



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS ARAPIRACA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

WESLEY CHARLES JULIÃO OLIVEIRA

**ASPECTOS DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RESULTANTES DA
MINERAÇÃO: MACEIÓ COMO UM ESTUDO DE CASO**

ARAPIRACA

2023

WESLEY CHARLES JULIÃO OLIVEIRA

ASPECTOS DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RESULTANTES DA MINERAÇÃO:
MACEIÓ COMO UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao corpo docente do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, *Campus* Arapiraca, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Marcia Cristina da Silva.

ARAPIRACA

2023



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Campus Arapiraca - BCA

O48a Oliveira, Wesley Charles Julião
Aspectos dos impactos socioambientais resultantes da mineração: Maceió como um estudo de caso / Wesley Charles Julião Oliveira. – Arapiraca, 2023.
41 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marcia Cristina da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas.)
Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2023.
Disponível em: Universidade Digital (UD) – UFAL (*Campus* Arapiraca).
Referências: f. 37-41.

1. Desastres urbanos 2. Impacto ambiental 3. Mineração – Aspectos ambientais
I. Silva, Marcia Cristina da II. Título.

CDU 57

WESLEY CHARLES JULIÃO OLIVEIRA

ASPECTOS DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RESULTANTES DA MINERAÇÃO:
MACEIÓ COMO UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao corpo docente do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, *Campus Arapiraca*, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Profa. Dra. Marcia Cristina da Silva.

Data de aprovação: 02 de maio de 2023

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MARCIA CRISTINA DA SILVA
Data: 25/05/2023 20:12:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora: Profa. Dra. Marcia Cristina da Silva
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente
 BRUNO FERREIRA
Data: 26/05/2023 21:50:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo: Prof. Dr. Bruno Ferreira
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente
 EDUARDO PAES BARRETO
Data: 25/05/2023 21:21:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo: Prof. Dr. Eduardo Paes Barreto
(Instituto de Tecnologia de Pernambuco)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me sustentado durante todos esses anos de muita luta e dedicação, para superar os obstáculos que a vida me impôs, e seguir em busca dos meus sonhos.

Agradeço também a minha querida avó e mãe Maria Dulce, que em vida sonhou em me ver na universidade, que realizou esse sonho antes de partir desse plano, que foi todos os dias a pessoa em quem eu me inspirei para levantar e ir em busca dos meus objetivos.

Agradeço também a minha mãe Evilane e meu tio Everton, pelo incentivo diário, por toda a força e suporte, que foram sem dúvidas de extrema importância para que eu continuasse me dedicando ao máximo.

A minha namorada, amiga e parceira de todos os momentos, Erlaine, que tem sido peça extremamente importante no meu desenvolvimento pessoal, me fazendo crescer como homem, além de ser meu refúgio nos momentos de tensão, um agradecimento muito especial.

A todos os amigos que tive a felicidade de encontrar durante a minha jornada como discente, que sem dúvidas foram minha base, presentes nos momentos de alegria e também em momentos de crise, em especial ao meu grupo de amigos mais próximos, Rodrigo, Sabrina, Ari, Bruna, João, estes que serão eternamente meus queridos e amados amigos e irmãos. Também a Osman, amigo e companheiro de estágio, e que sempre me auxiliou em momentos de dificuldade, minha gratidão.

A Universidade Federal de Alagoas por me proporcionar as condições institucionais necessárias para concluir meu curso com êxito.

Aos professores que fizeram parte desse percurso, e que me ajudaram a evoluir como pessoa e como aluno, em especial a minha professora e orientadora Marcia Cristina, por ter aceito meu convite para me orientar em meu trabalho de conclusão de curso, e por todo suporte durante as disciplinas e também durante a produção deste trabalho. A professora Larissa, orientadora de monitoria, inspiração como docente, por sua didática exemplar e toda sua dedicação ao trabalho que exerce. Ao professor Henrique por todos os ensinamentos, não só em sala de aula, bem como no dia a dia, e pela amizade que se construiu durante todo o curso.

