.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral	13
2.1.1	<i>Objetivos Específicos</i>	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1	Avaliação de impactos ambientais	14
3.2	Estudo de Impacto Ambiental – EIA	17
3.2.1	<i>Aspectos e impactos ambientais</i>	18
3.3	Licenciamento ambiental na mineração	24
4	METODOLOGIA	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	EIA – Mineração do Nordeste	31
5.2	EIA – Companhia Industrial de Cimento Apodi	33
5.3	Análise Comparativa: MDN x Cimento Apodi	35
6	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO - MATRIZ DOS IMPACTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO DE CAUSA E EFEITO DA CIMENTO APODI	53

1 INTRODUÇÃO

A mineração é tão antiga quanto a própria civilização humana, uma vez que desde o surgimento do *Homo sapiens*, na Pré-História, a mineração tem sido fundamental para ajudar o homem em sua luta pela sobrevivência e consequente evolução (CURI, 2017).

Dias e Rodrigues (2012) definem a mineração como “[...] o processo de extração de minerais ou compostos minerais de valor econômico para o usufruto da humanidade”. De acordo com Jeber e Profeta (2018), essa atividade é essencial para que a população consiga manter sua atual condição de vida, que está associada, direta ou indiretamente, a tudo que se produz no mundo. Sendo possível afirmar que sem a mineração, a humanidade não poderia ter acesso aos meios que lhe conferem a qualidade de vida, nos dias atuais.

Sendo a indústria mineral uma indústria de base, fornece matéria-prima para as demais indústrias, ditas indústrias de transformação. No entanto, a aquisição dessa matéria-prima ocorre por meio da extração de recursos naturais, de modo que o meio ambiente é afetado. Segundo Castro *et al.* (2015), a mineração não se destaca apenas por ser uma indústria de base, mas também por sua condição de impulsionar novas e outras atividades econômicas. Por ser uma atividade de longo prazo, propicia o desenvolvimento das comunidades localizadas em seu entorno e quando implementada e desenvolvida de maneira responsável, dentro das premissas técnicas modernas e legais, causa impactos ambientais que podem ser reduzidos de maneira significativa.

De acordo com Ataíde (2022), os recursos minerais são indispensáveis para se realizar a maior parte das atividades humanas, desde as mais elementares até a produção de equipamentos de alta tecnologia. Também a produção de fertilizantes para a produção de alimentos; produção de automóveis, aeronaves, embarcações, televisores e os grandes edifícios são exemplos de bens cujos materiais são compostos por minérios extraídos através da atividade de mineração.

O aproveitamento desses recursos minerais acontece por meio da lavra, lavra a céu aberto ou lavra subterrânea, e do processamento do minério nas plantas

de beneficiamento. Sendo uma atividade que pode causar significativa degradação ambiental, existe a necessidade de um licenciamento ambiental, que de acordo com a SEMA (2017), é um instrumento de gestão compartilhada entre a União, Estados da Federação, Distrito Federal e Municípios, de acordo com as suas respectivas competências. Ele objetiva regular os empreendimentos ou atividades que utilizem recursos naturais, ou que sejam potencialmente ou efetivamente causadores de degradação ambiental.

Durante o processo de licenciamento ambiental, estudos de cunho ambiental são requeridos para avaliação dos impactos ambientais, à saúde humana e bem-estar da população próxima ao empreendimento, como é o caso do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). De acordo com a SEMA (2017), o EIA deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar e conter pelo menos um diagnóstico ambiental da área, análise dos impactos ambientais, um capítulo para medidas mitigadoras e plano de monitoramento. O EIA/RIMA é um documento de natureza técnica preventiva, que tem como objetivo principal minimizar ou evitar riscos para o meio ambiente. Regulamentado pela Resolução nº 001/86 do CONAMA e, complementarmente, pela Resolução nº 237/97, são exigidos no licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que possam causar significativos impactos ambientais, como é o caso de grande parte dos empreendimentos da mineração.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar, por meio de análise comparativa de dois empreendimentos, os impactos ambientais de atividades de mineração no Estado do Ceará.

2.1.1 *Objetivos Específicos*

- Analisar os métodos utilizados durante a realização da AIA nos respectivos Estudos Ambientais das atividades de mineração selecionadas;
- Analisar os impactos ambientais previstos das atividades de mineração com tipos de lavras semelhantes por meio da comparação dos dois estudos ambientais;
- Apontar possíveis variações na aplicação dos métodos durante a AIA;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

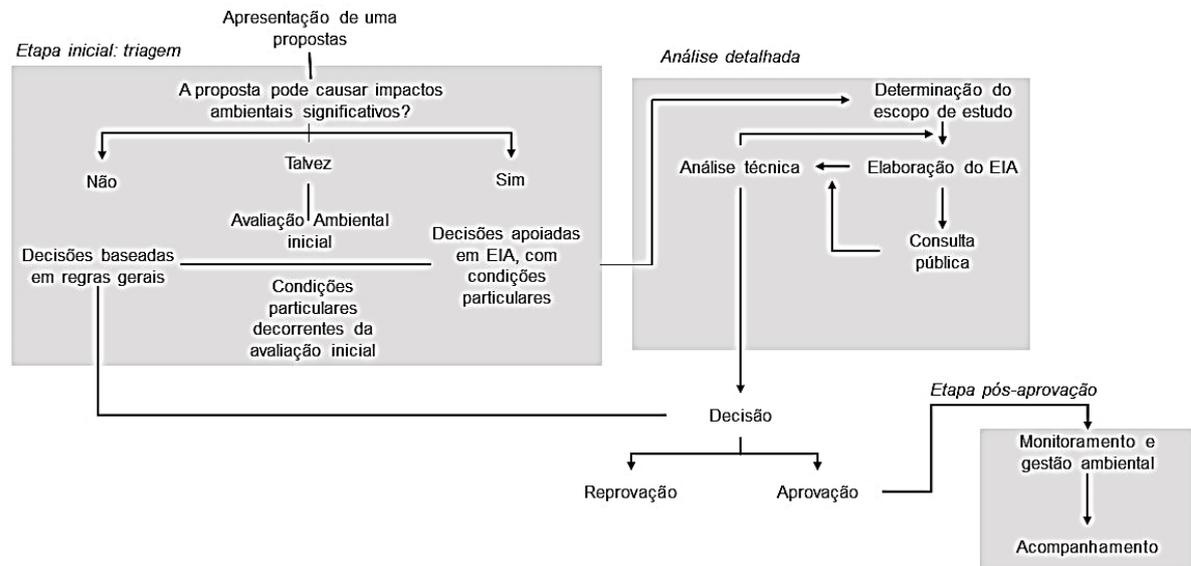
3.1 Avaliação de impactos ambientais

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – Lei nº 6.938/81 foi criada com objetivo de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar no país condições propícias ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981). A Avaliação de Impactos Ambientais – AIA, foi um instrumento criado para que os objetivos desta política sejam cumpridos. De acordo com a Associação Internacional para Avaliação de Impactos (IAIA), os objetivos do AIA são:

- Assegurar que o ambiente é explicitamente considerado e incorporado nos processos de decisão sobre propostas de desenvolvimento;
- Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos adversos significativos – biofísicos, sociais e outros relevantes – de propostas de desenvolvimento;
- Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais e dos processos ecológicos que mantêm as suas funções;
- Promover um desenvolvimento que seja sustentável e que otimize o uso dos recursos e as oportunidades de gestão.

Esse instrumento foi definido por De Jesus *et al* (2021) como um processo capaz de identificar, antecipar e avaliar as atividades que podem causar impactos relevantes sobre o meio ambiente. A figura 1 mostra um processo genérico de AIA abrangendo todas as etapas desde a criação da proposta do projeto, passando por sua aprovação e monitoramento.

Figura 1 - Processo genérico de AIA.



Fonte: Modificado de SÁNCHEZ, 2020.

Vários métodos de avaliação de impactos ambientais surgiram visando atender os objetivos da PNMA. Os métodos mais utilizados na atualidade são derivados de outros métodos já existentes. É como diz Braga *et al* (2005), "Alguns são adaptações de técnicas do planejamento regional, de estudos econômicos ou de ecologia e outros [...] foram concebidos no sentido de considerar os requisitos legais envolvidos". Embora a disposição de métodos seja grande, é possível observar que todos têm o mesmo objetivo: identificar quais agentes, capazes de provocar mudanças no ambiente, bem como apontar que mudanças são essas nas atividades das organizações.

Os principais métodos utilizados na avaliação de impactos ambientais são "AD HOC" que se baseia nos conhecimentos dos profissionais que participaram no EIA. Os impactos ambientais positivos e negativos do projeto são descritos baseados no conhecimento empírico desses profissionais. O método de "Checklist" parte de um diagnóstico ambiental inicial sobre os meios físico, biológico e socioeconômico, de modo que os impactos ambientais são listados e relacionados às atividades de cada etapa do projeto. As matrizes de interações são *checklists* bidimensionais que

identificam os impactos que estão associados de forma direta à ação geradora, de forma que é possível conhecer os aspectos capazes de gerar os maiores impactos sobre os fatores ambientais mais relevantes (DE MORAIS e D' AQUINO, 2016). Outros métodos de avaliação de impactos são descritos por Montañó e Ranieri (2013), sendo eles Análise do Ciclo de Vida (ACV), sobreposição de mapas, análise custo-benefício, modelagem matemática, análise de fragmentação de territórios e outros.

O método de *checklist*, também chamado de listas de controle ou listas de verificação, é definido por Felisberto (2021) como relações padronizadas de fatores ambientais cuja finalidade é detectar impactos ambientais decorrentes de projetos específicos.

As listas de verificação consistem em uma lista de parâmetros ambientais a serem investigados para possíveis impactos. Assim, garantem a cobertura completa dos aspectos ambientais a serem investigados. As listas de verificação podem ou não incluir diretrizes sobre como os parâmetros relevantes para o impacto devem ser medidos, interpretados e comparados (FEDRA et al, 1991, tradução nossa).

De acordo com Fedra et al (1991), o método de *checklist* carrega um viés geográfico e cultural, sendo este método, orientado para categorias específicas de projetos. Um típico *checklist* pode conter entradas com informações sobre:

- Água: superfícies de rios, lagos e represas; mares costeiros e oceanos, subterrâneas, qualidade, temperatura, recarga e etc;
- Atmosfera: qualidade (gases, partículas), clima (micro e macro), temperatura.
- Fauna: animais terrestres incluindo reptéis, peixes e mariscos, organismos bentônicos, insetos, microfauna e outros.
- Flora: árvores, arbustos, gramas, tipos de culturas e outras.
- Uso da terra: deserto e espaço aberto, zonas úmidas, pastagens, agricultura, residencial, comercial, industrial, mineração e pedreiras.
- Lazer: caça, pesca, passeios de barco, natação, camping e caminhadas, piqueniques, resorts.

As principais vantagens deste método são a sua facilidade de compreensão e a listagem de todos os fatores ambientais que podem ser afetados. Pode ser utilizado nas tomadas de decisões no que diz respeito à fase de implantação de um projeto. É adequada para os casos em que há escassez de dados e quando a avaliação dos impactos deve ser disponibilizada em curto espaço de tempo. De

acordo com Cremonez *et al* (2014), o método de *checklist* é vantajoso uma vez que pode ser realizado em um curto espaço de tempo e proporciona menores custos, além de ter fácil compreensão por parte do público em geral.

3.2 Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Segundo a resolução CONAMA 01/86, o Estudo de impacto Ambiental – EIA é consagrado como o principal documento a apresentar a Avaliação de Impactos Ambientais de empreendimentos sujeitos ao Licenciamento Ambiental.

A necessidade do EIA está “reforçada na Constituição Federal de 1988 que empoderou o Poder Público a exigir legalmente em instalações de obra ou atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente” (BRASIL, 2007), sendo a extração de minérios, de acordo com resolução CONAMA 01/86, Art. 2º, Inc. IX, atividade causadora de significativa alteração do meio ambiente.

De acordo com Resolução Conama 237/97 em seu art. 6º, o EIA deve ter obrigatoriamente quatro seções, sendo:

- I. Diagnóstico Ambiental da área de influência – descreve e avalia a potencialidades dos meios físico, biótico e socioeconômico; inferindo sua situação antes e depois do empreendimento;
- II. Análise dos Impactos Ambientais – prevê a magnitude e a importância dos prováveis impactos ambientais diante dos meios de ocorrência;
- III. Medidas mitigadoras dos impactos negativos – devem ter sua eficiência avaliada por meio da implementação de programas ambientais durante a vigência da Licença de Instalação (LI);
- IV. Programa de monitoramento e acompanhamentos: abrange impactos negativos e positivos, definindo parâmetros como indicadores de qualidade.