A todos que estiveram presentes durante essa trajetória, a minha eterna gratidão!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de informações em relação aos aspectos dos impactos socioambientais sobre os processos de mineração, utilizando como estudo de caso o processo de extração de sal-gema na cidade de Maceió, estado de Alagoas. A metodologia aplicada foi de levantamento bibliográfico com temas relacionados à mineração e seus impactos sociais e ambientais, bem como aos produtos dessa prática comercial. Como resultado foi possível observar que, apesar de no Brasil existir uma legislação ambiental vasta e avançada, os problemas advindos dessa prática econômica são recorrentes, e atingem grandes proporções, tal como o caso de Maceió. Desde 2018, a capital alagoana vem enfrentando um dos maiores conflitos ambientais do país, e este envolve as atividades de mineração presentes há décadas na cidade. Apesar de toda a operação de extração ser subterrânea, os impactos resultantes se externaram à superfície. Dentre os principais impactos estruturais visualizados em Maceió estão: o aumento da frequência de abalos sísmicos, afundamentos; surgimento de crateras e rachaduras em prédios comerciais, apartamentos e residências populares, e outros. Dentre as hipóteses que foram investigadas pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, duas foram confirmadas, a presença de vazios no solo, provenientes de extração mineral, na qual aponta para evidências que confirmam deformação nas cavernas de mineração, e a que trata sobre a extração de sal-gema que está diretamente ligada com a ativação das estruturas tectônicas dispostas abaixo das zonas de risco, sendo este fator que desencadeou o processo. Em número populacional, os bairros afetados representavam cerca de 3,14 % da população de Maceió, sendo essa parcela da população a atingida diretamente pelo processo de subsidência resultante da prática de mineração. Essas famílias tiveram que abandonar suas residências, de forma compulsória, o que gerou vários impactos em suas vidas. Há relatos de que muitos antigos moradores das áreas afetadas sofrem, não só com os danos materiais, mas também com o adoecimento mental. Muitas pessoas alegam também que tiveram problemas clínicos agravados pela situação vivida em relação a este desastre.

Palavras-chave: mineração; impactos ambientais; desastres urbanos.

ABSTRACT

The present work aimed to carry out a survey of information in relation to aspects of socio-environmental impacts on mining processes, using as a case study the process of extracting rock salt in the city of Maceió, state of Alagoas. The applied methodology was a bibliographic survey with themes related to mining and its social and environmental impacts, as well as the products of this commercial practice. As a result, it was possible to observe that, although in Brazil there is a vast and advanced environmental legislation, the problems arising from this economic practice are recurrent, and reach large proportions, such as the case of Maceió. Since 2018, the capital of Alagoas has been facing one of the biggest environmental conflicts in the country, and this involves the mining activities that have been present in the city for decades. Although the entire extraction operation was underground, the resulting impacts spilled out onto the surface. Among the main structural impacts seen in Maceió are: the increase in the frequency of earthquakes, sinkings; emergence of craters and cracks in commercial buildings, apartments and popular residences, and others. Among the hypotheses that were investigated by CPRM - Geological Survey of Brazil, two were confirmed, the presence of voids in the soil, from mineral extraction, which points to evidence that confirms deformation in mining caves, and the one that deals with the extraction of rock salt that is directly linked with the activation of tectonic structures arranged below the risk zones, being this factor that triggered the process. In population numbers, the affected neighborhoods represented about 3.14% of the population of Maceió, and this portion of the population was directly affected by the process of subsidence resulting from the practice of mining. These families had to leave their homes, forcibly, which had several impacts on their lives. There are reports that many former residents of the affected areas suffer not only from material damage, but also from mental illness. Many people also claim that they had clinical problems that were aggravated by the situation experienced in relation to this disaster.

Keywords: mining; environmental impacts; urban disasters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lavra a céu aberto.....	12
Figura 2 – Lavra subterrânea.....	12
Figura 3 – Impactos Socioambientais da Mineração.....;	14
Figura 4 – Mineração no entorno de centro urbano que geram impactos visuais, resultantes dos altos volumes de rocha e solos movimentados.....	15
Figura 5 – Impactos Geológicos da mineração. A abertura de cavas nas áreas de mineração provoca alterações na geologia das áreas.....	15
Figura 6 – Mina a céu aberto. Os cortes em blocos com dimensão padronizada e plataformas em degraus.....	16
Figura 7 – Mudanças da paisagem através da Mineração.....	17
Figura 8 – Contaminação de recursos hídricos ocasionados pela mineração.....	18
Figura 9 – Mapa de localização do município de Maceió/AL.....	26
Figura 10 – Fotografias dos bairros do Pinheiro (A); Bebedouro (B); Mutange (C).....	27
Figura 11 – Impactos estruturais no bairro do Pinheiro em Maceió/AL.....	31
Figura 12 – Situação Atual do bairro Pinheiro em Maceió/AL.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alagoas
BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
CBMM	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DCE	Dicloroetano
g/cm ³	Grama por centímetro cúbico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
km ²	Quilômetro quadrado
Ltda	Limitada/ Sociedade Limitada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
m	Metro
m ²	Metro quadrado
Mt	Tonelada métrica
NaCl	Cloreto de Sódio
NYSE	Bolsa de Nova York
ONU	Organização das Nações Unidas
PFM	Planos de Fechamento de Minas
pH	Potencial (ou potência) Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policloreto de Vinila
S.A	Sociedade Anônima
SMM/MME	Secretaria de Minas e Metalurgia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Mineração.....	11
2.1.1	Características gerais da mineração no Brasil e seus órgãos reguladores.....	13
2.1.2	A mineração e os impactos socioambientais.....	13
2.1.3	Mudanças da paisagem.....	15
2.1.3.1	Emissões atmosféricas.....	17
2.1.3.2	Consumo e contaminação de recursos hídricos.....	18
2.1.4	Principais problemas das questões ambientais na mineração brasileira.....	19
2.1.5	Controles ambientais para mineração no Brasil.....	21
2.2	Sal-gema (NaCl): da origem à produção.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Área de estudo: bairros do Pinheiro, Bebedouro e Mutange.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	Cronologia do desastre ambiental.....	28
4.2	Problemas socioambientais em Maceió-AL causados pela extração.....	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Desde o período colonial, a mineração está presente no Brasil, sendo uma importante atividade econômica, posta como ferramenta para o desenvolvimento social, geração de empregos e renda. Atualmente, os números da economia desse setor mostram a sua força no mercado. A produção mineral no ano de 2017, no Brasil, somou US\$ 32 bilhões, superando os números do ano anterior (CUNHA *et al.*, 2019).

A mineração nada mais é que o processo de extração de minérios do meio ambiente, sendo está uma atividade extremamente ampla, que cresce de modo exponencial, principalmente a partir da primeira revolução industrial (SOUZA, 2022). Com o passar dos anos e a evolução dos processos de mineração, os impactos socioambientais foram também evoluindo de modo intrínseco, visto que a mineração é um processo extremamente invasivo, pois trabalha em cima da extração de materiais não renováveis da natureza. De acordo com Milanez (2017) os impactos socioambientais desta prática econômica, de fato, não são simples, nem delimitados espacialmente, tão pouco restritos de modo temporal. No entanto, se apresentam de modo ecologicamente complexos e irreversíveis.

Em praticamente meio século de trabalho de mineração no Brasil, é possível identificar diversos locais impactados, e vários exemplos da destruição que essa prática deixa como resultado nos lugares onde é implantado, não somente no que se refere aos danos naturais. Há também diversos tipos de conflitos socioambientais no território, envolvendo populações tradicionais como índios, quilombolas e populações ribeirinhas; (FERNANDES; ARAUJO, 2016).