Sendo o EIA o documento responsável pela apresentação do AIA, se faz necessário abordar os conceitos de impacto e aspecto ambiental.

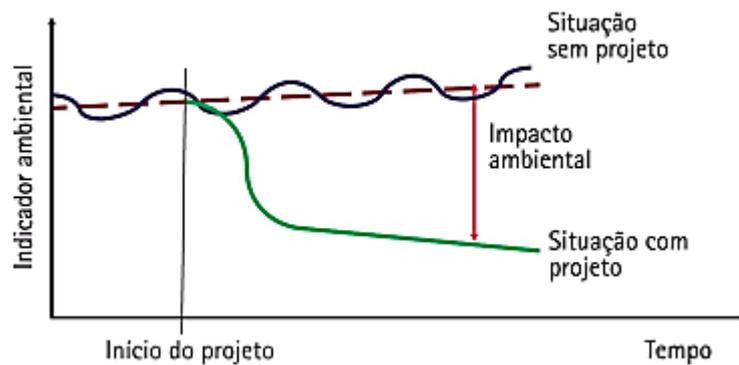
3.2.1 Aspectos e impactos ambientais

A norma ISO 14.001 (2015) define aspecto ambiental como “elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente”. A mesma norma, define impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, dos produtos ou serviços de uma organização”.

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades nas organizações é uma ferramenta de gestão ambiental, pois conhecer e divulgar os aspectos ambientais de uma empresa, atende aos objetivos ambientais de melhoria no desempenho ambiental dessa empresa, uma vez que assim, é possível conhecer previamente os impactos associados às atividades desse empreendimento e então, adotar medidas que evitem ou atenuem os danos ambientais consequentes. Para identificar esses aspectos e avaliar os impactos, é necessário selecionar todas as atividades, produtos e serviços do empreendimento. Assim, é possível listar o máximo de impactos advindos dos aspectos que estão associados a essas atividades, sendo esses impactos reais, potenciais, benéficos ou adversos (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006).

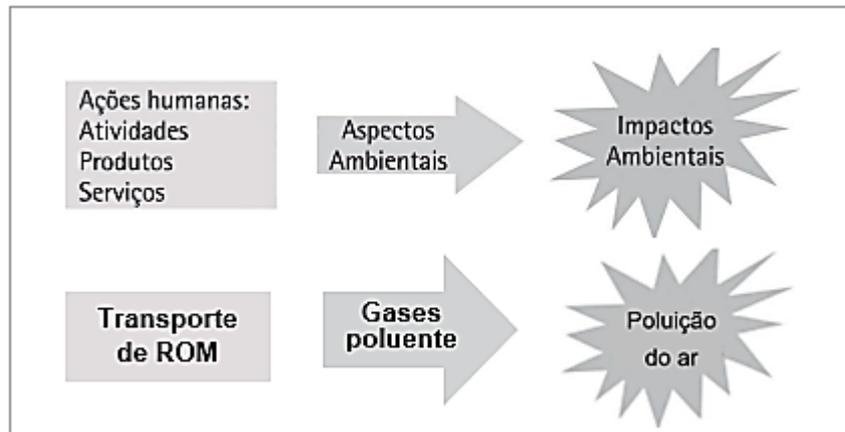
O termo aspecto muitas vezes é confundível com impacto e, portanto, requer exemplificação. Em uma mineradora, por exemplo, pode se confundir a emissão de poluentes, decorrente da queima de combustíveis, com impacto ambiental. Para este exemplo, o impacto seria a alteração da qualidade do ar naquele ambiente (poluição) e, a liberação do agente poluidor (CO₂), o aspecto ambiental. Embora a liberação de poluentes na atmosfera não seja um objetivo da atividade mineral, é um elemento que está relacionado a alguma ação, como transporte do ROM à planta de beneficiamento, daquele empreendimento. A figura 2 mostra a representação do conceito de impacto ambiental e a figura 3 mostra a relação entre as ações antrópicas, aspectos e impactos ambientais para um determinado empreendimento.

Figura 2 - Conceito de impacto ambiental.



Fonte: SÁNCHEZ, 2020.

Figura 3 - Relação entre as ações, aspectos e impactos ambientais.



Fonte: Modificado de SANCHES, 2020.

A atividade mineral está associada a geração de impactos negativos em aspectos como rigidez locacional e influência sobre o meio antrópico. Para Mechi e Sanches (2010), a localização de uma jazida é com frequência ambientalmente sensível, de forma que as atividades do empreendimento possam causar degradação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem e de outros recursos naturais daquele ambiente. Com relação ao meio antrópico, a mineração é passível de causar danos à saúde da população em decorrência da poluição sonora, do ar, da água e do solo.

Esses impactos, de modo geral, são dependentes das fases existentes no empreendimento mineiro. A abertura das cavas gera efeitos como retirada da vegetação, escavação, movimentação de terra e alteração da paisagem. Já o desmonte, carregamento, transporte e beneficiamento do minério extraído provocam

efeitos como emissão de poeira e ruídos. Esses efeitos geram impactos sobre a água, solo, ar e também da população local (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006).

Impactos como a poluição do ar podem ser evidentes mediante a emissão de gases tóxicos e emissão de poeiras durante as atividades de desmonte, carregamento e transporte. Outros impactos ambientais como rebaixamento de lençol freático, alteração da topografia local, consumos de recursos finitos, compactação do terreno, redução de biodiversidade por meio da eliminação de espécies vegetais e afugentamento da fauna local podem ser observados (SEPE; SALVADOR, 2018).

Os impactos ambientais que mais comumente se espera estar associados a etapa de beneficiamento do minério podem ser a utilização de recursos limitados como a utilização de água e energia. Também a poluição sonora decorrente dos ruídos emitidos pelos equipamentos do processo e também a alteração da qualidade do ar no ambiente (GUIMARÃES *et al*, 2012). Como o fluxograma de processos na mineração difere entre as empresas em função de fatores como as características do minério e a disponibilidade de recursos, em essência, um levantamento mais detalhado dos impactos ambientais produzidos pelas operações na mina deve ser realizado de acordo com a realidade da mineradora. O quadro 1 mostra as atividades no ciclo de lavra e os possíveis impactos ambientais associados.

Quadro 1 - Possíveis impactos ambientais provocados nas fases de um empreendimento mineiro.

Atividade	Impacto ambiental
Decapeamento da frente de lavra	Poluição visual; Eliminação de biodiversidade; Rebaixamento de terreno; Aumento de escoamento superficial; Contaminação de áreas adjacentes por sólidos.

Desmonte	Processos erosivos; Alteração da topografia; Alteração da infiltração; Alteração da estabilidade do terreno; Poluição do ar, água e solo. Poluição sonora; Desconforto da população.
Carregamento	Rebaixamento da topografia; Alteração da estabilidade do terreno; Utilização de recursos finitos; Poluição do ar, água e solo.
Transporte	Consumos de recursos naturais; Poluição do ar; Poluição sonora; Compactação do terreno; Poluição de águas subterrâneas; Desconforto para motoristas e moradores.

Fonte: adaptado de GUIMARÃES *et al*, 2012

Sanches (2015), diz que uma ação (atividade, produto ou serviço) pode estar associada a mais de um aspecto ambiental e, assim, gerar diversos impactos ambientais. Igualmente, um impacto ambiental pode ser gerado por várias causas.

A mudança de paisagem começa na fase de supressão vegetal no ambiente da jazida, onde o solo superficial é acumulado em grandes e visíveis pilhas. Logo, a fase de lavra cria uma aparência de um poço dotado de enormes plataformas em degrau. Assim, toda paisagem é modificada e com ela, o microclima, a fauna e flora e a dinâmica hidrológica (MILANEZ, 2017)

Esse impacto, sendo inerente à mineração, não pode ser evitado por nenhuma tecnologia de gestão, mas tem como medida mitigadora a execução do Plano de Fechamento de Mina (PFM). O PFM é definido pela Resolução ANM N° 68, de 30 abr. 2021 como os processos de desmobilização de estruturas utilizadas nas

operações de lavra e beneficiamento, estabilização física e química de estruturas permanentes e habilitação da área para outro uso futuro (BRASIL, 2021).

A poluição do ar é percebida mais facilmente em empreendimentos próximos a comunidades. Este tipo de poluição é produzido pelas atividades que estão diretamente relacionadas à lavra das jazidas, mas também pela poeira e lama que são levadas das minas para as cidades por ônibus, caminhões e automóveis que prestam serviços à mineradora (MILANEZ, 2011). A poeira é um dos principais transtornos sofridos pelas comunidades próximas ao ambiente mineiro, em especial aqueles que trabalham para a empresa mineradora, sendo para Vasconcelos *et al* (2009) a principal contribuição da mineração para a poluição do ar.

É possível que o impacto advindo da atividade mineral de maior magnitude seja o provocado sobre os recursos hídricos, de modo que há a incerteza quanto à conservação da qualidade deste recurso para o consumo humano, seja superficial ou subterrâneo, bem como a possibilidade de que as águas superficiais percam a capacidade de atender as necessidades de espécies aquáticas nativas da região, bem como da vida selvagem (ELAW, 2010). Os impactos da atividade mineral sobre os recursos hídricos ocorrem em três níveis, sendo eles o elevado consumo de água, rebaixamento do lençol freático e o comprometimento da recarga de aquíferos. Além do consumo nas operações de beneficiamento do minério, a água utilizada nas operações de logística tem se tornado cada vez mais comum, principalmente nos minerodutos de Minas Gerais (MILANEZ, 2017).

Vasconcelos *et al* (2009) também fala sobre a poluição das águas por compostos químicos solúveis. De acordo com o autor “muitas minerações provocam poluição de natureza química, por efluentes que se dissolvem na água usada no tratamento do minério ou na água que passa pela área da mineração”. Também é prática o consumo de água nas operações de carregamento e transporte por meio da utilização de carros-pipa para irrigar as frentes e vias de acessos em regiões com baixa incidência de chuvas.

Já os impactos da mineração sobre a sociedade se apresentam de várias formas. Em tópicos anteriores é notado que os impactos gerados pela atividade mineral, além do meio físico e biótico, também afeta o meio antrópico. Farias (2002) aponta que os impactos decorrem do alto grau de ocupação urbana próxima às áreas

onde se realiza a lavra da jazida. Os impactos mais visíveis são decorrentes da alteração da paisagem, que são impactos visuais provocados pelo grande volume de rochas e solos deslocados e as grandes dimensões das cavas ou das frentes de lavra que provocam um grau de desconforto visual na população. Em situações onde a mineração e a urbanização são próximas, os impactos também ocorrem sobre as construções como é o caso da Vila Operaria de Casa de Pedra que foi desmobilizada em 1980 pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) para expansão da mina (BARBOSA; GARCIA, 2012) ou os diferentes grupos de moradias, como a Vila Sagrado Coração de Jesus e a Vila Cento e Cinco, que foram desmobilizadas na cidade de Itabira com intuito da expansão das minas da empresa Vale (MILANEZ, 2017).

A Atividade mineral de larga escala impacta a vida dos municípios que têm a mineração em sua base política, econômica e financeira. Sendo a rigidez locacional uma característica do setor mineral, um município minerador embora lide com os impactos ambientais de natureza física e biótica, pode contar com os benefícios inerente ao recolhimento de *royalties* e tributos, o que pode ser considerado um impacto positivo da mineração sobre a realidade das sociedades (CARVALHO *et al*, 2012). Conforme Teixeira (2006), parte da riqueza gerada pela atividade mineira permanece no município minerador e contribui para o desenvolvimento local, com uma melhoria da distribuição de renda e aumento da qualidade de vida da população.

Um dos *royalties* pago pelas mineradoras ao governo é a Compensação Financeira por Exploração Minerais (CFEM). É uma contraprestação pelo aproveitamento econômico de jazidas minerais aos municípios, estados e União. O *royalty* é calculado sobre o faturamento líquido das vendas do produto mineral e a alíquota paga ao governo varia com a substância mineral (CNM, 2012). Para minérios de alumínio, manganês, sal-gema e potássio a alíquota é 3%; ferro, fertilizantes e carvão se aplica 2%; ouro é 1% e pedras preciosas, pedras coradas e lapidáveis, carbonados e metais nobres a alíquota é de 0,2%. Desses recursos relativos à CFEM, a União recebe 12%, o estado recebe 23% e o município minerador recebe 65% (EUCLYDES, 2013). Segundo Teixeira (2006), essa receita deve ser aplicada pelos municípios, de forma direta ou indireta, em projetos que estejam voltados exclusivamente para usufruto da sociedade, como infra-estrutura, melhoria da

qualidade ambiental, saúde e educação. Para Lima (2005), a CFEM pode ser utilizada como um indicador do impacto social da mineração nos municípios mineradores.

3.3 Licenciamento ambiental na mineração

Cinco anos depois da criação da PNMA, o Conama, por meio da Resolução nº 001/86, definiu como deve ser feita a avaliação de impactos ambientais, criando duas figuras novas, respectivamente: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima) (BRAGA *et al*, 2005). Assim, o Licenciamento Ambiental (LA) dos empreendimentos as quais a resolução estabelece obrigatoriedade de um AIA necessita, obrigatoriamente, da aprovação de um EIA/RIMA.

A Resolução Conama nº 237/97, Art. 1º define licenciamento ambiental como um procedimento administrativo no qual um órgão ambiental confere uma licença de localização, instalação, ampliação e operação para os empreendimentos. Isso implica que os diferentes tipos de licença ambiental, sendo a Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI e Licença de Operação – LO, vai depender do regime e também da etapa em que se encontra a atividade mineira.

Na mineração, os processos necessários para o requerimento dos diferentes tipos de licença, mostrados no quadro 2, estão baseados nas resoluções Conama nº 09/90 (regime de autorização e concessão) e Conama nº 10/90 (Regime de licenciamento), sendo que a lavra e beneficiamento do minério de ferro e minério de calcário ocorrem sobre o regime de autorização e concessão. (GEOTECH, 2021).

Quadro 2 - Tipos de licença ambiental nos empreendimentos mineiros e documentações necessários no processo.

TIPO DE LICENÇA	DOCUMENTOS NECESSÁRIOS
LICENÇA PRÉVIA – LP (fase de planejamento e viabilidade do empreendimento)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimento da LP; 2. Cópia da publicação do pedido da LP; 3. Certidão da prefeitura municipal; 4. Estudos de impacto ambiental e seu relatório EIA/RIMA.
LICENÇA DE INSTALAÇÃO – LI (fase de desenvolvimento da mina e instalação dos projetos de controle ambiental)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimento da LI; 2. Cópia da publicação do pedido da LI; 3. Cópia da publicação da concessão da LP;

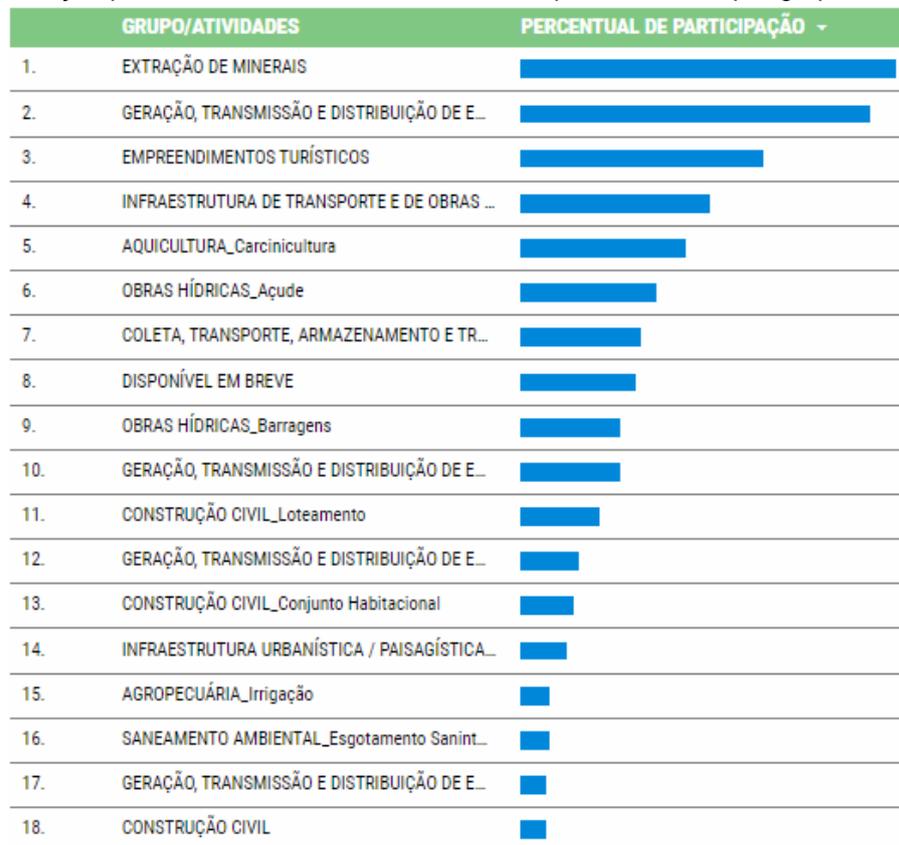
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Cópia da comunicação da ANM julgando satisfatório o Plano de Aproveitamento Econômico – PAE; 5. Plano de Controle Ambiental; 6. Licença para desmate expedida por órgão competente quando for o caso.
<p style="text-align: center;">LICENÇA DE OPERAÇÃO – LO</p> <p style="text-align: center;">(fase de lavra e beneficiamento, acompanhamento do sistema de controle ambiental)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimento da LO; 2. Cópia publicação do pedido de LO; 3. Cópia da publicação da concessão da LI; 4. Cópia autenticada da portaria de lavra.

Fonte: MMA, 2012.

4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos no presente estudo, foi realizada uma análise comparativa de Estudos de Impacto Ambiental de dois empreendimentos com processos de lavra semelhantes. Pesquisa documental prévia no órgão ambiental do Estado do Ceará (SEMACE), apontou que o principal estudo exigido para o licenciamento de atividades de mineração é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Com o objetivo de dar maior transparência e publicidade das atividades licenciadas no Estado do Ceará, a Superintendência de Meio Ambiente (SEMACE) lançou, em março deste ano, uma nova plataforma de acesso aos EIA/RIMA's (<https://datastudio.google.com/>). De acordo com dados disponíveis na referida plataforma, a extração de minérios é a atividade com o maior percentual de EIA/RIMA's já analisados, figura 4, pelo órgão no período de 1987 a 2022.

Figura 4 - Distribuição percentual de EIA/RIMAs analisados pela SEMACE por grupo/atividades.



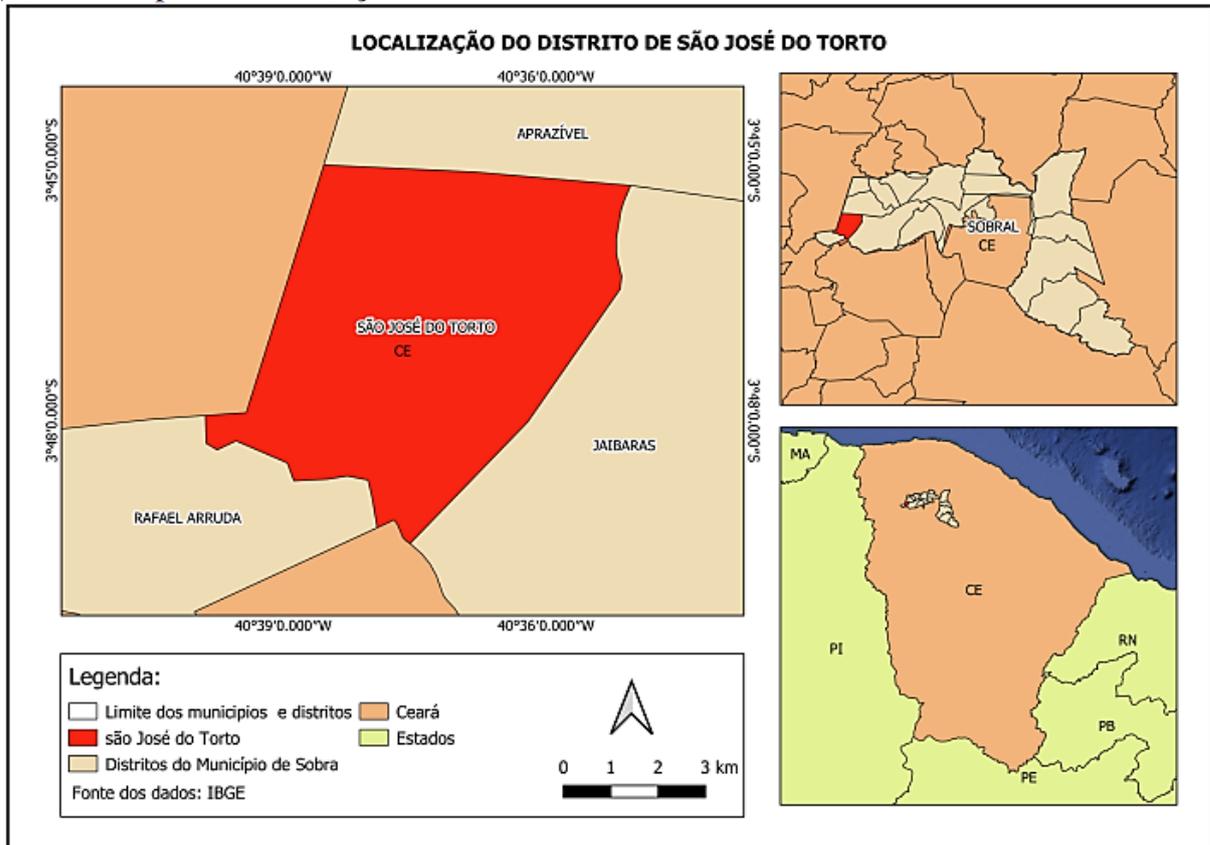
Fonte: SEMACE, 2022.

Diante da complexidade do EIA (extensão e quantidade de informações contidas), a análise feita no presente estudo ficará restrita aos capítulos relativos à Avaliação de Impactos dos estudos selecionados. A definição dos EIA's a serem analisados foi baseada na disponibilidade do estudo no acervo da SEMACE e na similaridade do tipo de lavra (incluindo etapas de operação semelhantes, portanto, atividades de extração semelhantes).

Uma vez definidos os estudos, a análise dos impactos ambientais identificados pelas atividades de mineração foi realizada por meio da comparação documental dos capítulos referentes a AIA dos EIA de dois empreendimentos:

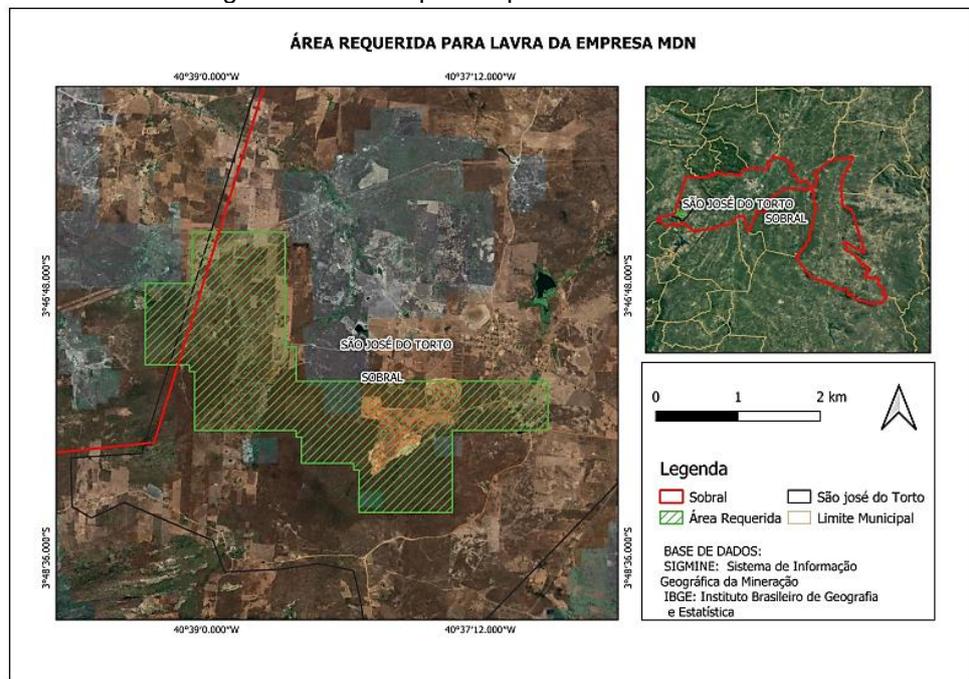
Empreendimento A: A empresa MDN Mineração do Nordeste Ltda, extrai minério de ferro na localidade de Angustura, no distrito de São José do Torto, no Município de Sobral – CE, aproximadamente a 235km de Fortaleza via CE-240 e BR-222. A área de pesquisa da empresa possui 667,97 ha, da qual 50,0 ha está sob Regime de Concessão de Lava. A área requerida ao Departamento Nacional da Produção Mineral está protocolizada com nº 800.072/2005 e a que se destina a lavra do minério limita-se às coordenadas 319.439/9.580.434 a 318.840/9.579.933. A figura 5 mostra o mapa de localização da MDN e a figura 6 a área requerida para lavra, em São José do Torto.

Figura 5 - Mapa de localização da MDN



Fonte: SANTOS, 2021.