Durante a história pode-se dizer que havia o entendimento de que o ambiente integrava o homem e o homem o ambiente, e assim, não existia diferença entre o cuidado para com a vida humana e com a natureza, com o passar do tempo, o homem passou a usufruir dos elementos naturais como recursos e para que isso ocorra até os dias atuais é necessário que haja uma dominação do que é proveniente da natureza. E assim, ele percebe que há a necessidade de controle sobre a matéria, prevendo o esgotamento dos recursos ao longo do tempo. Diante disso, a natureza passa a ser tratada como um produto das ações humanas. E é nesse ponto que a atividade da extração mineral entra em questão, quando a necessidade da obtenção do lucro passa dos limites, em decorrência do progresso e do desenvolvimento, bem como, dentre as diversas atividades que visam o capitalismo, podendo ser mencionada a extração de sal-gema (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

O Sal-gema, é um evaporito com composição de Cloreto de Sódio (NaCl), formando o mineral Halita pela precipitação de sais. Ocorre pela precipitação química da evaporação da água, sendo o produto muito utilizado nas indústrias químicas, farmacêuticas, têxtil, bélica, de produtos de higiene e outros.

A mineração de sal-gema pode ser feita basicamente através de dois métodos, sendo o primeiro, o método convencional, e o segundo, um método por diluição. A forma convencional trata de reservas que normalmente estão mais próximas da superfície; através do trabalho de máquinas, e equipamentos manuais. O método por diluição por sua vez, é empregado em jazidas mais profundas, onde haverá a perfuração de um poço. Nesta perfuração é então inserido um cano para que seja alcançado o local onde está depositado o minério. O cano utilizado normalmente possui duas paredes, uma interna, que servirá para bombear água até o local onde está o minério, e uma parede externa, que serve para levar a salmoura, resultante da diluição feita pela água, até à superfície (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

Em Maceió, capital do Estado de Alagoas, pode ser observado os efeitos da mineração de sal-gema, que resultou no processo de subsidência do solo, causando tremores, rachaduras em ruas e casas, tornando inviável a permanência das famílias em suas residências.

Esta pesquisa teve como objetivo geral realizar uma abordagem, a partir de levantamento bibliográfico, sobre os aspectos dos impactos socioambientais resultantes dos processos de mineração, e de forma a contextualizar sobre o processo de extração de sal-gema na cidade de Maceió, estado de Alagoas.

Esse levantamento justifica-se, principalmente por se tratar de um tema relevante e atual, dentro dos contextos social e ambiental na cidade de Maceió, evidenciando os impactos gerados pelo processo de mineração. Impactos ambientais estes que têm interferido diretamente na vida de aproximadamente 50 mil pessoas que residiam em bairros nas localidades afetadas pela mineração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mineração

A crosta terrestre é formada por rochas, e essas por sua vez são compostas por minerais. Porquanto, muitos minerais, rochas e minérios são valiosos por possuírem utilidade econômica e consequentemente recebem uma grande valorização de mercado. Pode-se citar como exemplo o ferro, o cobre, o ouro, o granito, o mármore e outros. Esses compostos podem ser encontrados de forma sólida nas regiões geológicas que são conhecidas como escudos cristalinos, crátons e maciços antigos. Nestes podem surgir minerais preciosos, rochas magmáticas e metamórficas, tais como o basalto, granito e mármore. Há ainda as bacias sedimentares em que se exploram a atividade mineradora e encontra-se petróleo, gás natural, carvão mineral e o calcário (SANTOS, 2020).

O processo de formação dessas jazidas minerais na natureza ocorre de forma muito longa, no qual pode levar milhões ou bilhões de anos para acontecer, mas, se explorado sem controle, este recurso pode se esgotar em um curto período de tempo, dependendo da localidade em que esteja (PENA; SOUSA, 2019).