Figura 6 - Área requerida para lavra.



Fonte: SANTOS, 2021.

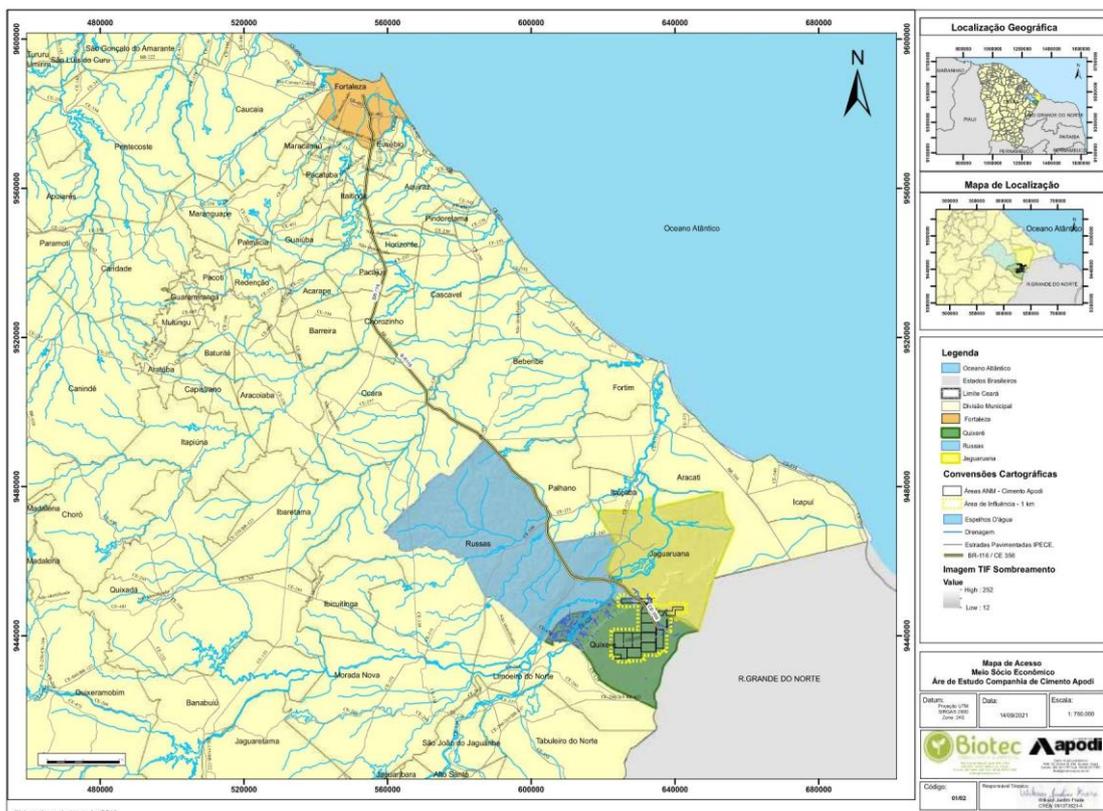
Empreendimento B: A empresa Companhia Industrial de Cimento Apodi lava as substâncias minerais argila e calcário que são utilizados na produção de cimento. A

área em estudos abrange 16 processos minerários, sendo que 6% destes é para extração exclusiva de argila, 18% para extração de argila e calcários e 76% somente para extração de calcário.

Com relação a localização do empreendimento, tem-se que 81% das áreas estão no município de Quixeré, 13% em Jaguaruana e 6% no município de Russas. Juntas, o empreendimento mineiro soma aproximadamente 12.163,32 hectares.

Uma vez que a maior parte do empreendimento está no município de Quixeré, a área de foco do estudo de impacto ambiental está nesse município. Assim, o acesso à área se dá a partir de Fortaleza via BR-116 e percorrendo 160km até a cidade de Russas. Do município de Russas via CE 356, percorre-se 30 km até a estrada que dá acesso a fábrica do Cimento Apodi. A figura 7 mostra o mapa de localização a área principal do estudo e a figura 8 mostra o mapa contendo as poligonais protocolizadas na Agência Nacional de Mineração.

Figura 7 - Acesso à área principal da Cimento Apodi partindo de Fortaleza.



Fonte: CIMENTO APODI, 2021.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EIA – Mineração do Nordeste

A avaliação dos impactos ambientais realizada pela empresa aconteceu de forma qualitativa. A identificação qualitativa dos impactos ambientais foi realizada por meio de uma análise de causa e efeito, onde o próprio empreendimento e as ações antrópicas realizadas são as causas e as alterações dos elementos ambientais, para cada fator ambiental, são os efeitos. Do ponto de vista metodológico, a ferramenta utilizada para identificação dos impactos ambientais foi o método Listas de verificação (checklists). O estudo identificou 29 impactos ambientais, os quais foram qualificados de acordo com o quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Parâmetros utilizados pela MDN na caracterização dos impactos ambientais.

Parâmetros de Avaliação																	
NATUREZA		FATOR AMBIENTAL			PROBABILIDADE E DE OCORRÊNCIA			ABRANGÊNCIA		DURAÇÃO		REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE			
BENÉFICO	ADVERSO	FÍSICO (Fi)	BIOLÓGICO (Bi)	SOCIOECONÔMICO	BAIXA	MÉDIA	ALTA	LOCAL	REGIONAL	TEMPORÁRIO	PERMANENTE	REVERSÍVEL (A)	IRREVERSÍVEL (B)	BAIXA	MÉDIA	ALTA	

FONTE: MDN, 2022.

Para avaliação da significância dos impactos, foi utilizada uma adaptação do diagrama condicional de Sorensen (1984), utilizando os seguintes critérios:

NATUREZA: o impacto pode ser positivo ou negativo ao meio ambiente;

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA: probabilidade real do impacto ocorrer, podendo ser baixa, media ou alta;

ABRANGÊNCIA: incidência do impacto no espaço geográfico, sendo local ou regional;

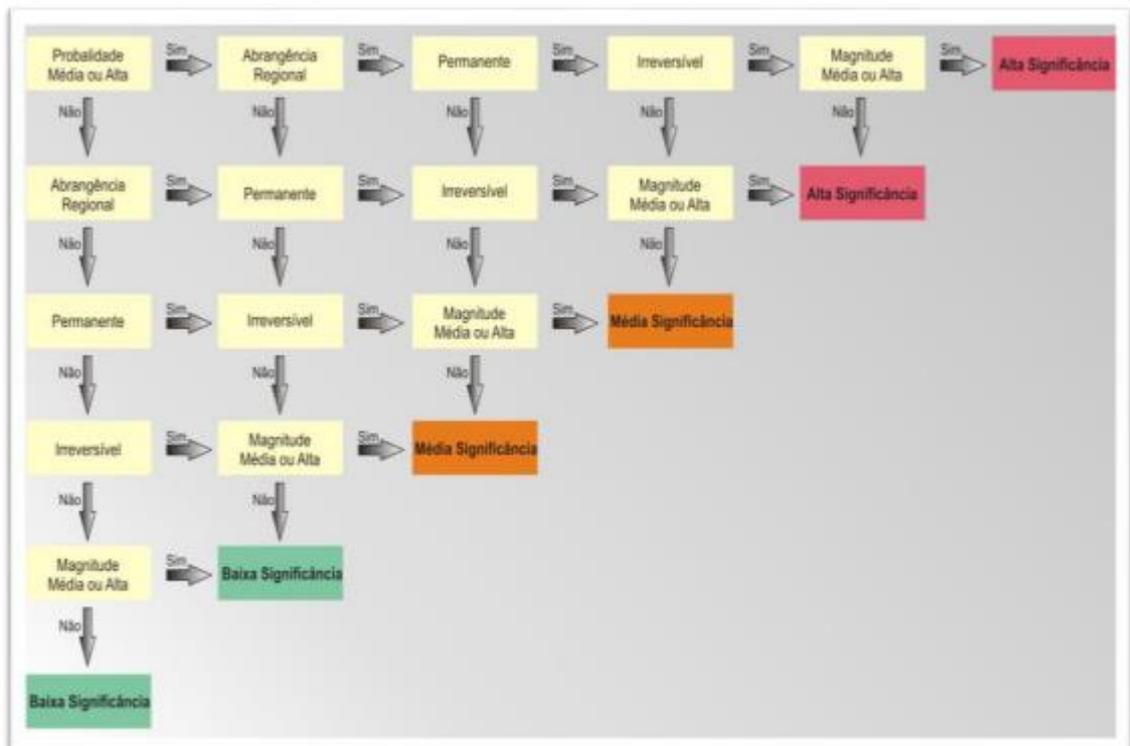
DURAÇÃO: tempo de atuação do impacto, podendo ser temporário ou permanente;

REVERSIBILIDADE: possibilidade de retorno as condições antes do impacto com a aplicação de medida mitigação ou suspensão da atividade geradora, podendo ser reversível ou irreversível;

MAGNITUDE: extensão do efeito do impacto sobre as características ambientais, em escala espacial e temporal, podendo ser alta, média ou baixa

Uma vez que cada impacto foi classificado conforme os parâmetros mencionados, os mesmos foram submetidos a um diagrama de significância, figura 9, sendo a significância do impacto um indicativo da importância do mesmo sobre o contexto da análise, segundo o método de Leopold (1971).

Figura 9 - Diagrama de significância utilizado na qualificação dos impactos ambientais da MDN.



FONTE: MDN, 2022.

5.2 EIA – Companhia Industrial de Cimento Apodi

O EIA da empresa foi realizado em uma abordagem qualitativa e quantitativa, onde qualitativamente se fez uso de uma listagem sequencial de Causas e Efeitos, *checklist*, de modo que também se fizesse confrontar os componentes impactantes e seus efeitos gerados. Assim, o estudo foi realizado sequencialmente da seguinte maneira:

- I. Identificação dos elementos ambientais;
- II. Identificação dos fatores geradores;
- III. Identificação dos impactos ambientais;
- IV. Magnitude

Os parâmetros utilizados na qualificação dos impactos ambientais foram: **Natureza, Importância, Manifestação, Reversibilidade, Ordem, Duração, Abrangência, Ocorrência e Efeito**. O Efeito do impacto está relacionado a capacidade que o impacto ambiental tem de se somar com outro impacto ambiental ou se multiplica, assim, o efeito de um impacto pode ser sinérgico, quando se acumulam no tempo x espaço e gera uma combinação de efeitos, ou não cumulativo.

A análise quantitativa visou mensurar a magnitude do impacto ambiental, assim, aos parâmetros utilizados na caracterização dos impactos foram atribuídos pesos. Assim, de acordo com a soma de pontos, foi possível definir quais impactos, dentro de sua natureza, eram mais relevantes. O quadro 4 mostra o sistema de pontuação atribuído aos parâmetros ambientais e o quadro 5 os possíveis graus de magnitudes atribuídos a cada um dos impactos ambientais identificados.

Quadro 4 - Sistema de pesos utilizados na definição da magnitude no AIA da Cimento Apodi.

Código	Atributo	Código da caracterização	Caracterização	Ponto
NI	Natureza	P	Positivo	+
		N	Negativo	-
IMP	Importância	S	Significativo	2
		M	Moderado	1
		NS	Não significativo	0
M	Manifestação	MI	Imediato	1
		MCP	Curto prazo	2
		MMP	Médio prazo	3
		MLP	Longo prazo	4
RV	Reversão	RR	Reversível	1
		RI	Irreversível	2
OR	Ordem	OD	Direta	2
		OI	Indireta	1
DR	Duração	TDr	Temporário	1
		CDr	Cíclico	2
		PDr	Permanente	3
AB	Abrangência	AbL	Local	1
		AbR	Regional	2
O	Ocorrência	OC	Certa	1
		OIN	Incerta	2

FONTE: Cimento Apodi, 2021.

Quadro 5 - Grau de magnitude.

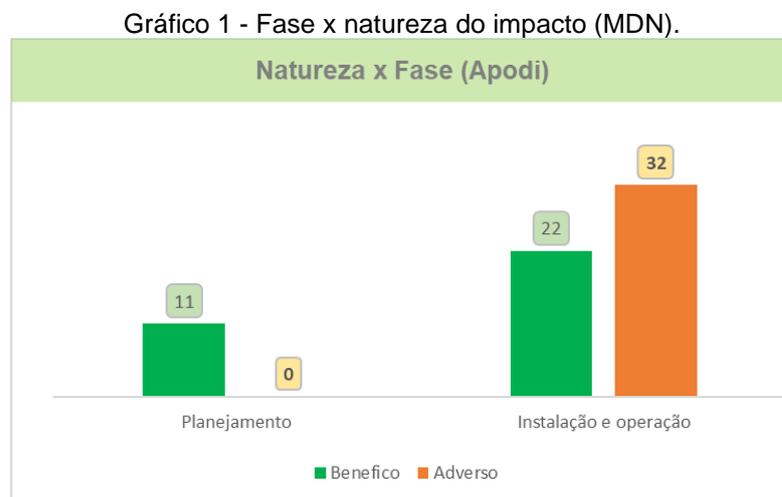
Magnitude	Caracterização	Índice
Ausência	Ausência de impacto ambiental significativo;	1 – 4
Pequena	Pequena magnitude do impacto ambiental em relação ao comprometimento dos recursos ambientais, inalterando o fator ambiental considerado;	5 – 8
Média	Média magnitude do impacto ambiental em relação ao comprometimento dos recursos ambientais, porém sem alcance para descaracterização do meio considerado;	9 – 12
Grande	Alta magnitude do impacto ambiental com alteração dos indicadores do meio ambiente considerado.	13 - 16
Excepcional	Altíssima magnitude do impacto ambiental.	17 - 20

FONTE: Cimento Apodi, 2021.

5.3 Análise Comparativa: MDN x Cimento Apodi

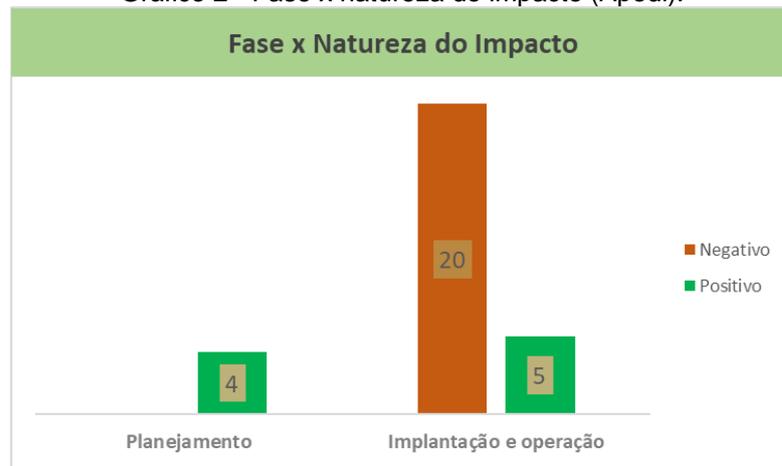
O estudo de impacto ambiental realizado pela MDN identificou 29 impactos ambientais em um total de 546,96 hectares, enquanto o EIA realizado pela Cimento Apodi identificou possíveis 65 impactos em uma área total de 12.163,32 hectares. Os impactos identificados por fase do empreendimento apresentaram uma totalidade de natureza positiva para a fase de planejamento em ambos os estudos, sendo que a MDN possui 13,8% dos impactos na fase de planejamento enquanto a Cimento Apodi possui 16,9%.

Igualmente em ambos os estudos, as fases de instalação e operação apresentaram uma predominância de impactos de natureza negativa, sendo que dos impactos identificados nessas fases, a MDN possui 80% dos impactos sendo negativos e a Cimento Apodi 59,3%. Os gráficos 1 e gráfico 2 apresentam, em termos absolutos, a distribuição dos impactos em uma relação de natureza e fase do empreendimento.



FONTE: Cimento Apodi, 2021.

Gráfico 2 - Fase x natureza do impacto (Apodi).



FONTE: Cimento Apodi, 2021.

Em ambos os estudos, os impactos foram levantados por meio do método de avaliação de impactos ambientais de *checklist*, identificando uma relação de causa e efeito. No entanto, embora o método de AIA seja o mesmo em ambos os estudos, notou-se uma variação na quantidade de parâmetros utilizados para caracterizar os impactos, bem como na escolha dos parâmetros, sendo que a MDN se utilizou de seis (6) indicadores, enquanto a Cimento Apodi utilizou um total de dez (10) indicadores. O quadro 6 apresenta os parâmetros utilizados em ambos os estudos.

Quadro 6 - Parâmetros usados nos AIAs das mineradoras.

MDN	Cimento Apodi
Natureza	Natureza
Probabilidade de ocorrência	Importância
Abrangência	Manifestação
Duração	Reversibilidade
Reversibilidade	Ordem
Magnitude	Duração
Significância	Abrangência
	Ocorrência
	Efeito
	Magnitude

FONTE: Cimento Apodi, 2021; MDN, 2022.

Os parâmetros em comum entre os estudos foram a Natureza do impacto, Abrangência, Duração, Reversibilidade e Magnitude. O AIA realizado pela MDN foi realizado de forma qualitativa e a Significância, sendo dependente dos demais parâmetros, de forma a reduzir sua subjetividade, foi a última característica atribuída aos impactos.

Já o AIA realizado pela Cimento Apodi, se deu de forma qualitativa e quantitativa. No estudo, a magnitude do impacto foi considerada um parâmetro quantitativo, onde a MDN considerou qualitativo. Assim, a magnitude foi definida por meio da soma de pesos que foram atribuídos aos demais parâmetros, de forma que este também foi o último parâmetro a ser definido para os impactos. Uma matriz de impactos ambientais montada por meio do AIA da Cimento Apodi encontra-se em anexo.

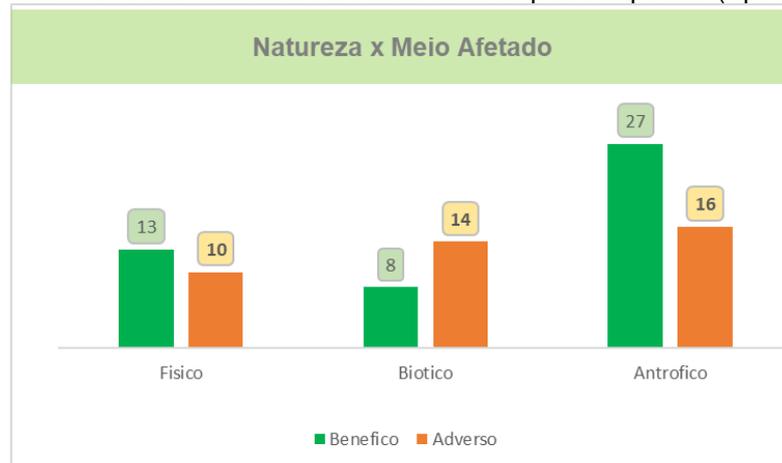
Os impactos levantados pela MDN foram alocados em uma matriz, quadro 7, onde foram relacionadas as fases do empreendimento aos meios afetados, fatores ambientais, onde cada impacto se mostrou presente em um ou mais fator ambiental, associados a seus respectivos aspectos causadores.

Quadro 7 - Lista de impactos x fator ambiental resultante do AIA da MDN.

Fases do Projeto	Numeração	Impactos Ambientais	Meio Biótico			Meio Físico					Meio Antrópico											
			Flora	Fauna	Desmatamento	U.C. localizadas na área de entorno do empreendimento	Qualidade e fluxo dos cursos d' água de alimentação e descarte	Emissão de Particulados e poeira	Corpos d'água	Solo	Níveis de ruído	Drenagem natural do terreno	Beleza cênica e paisagem	População	Manuseio do estéril	Estocagem	Transporte	Lavra	Mão de obra local	Malha ferroviária	Malha viária regional e na malha viária	Serviços de infraestrutura
Fase de Planejamento	1	Geração de Conhecimento Técnico-Científico	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	Geração de Conhecimento	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	Geração de Empregos Diretos e Indiretos Temporários											X					X				
	4	Expectativas favoráveis de agentes econômicos											X					X				
Fase de Implantação e Operação	5	Alteração na Qualidade do Ar e Geração de Ruídos e Vibrações						X		X		X										
	6	Perda da Cobertura Vegetal e Interferência em Áreas de Preservação Permanente (APP)	X	X	X		X		X	X	X											
	7	Alteração na Qualidade Hídrica Subterrânea					X		X		X	X	X									
	8	Suscetibilidade à Erosão e Desestabilização de Encosta	X		X					X		X										
	9	Riscos Geotécnicos Associados à Lavra								X							X					
	10	Alteração na Qualidade do Solo								X							X					
	11	Perdas de Solo								X					X		X					
	12	Descaracterização Paisagística e Visual	X	X			X					X	X									
	13	Supressão da Cobertura Edáfica																				
	14	Comprometimento do Patrimônio Espeleológico								X												

FONTE: MDN, 2022.

Gráfico 4 - Fator cumulativo no meio afetado pelos impactos (Apodi).

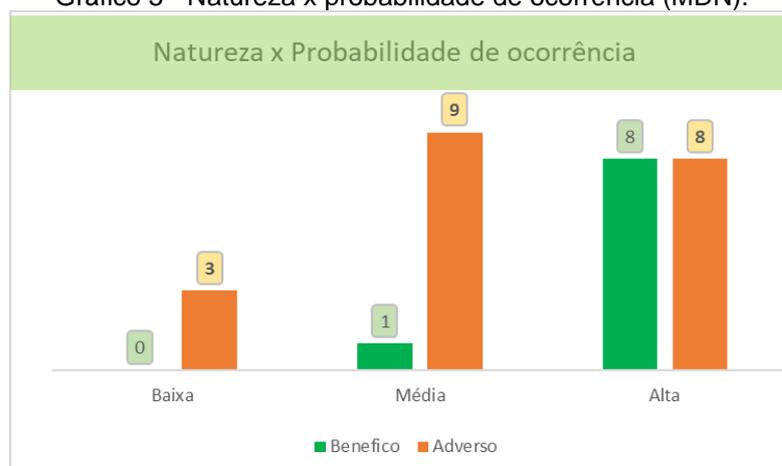


FONTE: elaborado pelo autor

É possível observar ainda, em termos absolutos, que o meio antrópico é o mais afetado nos dois casos, visto que a MDN possui um total de 24 (48%) impactos para este meio e a Cimento Apodi possui um total de 43 (49,4%).

No gráfico 5 observa-se um maior número de impactos ambientais com alta probabilidade de ocorrência, sendo representado por 55,2% do total de impactos, onde 50% destes são impactos positivos e 50% são impactos negativos. O estudo também levantou um considerável número de impactos de média probabilidade de ocorrência, representando 34,5% do total de impactos. Destes, 90% são de natureza negativa. A Cimento Apodi não utilizou a probabilidade de ocorrência como parâmetro de caracterização.

Gráfico 5 - Natureza x probabilidade de ocorrência (MDN).



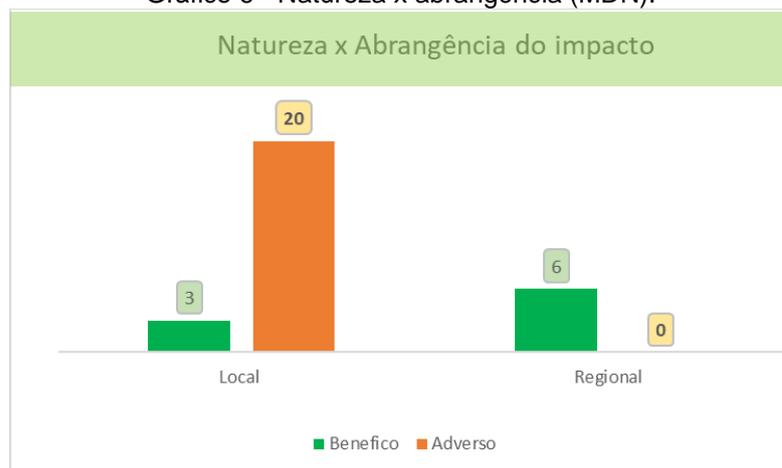
FONTE: elaborado pelo autor

O parâmetro abrangência do impacto foi utilizado por ambas as empresas e de acordo com o gráfico 6, do total de impacto levantados pela MDN, 79,3% incidem apenas localmente na área de intervenção do empreendimento, sendo que destes,

86,96% são impactos negativos. Isso implica que a maior parte dos impactos ambientais se manifestam apenas na ADA e AID. Os impactos que se irradiam para além da AID, representam um grupo minoritário de 20,7% do total de impacto, além do que estes são impactos de natureza positiva.

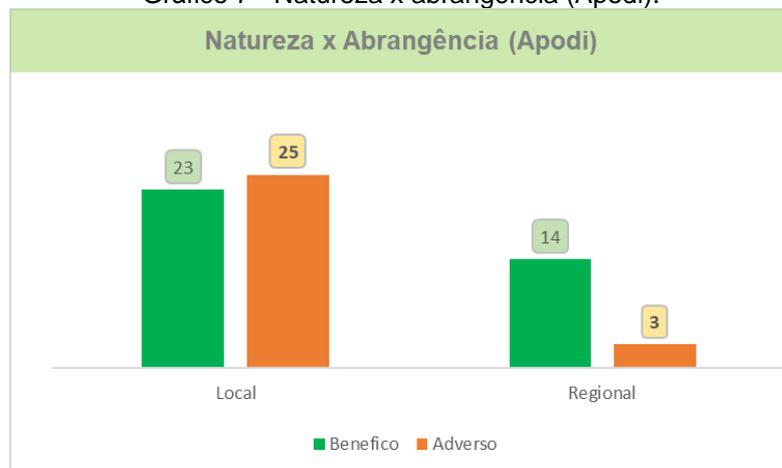
A Cimento Apodi considerou como Área Diretamente Afetada – ADA, toda a área do empreendimento, que a mesma considerou como sendo local. Assim, dos 65 impactos levantados, 74% são impactos locais e destes, 52% são de natureza negativa. 26% dos impactos acontecem aleatoriamente fora da área do empreendimento. No entanto, prevalece a natureza positiva desses impactos, sendo representado por um percentual de 82,4%. O gráfico 7 apresenta em termos absolutos a distribuição dos impactos na Cimento Apodi de acordo com sua abrangência.

Gráfico 6 - Natureza x abrangência (MDN).



FONTE: elaborado pelo autor

Gráfico 7 - Natureza x abrangência (Apodi).

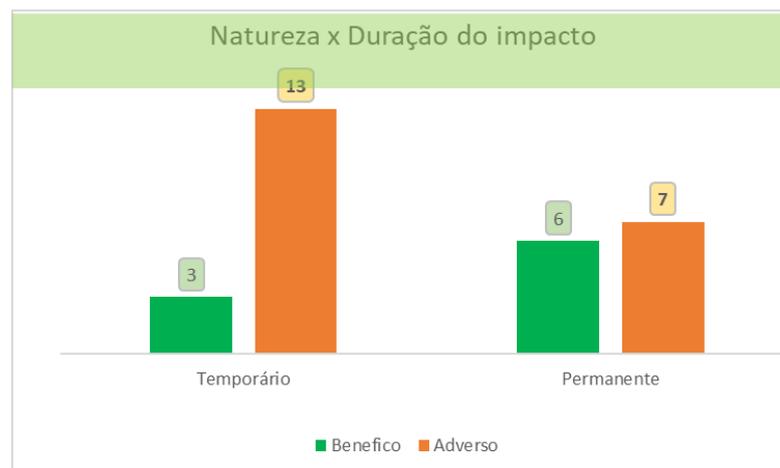


FONTE: elaborado pelo autor

A duração do impacto também foi utilizada como parâmetro nos dois estudos. No caso da MDN, 55,2% dos impactos possuem duração temporária, sendo que 81,3% destes são impactos adversos e apenas 18,7% são impactos benéficos. Os impactos de caráter permanente correspondem a um percentual de 44,8%, onde 46,2% são impactos positivos e 53,8% são impactos negativos.

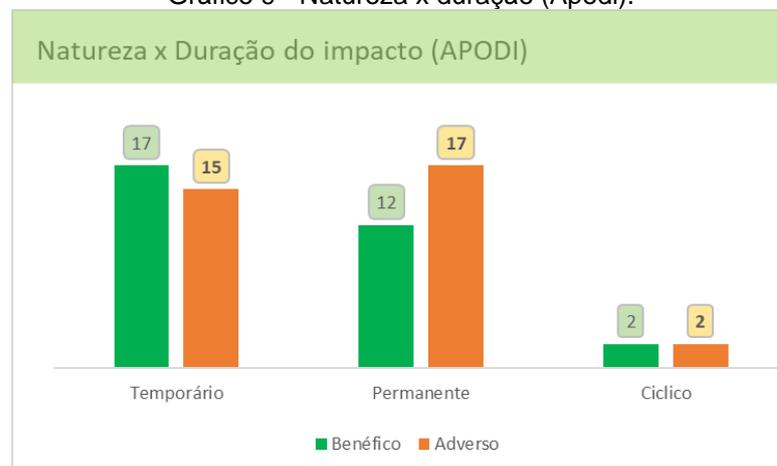
A Cimento Apodi utilizou um grau a mais para a duração do impacto, onde além de impactos temporários e permanentes, também foram definidos impactos como cíclicos. Assim, tem-se que 49% dos impactos são temporários e destes, 53% são de natureza benéfica. 44,6% são impactos permanentes, onde 58,6% destes são de natureza positiva e do total de 65 impactos, 6,4% são impactos cíclicos com 50% destes sendo positivos. Os Gráficos 8 e Gráfico 9 mostram a distribuição absoluta da duração do impacto de acordo com a natureza dos mesmos.

Gráfico 8 - Natureza x duração do impacto (MDN).



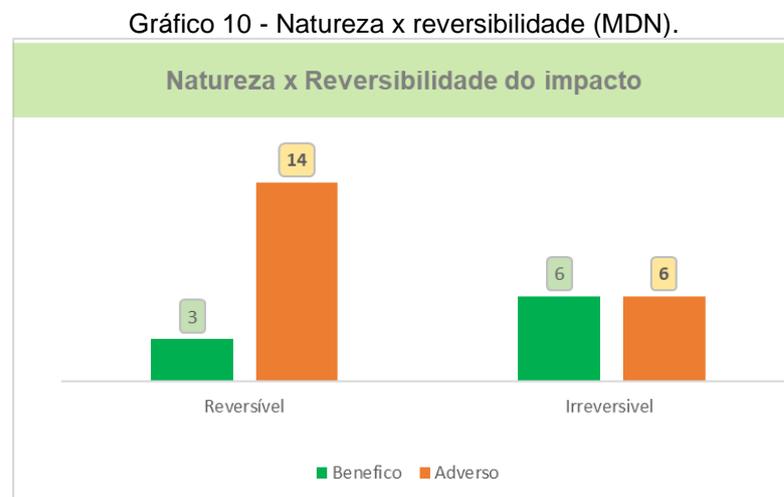
FONTE: elaborado pelo autor

Gráfico 9 - Natureza x duração (Apodi).

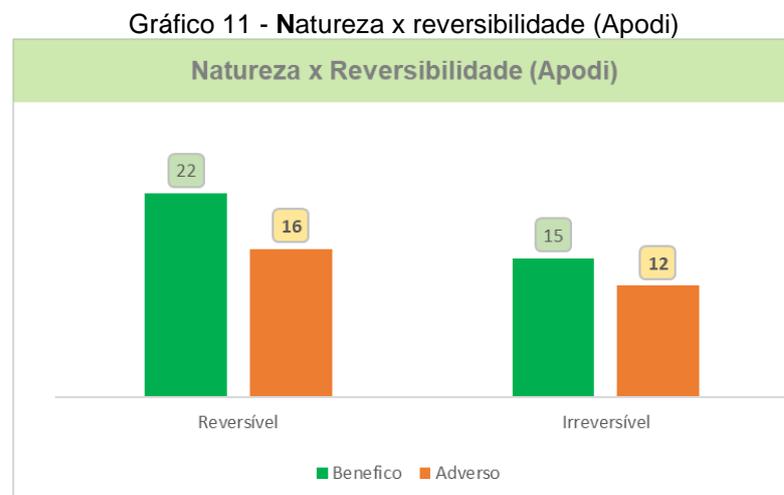


A reversibilidade do impacto também foi aplicada em ambos os estudos para efeito de caracterização. Do total de 29 impactos identificados pela MDN, é possível observar no gráfico 10 que 58,6% são impactos que podem ser revertidos com aplicação de medidas mitigadoras, onde 82,4% destes são de natureza negativa. Os impactos irreversíveis correspondem a um grupo de 41,4% com percentual de 50% para impactos positivos e 50% para impactos negativos.

Na Cimento Apodi, 58,5% dos impactos são reversíveis e destes, 57,9% são de natureza positiva. Já os impactos irreversíveis caracterizam 41,5% dos impactos com 55,6% destes de natureza benéfica. O gráfico 11 apresenta as informações da Cimento Apodi para o parâmetro de reversibilidade.



FONTE: elaborado pelo autor

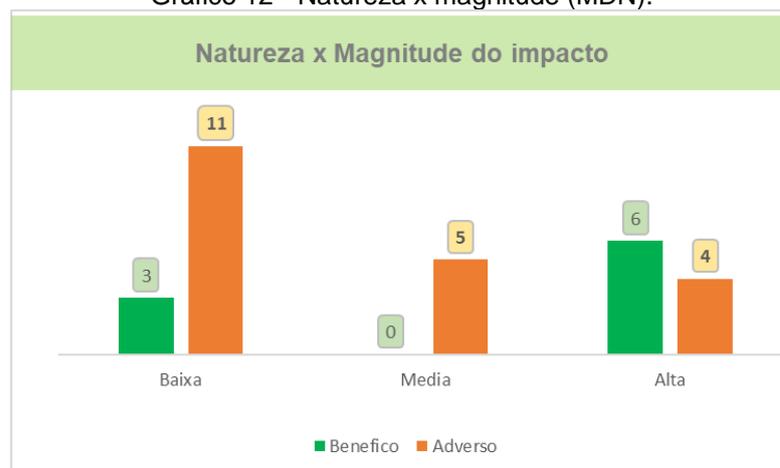


FONTE: elaborado pelo autor

A magnitude do impacto foi um parâmetro em que a MDN usou como característica qualitativa e a Cimento Apodi como característica quantitativa, como já mencionado anteriormente, com magnitude variando de ausente até excepcional (voltar no quadro 5). Tem-se que 48,3% dos impactos levantados no AIA da MDN são de baixa magnitude, 17,2% são de média magnitude e 34,5% são de alta magnitude. É possível observar que o maior número de impactos negativos é de baixa magnitude, sendo representado por um percentual de 78,6% dos impactos dessa classe. Por outro lado, o maior número de impactos de natureza benéfica ocorre em alta magnitude, de modo que 60% dos impactos dessa classe são de natureza positiva. O gráfico 12 mostra a distribuição da significância dos impactos de acordo com a natureza.

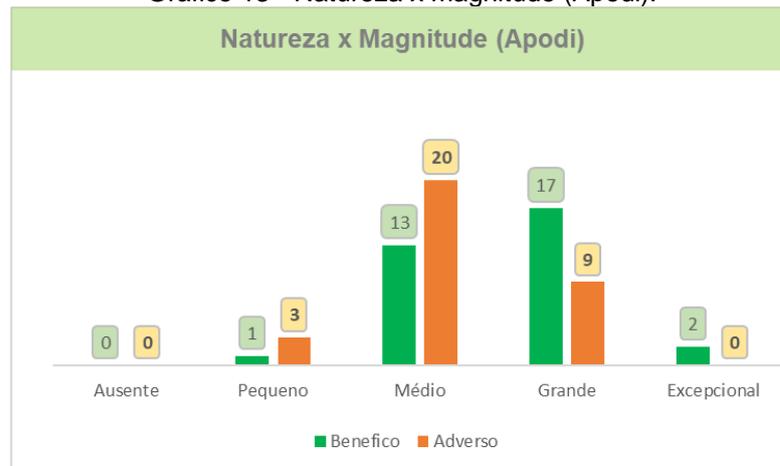
Com relação a Cimento Apodi que além de apontar a magnitude como pequeno (baixa), média e Grande (Alta), também incluiu os graus ausente e excepcional para caracterizar o impacto. Assim sendo, o gráfico 13 mostra que não houve nenhum impacto de magnitude ausente, 6,15% de magnitude pequena dos quais 75% de natureza negativa. 50,77% dos impactos são de média magnitude com predominância de impactos de natureza negativa, sendo 60,61% dos impactos dessa classe. Uma parcela de 40% é de grande magnitude com 65,38% destes de natureza benéfica e apenas 3,08% caracterizado com excepcional magnitude, onde 100% dos impactos são positivos.

Gráfico 12 - Natureza x magnitude (MDN).



FONTE: elaborado pelo autor

Gráfico 13 - Natureza x magnitude (Apodi).



FONTE: elaborado pelo autor

Já no gráfico de significância, gráfico 14, observa-se que os impactos estão distribuídos da seguinte forma, em termos percentuais, 34,5% de impactos com baixa significância, 37,9% dos impactos com média significância e 27,6% são de alta significância, onde 80% dos impactos de baixa significância são de natureza negativa, 90,1% dos impactos de média significância são negativos e 75% dos impactos de alta significância também são de natureza positiva. O parâmetro de significância não foi utilizado no estudo ambiental da Cimento Apodi.

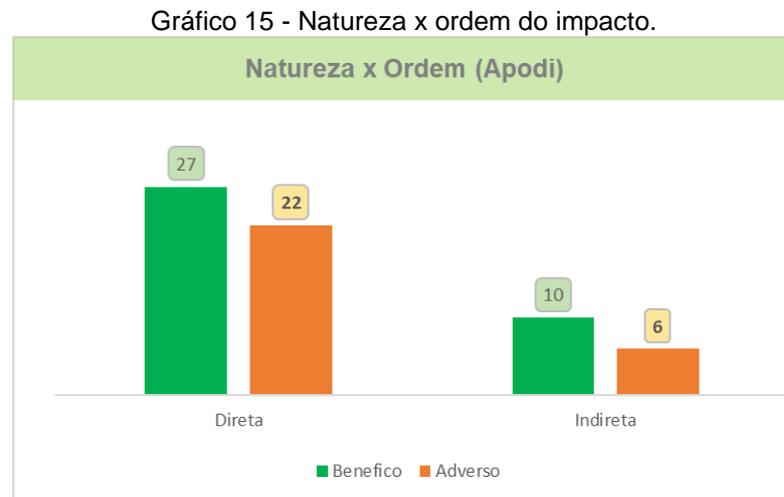
Gráfico 14 - Natureza x significância do impacto.



FONTE: elaborado pelo autor

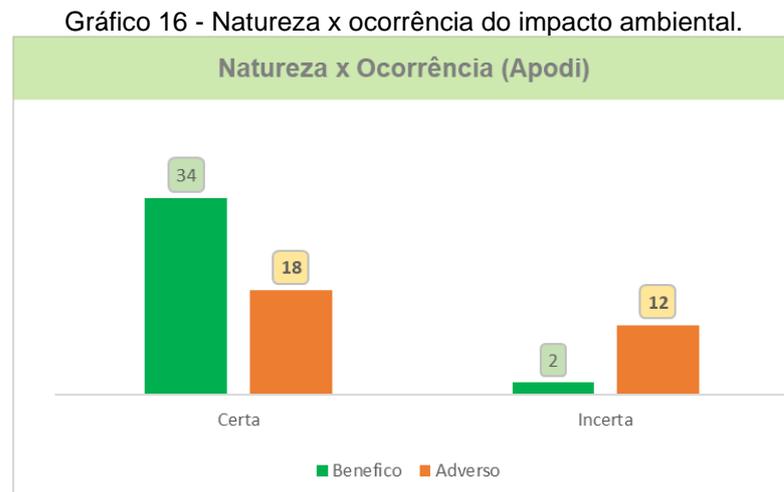
O parâmetro ordem do impacto foi utilizado apenas pela mineração Cimento Apodi. Assim sendo, de acordo com o gráfico 15, 75,38% dos impactos são de ordem direta e 24,62% são de ordem indireta. Dos impactos de ordem direta, 55,10% são impactos positivos e apenas 44,9% são negativos. Os impactos positivos

também são predominância para a ordem indireta, onde 62,5% destes são positivos e 37,5% são negativos.



FONTE: elaborado pelo autor

Com relação a ocorrência do impacto, parâmetro apenas utilizado pela Cimento Apodi, tem-se que 78,5% dos impactos são de ocorrência direta, tal que 72,55% destes são de natureza positiva e 27,45% são de ocorrência indireta, onde 85,71% são de natureza negativa. O gráfico 16 mostra em termos absoluto a distribuição dos impactos para este parâmetro.

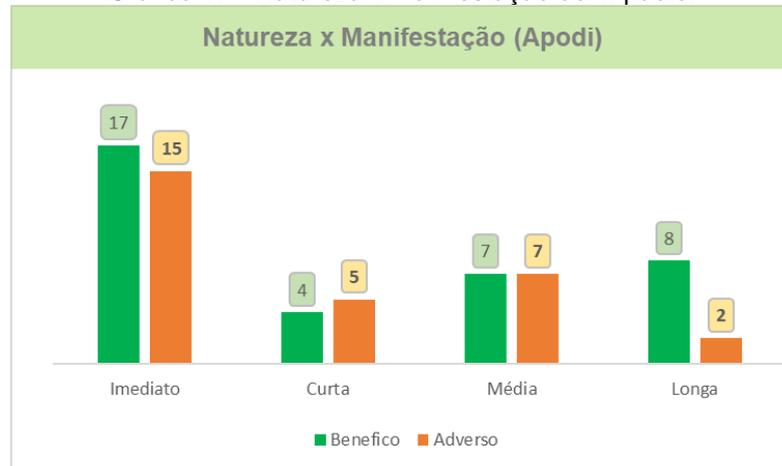


FONTE: elaborado pelo autor

A manifestação dos impactos identificados no EIA da Cimento Apodi estão distribuídos em 49,23% para impactos de manifestação imediata, 13,85% em impactos de manifestação curta, 21,54% para impactos de manifestação média e 15,38% em impactos de manifestação longa. Dos impactos de manifestação imediata, 53,13% são de natureza positiva; impactos de curta manifestação tem 55,56% de

natureza negativa, impactos de média manifestação está equilibrada em 50% para natureza positiva e negativa, e uma predominância de 80% de impactos de natureza positiva na classe de manifestação longa. O gráfico 17 resume as informações em termos absolutos.

Gráfico 17 - Natureza x manifestação do impacto.



FONTE: elaborado pelo autor

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi fazer uma avaliação comparativa entre os dois Estudos de Impacto Ambiental (EIA) realizados para as empresas Mineração do Nordeste Ltda e Companhia Industrial de Cimento Apodi com foco nos métodos de Avaliação de Impactos Ambientais escolhidos para os estudos. Ambos os estudos utilizaram o método de *checklist* para identificar os possíveis impactos ambientais em suas áreas de influência, sendo a Mineração do Nordeste possuidora de uma área de apenas 5,49% em relação à área de influência da Cimento Apodi (12.163,32 ha), está mapeou 29 impactos ambientais enquanto a Cimento Apodi identificou 65 possíveis impactos.

Embora o método tenha sido o mesmo no processo de AIA, a abordagem das duas empresas mostrou variação, tanto na quantidade de parâmetros utilizados para a caracterização do impacto, quanto na forma como os estudos classificaram alguns dos parâmetros. O AIA realizado para a Cimento Apodi se utilizou de 10 parâmetros para caracterizar o impacto, sendo que o estudo tornou o parâmetro magnitude função dos parâmetros: importância do impacto, manifestação, reversibilidade, ordem, duração, abrangência, ocorrência e efeito, de forma que a magnitude fosse expressa em termos quantitativo, diferente dos demais parâmetros que gradualmente caracterizaram os impactos de forma subjetiva.

Por outro lado, o AIA realizado para a Mineração do Nordeste utilizando uma abordagem apenas qualitativa, utilizou apenas 7 indicadores como parâmetros de caracterização dos impactos, sendo: Natureza do impacto, probabilidade de ocorrência, abrangência, duração, reversibilidade, magnitude e significância. O estudo também tornou o parâmetro significância função dos demais indicadores, de forma que a subjetividade de sua definição fosse superada, por meio do diagrama de significância. Mesmo assim, o resultado das avaliações dos dois empreendimentos aponta que o método escolhido apresenta certo grau de subjetividade. A utilização de metodologias mais robustas (como matrizes ou redes de interação) ou mais sofisticadas (como simulações computadorizadas) poderiam contribuir para reduzir a carga de subjetividade, no entanto, tornam a AIA muito mais dispendiosa.

Constatou-se que ambos os estudos, embora utilizando abordagem distinta no método de AIA, atenderam o artigo 6º da Resolução CONAMA 237/97 que torna

obrigatório que a avaliação dos impactos ambientais nos empreendimentos aponte as possíveis alterações na área de influência com relação a natureza da alteração (impacto), a ordem, manifestação, duração, reversibilidade e efeito. Os resultados obtidos demonstram que a AIA é uma ferramenta extremamente importante para avaliar o potencial risco que empreendimento como as atividades de mineração têm de degradar o meio ambiente, contribuindo para minimizar os impactos e alcançar um desenvolvimento mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001**: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 41 p.

ATAÍDE, P. **Direito minerário**. 4º ed. ver., ver., atual. e ampl. – São Paulo: Ed. Juspodivm, 2022. 320p.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. L. B.; ESTON, S. M. **Aspectos e impactos ambientais de pedreiras em área urbana**. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, 59.1, p. 47-54, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Resolução nº 68, de 30 de abril de 2021**. Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001. Diário Oficial da União. Brasília, 30 de abr. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-anm-n-68-de-30-de-abril-de-2021-317640591>. Acesso em: 25 de mar. 2022.

CARVALHO, C. G. *et al.* **A dependência da arrecadação do município de Ouro Preto do setor mineral**. Rem: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, nº 65, p. 385-392. 2012.

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

CEARÁ. **Relatório de diagnóstico ambiental da bacia do Acaraú**. 2016. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Relatorio%20Diagnostico%20Ambiental%20da%20Bacia%20do%20Acarau.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mineração e Economia Verde**. Instituto Brasileiro de Mineração. Brasília: CNI, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Entenda a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais)**. Estudos Técnicos, CNM. v. 5. 2012

CREMONEZ, F.E., *et al.* **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. *Revista Monografias Ambientais*, 2014, 13.5: 3821-3830. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14689/pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

CSN MINERAÇÃO. **Minério de Ferro**. Disponível em: <https://ri.csnmineracao.com.br/a-companhia/minerio-de-ferro/>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

CURI, Adilson. **Lavra de minas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DE ALBUQUERQUE, P. J. R. **Avaliação de um solo laterítico coluvionar de Campinas/SP, por diferentes procedimentos de determinação de índices físicos**. Universidade de Campinas, Campinas: Unicamp, 2006.

DE 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.

DE MORAIS, C.D.; D'AQUINO, C.A. **Avaliação de impactos ambientais: uma revisão da literatura sob as principais metodologias**. In. 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense. Araranguá-SC. 2016.

DE OLIVEIRA, D. C.; MOHRIAK, W. U. **Jaibaras trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag basin, Northern Brazil**. Marine and Petroleum geology, v. 20, n. 3-4, p. 351-383, 2003.

DIAS, C.F.S.; RODRIGUES C.P. **Mineração e Economia Verde** / Confederação Nacional da Indústria. Instituto Brasileiro de Mineração. Brasília: CNI, 2012.

ELAW – ENVIRONMENTAL LAW ALLIANCE WORLDWIDE. **Guidebook for evaluating mining project EIAs**. Eugene, OR: Environmental Law Alliance Worldwide, 2010.

EUCLYDES, A.CP. **Contradições da política ambiental por meio de incentivos financeiros: os casos do ICMS ecológico e da CFEM nos municípios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil)**. *Revista Árvore*, 2013, 37.6: 1083-1092.

FEDRA, K.; WINKELBAUER, L.; PANTULU, V.R. **Expert systems for environmental screening**. An application in the lower Mekong basin.1991. Disponível em: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/3481/1/RR-91-019.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FELISBERTO, L.A.R. **Identificação de impactos ambientais na área do aterro controlado da cidade de morrinhos, em goiás, por meio do método checklist**. *Revista de Estudos Interdisciplinares*, 2021, 3.4: p.63-72.

FERREIRA, L.A. **Escavação e exploração de minas a céu aberto**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 134. 2013.

GUIMARÃES, J. C. *et al.* **Avaliação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes da mineração de bauxita no sul de Minas Gerais**. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Gestão e Manejo de Rejeitos na Mineração**. Brasília, 2016.

JEBER, A.; PROFETA, A.L. **Recursos Minerais de Minas Gerais: Meio Ambiente e Mineração**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

LESSA, F. G. N. **ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL – EVA: EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO**. MDN: Fortaleza, p.210. 2015.

LIMA, M. H. R.; TEIXEIRA, N. S. **A contribuição da grande mineração às comunidades locais: uma perspectiva econômica social**. Comunicação Técnica

elaborada para o III Fórum de Mineração–Bens Minerais e Desenvolvimento Sustentável, realizado na Univ. Federal de Pernambuco–UFPE–25 a, v. 28, 2006.

LIMA, M.H.M.R. **A Atividade da mineração e sua participação na renda municipal do estado de Minas Gerais e do estado do Pará.** In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2005. CETEM – Rio de Janeiro, 2005.

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

MILANEZ, B. **Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação.** Boletim Regional, Urbano e Ambiental. IPEA, 2017.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V.E.L. **Análise de viabilidade ambiental.** In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Org.). Engenharia Ambiental. Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

OMETTO, A. R. *et al.* **Gestão Ambiental de Empresas.** In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Org.). Engenharia Ambiental. Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M. **Projeto mapa geológico e de recursos minerais do estado do Ceará.** Levantamentos geológicos e integração geológica regional. Fortaleza – CPRM, 2021. ISBN 978-65-5664-163-8.

ROSIÈRE, C.A; CHEMALE JR, F. **Itabiritos e Minério de Ferro de Alto Teor do Quadrilátero Ferrífero – Uma Visão Geral e Discussão.** Geonomos, 2000.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, L. F. A. **Caracterização tecnológica de argilas localizadas na área da empresa Mineração do Nordeste.** Tese (Graduação) – Universidade Federal do Ceará. Crateús, p. 47. 2021.

Soluções Ambientais, Ambientagro. **CURSO LICENCIAMENTO AMBIENTAL / Ambientagro Soluções Ambientais.** – Ed., ver. e ampl, 2017. 111 f.: il. color. Fortaleza, 2017. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará.

SORENSEN, D. A., KENNEDY, B. W. **Estimation of response to selection using leastsquare and mixed model methodology.** Journal of Animals Science, v.58, n.4, p.1097-1106, apr., 1984

STAMM, H.R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte:** estudo de caso de uma usina termelétrica. Tese (Doutorado em engenharia de produção) – Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 286. 2003.

TAKEHARA, L. **Caracterização Geometalúrgica dos principais minérios de ferro brasileiro - fração Sínter Feed.** Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 403. 2004.

U.S.G.S, 2021. **Mineral Commodity Summaries 2021:** U.S. Geological Survey, p.200. Disponível em: <https://doi.org/10.3133/mcs2021>.

VASCONCELOS, R. F. et al. **Propostas de medidas mitigatórias em áreas de mineração em Municípios do Estado da Paraíba.** In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2009.

VASCONCELOS, R. F. et al. **Propostas de medidas mitigatórias em áreas de mineração em Municípios do Estado da Paraíba.** In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2009.

ANEXO - MATRIZ DOS IMPACTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO DE CAUSA E EFEITO DA CIMENTO APODI.

Fa se	ID	Identificação dos impactos	Fator gerador de impacto	MEIO IMPACTADO			AVALIAÇÃO DO IMPACTO							
				FISI CO	BIÓTI CO	ANT RO.	Natu reza	Import ância	Manife stação	Reve rsão	Ord em	Dura ção	Abrang ência	Ocorr ência
PLANEJAMENTO	IA0 01	Análise econômica de custos e benefícios do projeto	Estudos básicos e de viabilidade minerária			x	P	S	MI	RR	OD	PDr	AbR	OC
	IA0 02	Demarcação e arrendamento de áreas	Estudos básicos, Estudo de Viabilidade, EIA/RIMA			x	P	S	MLP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 03	Constituição de acervo técnico	Levantamento topográfico, estudos geotécnicos e hidrogeológicos			x	P	S	MI	RI	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 04	Projeto para uso e ocupação do solo e definição das frentes de lavra	EIA/RIMA, Projeto básico	x	x	x	P	S	MMP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 05	Definição da capacidade de suporte do solo	Levantamento topográfico, estudos geotécnicos e hidrogeológicos	x			P	NS	MI	RI	OI	TDr	AbL	OC
	IA0 06	Definição do escoamento natural do terreno	Levantamento topográfico, estudos geotécnicos e hidrogeológicos	x			P	S	MI	RI	OI	TDr	AbL	OC
	IA0 07	Sondagens e estudo dos minérios	Caracterização do potencial das áreas	x			P	S	MLP	RI	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 08	Contratação de serviços especializados	Projeto básico da Extração de calcário e argila, EIA/RIMA e estudos minerários			x	P	S	MI	RR	OD	TDr	AbR	OC
	IA0 09	Diagnóstico ambiental (físico, biótico e socioeconômico)	Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental	x	x	x	P	S	MI	RI	OI	TDr	AbL	OC
	IA0 10	Demarcação das áreas de interesse ambiental	Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental	x	x		P	S	MI	RI	OI	TDr	AbL	OC
	IA0 11	Arrecadação tributária	Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental			x	P	M	MI	RR	OD	CDr	AbR	OC
IMPLANTAÇÃO	IA0 12	Geração de emprego e renda	Execução do projeto e migração de pessoas nas fases de implantação			x	P	S	MCP	RI	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 13	Alterações topográficas	Execução do projeto	x		x	N	S	MCP	RR	OI	TDR	AbL	OC
	IA0 14	Interferência nos hábitos locais	Execução do projeto			x	N	M	MCP	RR	OI	TDR	AbL	OIN
	IA0 15	Dinamização da economia e do comércio local	Execução do projeto e migração de pessoas nas fases de implantação			x	P	M	MI	RI	OI	TDR	AbL	OC
	IA0 16	Melhoria na qualidade de vida da população local (Aumento de renda)	Execução do projeto e migração de pessoas nas fases de implantação			x	N	M	MI	RR	OI	PDr	AbL	OC
	IA0 17	Arrecadação tributária	Execução do projeto			x	P	S	MCP	RI	OI	PDr	AbL	OC
	IA0 18	Proteção das áreas legalmente protegidas (Reserva Legal e APPs) e definição das frentes de lavra	Execução do projeto	x	x		P	S	MMP	RR	OD	PDr	AbL	OC

FONTE: CIMENTO APODI, 2021

ANEXO - MATRIZ DOS IMPACTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO DE CAUSA E EFEITO DA CIMENTO APODI.

Fa se	ID	Identificação dos impactos	Fator gerador de impacto	MEIO IMPACTADO			AVALIAÇÃO DO IMPACTO							
				FISI CO	BIÓT ICO	ANT RO.	Natu reza	Import ância	Manife stação	Reve rsão	Ord em	Dura ção	Abrang ência	Ocorr ência
	IA0 19	Alterações pedológicas e morfoestruturais	Instalação dos equipamentos, terraplanagem e vias de acesso	x			N	NS	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 20	Maximização dos processos erosivos	instalação dos equipamentos e vias de acesso	x			N	M	MMP	RR	OD	PDR	AbL	OIN
	IA0 21	Controle e Monitoramento ambiental	Execução das medidas de controle ambiental	x	x	x	P	S	MMP	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 22	Geração de resíduos sólidos	Funcionamento do canteiro de obras, instalação dos equipamentos	x		x	N	S	MCP	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 23	Segregação e destinação adequada de resíduos sólidos	Execução das medidas de controle ambiental	x		x	P	S	MCP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 24	Geração de efluentes líquidos	Funcionamento do canteiro de obras e do refeitório	x		x	N	S	MCP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 25	Tratamento do efluente líquido para descarte	Execução das medidas de controle ambiental	x		x	P	S	MCP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 26	Riscos de acidentes de percurso	Execução do projeto, aumento do fluxo de veículos e máquinas			x	N	M	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 27	Alterações das condições de tráfego	Execução do projeto, aumento do fluxo de veículos e máquinas			x	N	M	MMP	RR	OI	TDR	AbR	OC
	IA0 28	Benfeitoria das vias de acessos preexistentes	Execução do projeto, aumento do fluxo de veículos e máquinas	x	x	x	P	M	MCP	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 29	Perda da cobertura vegetal	Motangem de equipamentos, instalação de vias de acesso		x		N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 30	Redução da diversidade florística	Supressão vegetal		x		N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 31	Fuga e afugentamento da fauna	Perda da cobertura vegetal, aumento do fluxo de pessoas, veículos e máquinas		x		N	S	MI	RI	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 32	Perda de habitat para a fauna local	Supressão vegetal		x	x	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 33	Risco de acidente pelo atropelamento de indivíduo da fauna	Perda da cobertura vegetal, aumento do fluxo de pessoas, veículos e máquinas		x		N	S	MI	RI	OD	TDR	AbL	OIN
	IA0 34	Aumento da probabilidade de abates da fauna	Atividades de supressão vegetal		x		N	S	MMP	RR	OI	TDR	AbL	OIN
	IA0 35	Perda de processos ecológicos	Perda da cobertura vegetal, aumento do fluxo de pessoas		x		N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 36	Aumento de espécies da fauna sinantrópica e vetores de doenças	Supressão vegetal		x		N	NS	MMP	RR	OI	TDR	AbL	OIN

FONTE: CIMENTO APODI, 2021

ANEXO - MATRIZ DOS IMPACTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO DE CAUSA E EFEITO DA CIMENTO APODI.

Fa se	ID	Identificação dos impactos	Fator gerador de impacto	MEIO IMPACTADO			AVALIAÇÃO DO IMPACTO							
				FISI CO	BIÓT ICO	ANT RO.	Natu reza	Import ância	Manife stação	Reve rsão	Ord em	Dura ção	Abrang ência	Ocorr ência
	IA0 37	Alteração na Qualidade da água	Execução do projeto	x	x		N	M	MMP	RR	OI	TDR	AbL	OIN
	IA0 38	Fragmentação do habitat para fauna silvestre	Supressão vegetal		x		N	S	MI	RR	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 39	Riscos de acidentes de trabalho	Execução do projeto			x	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 40	Riscos de acidentes com a fauna silvestre (animais peçonhentos e zoonoses)	Execução do projeto		x	x	N	S	MCP	RR	OD	TDR	AbL	OIN
	IA0 41	Riscos de acidentes com óleos e graxas devido a utilização de maquinário pesado	Execução do projeto, aumento do fluxo de veículos e máquinas	x	x		N	S	MI	RR	OD	TDR	AbR	OIN
	IA0 42	Aumento do risco de acidentes viários	Execução do projeto, aumento do fluxo de veículos e máquinas			x	N	M	MI	RR	OD	CDr	AbR	OC
	IA0 43	Aumento da segurança no entorno do empreendimento	Instalação e operação das lavras de calcário e argila			x	P	M	MMP	RR	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 44	Alteração do fluxo hidrológico superficial	Execução do projeto	x			N	M	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 45	Aumento do risco de perda de material arqueológico	Execução do projeto (escavações)			x	N	M	MI	RI	OD	TDR	AbL	OIN
	IA0 46	Contratação de empresas especializadas	Execução do projeto			x	P	S	MI	RR	OD	TDR	AbR	OC
	IA0 47	Emissão de ruídos e vibrações	instalação dos equipamentos e aumento do tráfego de veículos e máquinas			x	N	M	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 48	Alteração da qualidade do ar e emissão de particulado	Aumento do fluxo de carros e máquinas	x			N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 49	Alteração da paisagem e impacto visual	Execução do projeto	x	x	x	N	S	MMP	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 50	Capacitação e treinamento da mão de obra local	Execução do projeto			x	P	S	MMP	RI	OD	TDR	AbL	OC
	IA0 51	Segurança operacional	Execução do projeto			x	P	S	MMP	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 52	Controle dos riscos de acidentes ambientais e operacionais	Execução de Programas de Monitoramento			x	P	S	MMP	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 53	Desmobilização da mão de obra após a fase de instalação	Desmobilização de pessoal			x	N	S	MMP	RI	OD	PDR	AbL	OC
	IA0 54	Desmobilização e limpeza geral da obra	Execução do projeto	x	x	x	P	S	MI	RI	OD	TDR	AbL	OC

FONTE: CIMENTO APODI, 2021

ANEXO - MATRIZ DOS IMPACTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO DE CAUSA E EFEITO DA CIMENTO APODI.

Fa se	ID	Identificação dos impactos	Fator gerador de impacto	MEIO IMPACTADO			AVALIAÇÃO DO IMPACTO							
				FISI CO	BIÓTI CO	ANT RO.	Natu reza	Import ância	Manife stação	Reve rsão	Ord em	Dura ção	Abrang ência	Ocorr ência
OPER AÇÃO	IA0 55	Estabilização da qualidade ambiental	Recuperação das áreas degradadas	x	x		P	S	MLP	RR	OD	PDR	AbL	OIN
	IA0 56	Atração de novos investimentos	Execução das atividades de extração mineral			x	P	S	MMP	RI	OD	PDr	AbR	OIN
	IA0 57	Tensão emocional da população	Permanência da empresa na região			x	N	NS	MCP	RI	OI	PDr	AbL	OIN
	IA0 58	Riscos de acidentes ambientais	Execução das atividades de extração mineral	x	x		N	NS	MLP	RI	OD	PDr	AbL	OIN
	IA0 59	Riscos de acidentes de trabalho	Execução das atividades de extração mineral			x	N	NS	MLP	RI	OD	PDr	AbL	OIN
	IA0 60	Ampliação da matriz minerária cearense	Execução das atividades de extração mineral			x	P	S	MLP	RI	OD	PDr	AbR	OC
	IA0 61	Suporte para o crescimento econômico	Permanência da empresa na região			x	P	S	MLP	RI	OD	PDr	Abr	OC
	IA0 62	Manutenção dos ecossistemas	Estabilização da paisagem			x	P	S	MMP	RR	OD	PDr	AbL	OC
	IA0 63	Oferta de empregos diretos	Execução das atividades de extração mineral			x	P	M	MI	RR	OD	PDr	AbR	OC
	IA0 64	Confiabilidade no setor minerário local e regional	Execução das atividades de extração mineral			x	P	S	MLP	RR	OD	PDr	AbR	OC
	IA0 65	Arrecadação tributária	Execução das atividades de extração mineral			x	P	M	MLP	RI	OI	PDr	AbR	OC

FONTE: CIMENTO APODI, 2021