Diante disso, a mineração nada mais é que a extração de minérios da natureza para o uso no meio comercial, para isso, é necessário que haja pesquisa para a exploração, extração e beneficiamento de minérios que estão contidos no subsolo (SOUSA, 2022). Assim, é uma atividade considerada indispensável para o setor econômico para que haja o desenvolvimento socioeconômico, já que a maioria dos produtos e recursos que são utilizados pela população se dão através dessa atividade, ou seja, é uma prática responsável pela geração e distribuição de matérias-primas, que são os recursos utilizados. Bem como pode ser considerada uma prática extrativista, já que se dá com a retirada de um recurso natural de seu ambiente (PENA; SOUSA, 2019).

Há pelo menos dois tipos de mineração ou também conhecida como Lavra, que utiliza as técnicas aplicadas na extração do minério, onde deve-se levar em consideração a análise das características como forma, profundidade do minério e aspectos geológicos da área onde acontecerá a atividade. Além disso, deve-se analisar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, as questões de segurança e higiene, com a finalidade de manter a vida útil da mina. A Lavra se divide em dois tipos, o primeiro é a lavra a céu aberto que é quando há extração dos minérios que estão localizados em depósitos próximos à superfície, geralmente se dá até que haja o esgotamento da mina (Figura 1) (PENA; SOUSA, 2019).

Figura 1 – Lavra a céu aberto.



Fonte: PENA; SOUSA (2019).

E o segundo tipo é a lavra subterrânea que consiste na retirada do minério que está em depósitos afastados da superfície e é necessário o auxílio de topografia (SOUSA, 2022), conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Lavra subterrânea.



Fonte: SANTOS (2020).

Assim, para que haja este tipo de extração é necessário um depósito que se encontre em maiores profundidades, geralmente que seja maior que 100 metros e é necessário o uso de equipamentos mais sofisticados, tais como, tratores e caminhões específicos para esta finalidade (SANTOS, 2020).

2.1.1 Características gerais da mineração no Brasil e seus órgãos reguladores

A mineração é um dos setores básicos que compõe a economia do Brasil, já que contribui para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida da população, tanto a atual, bem como das gerações futuras. Possui um papel fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equilibrada, desde que haja o alinhamento entre a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. Sua prática, de forma descontrolada, vêm gerando problemas ambientais, que somados a outras práticas como: urbanização desordenada, agricultura, pecuária, construção de barragens visando a geração de hidroeletricidade, uso não controlado de água subterrânea, vem resultando em grandes impactos antrópicos, negativos para o meio ambiente (FARIAS, 2002).

O Brasil é detentor de zona territorial extensa, e assim, é considerado muito forte e com enorme potencial no ramo da mineração. Possui duas das maiores empresas do mundo na área da mineração que são a Petrobras e a Vale do Rio Doce, essa última é considerada a segunda maior empresa de mineração do mundo. Há ainda outras grandes empresas no país como a Samarco, CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração), Alunorte, dentre outras (VALE, 2016; PENA; SOUSA, 2019).

A mineração no Brasil está submetida a várias regulamentações, em que os três níveis de poder estatal possuem atribuições para tratar sobre a relação entre mineração e meio ambiente (FARIAS, 2002).

Pode-se destacar a nível federal os órgãos que detém incumbência para delimitar as diretrizes e regulamentações, atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral/ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais. Há o Ministério do Meio Ambiente (MMA) que tem incumbência para formular, coordenar as políticas ambientais, acompanhar e superintender sua execução. O Ministério de Minas e Energia (MME) que é o responsável por formular, coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás. E a Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM/MME) que é responsável por formular, bem como coordenar a implementação das políticas do setor mineral (FARIAS, 2002).

2.1.2 A mineração e os impactos socioambientais

Há inúmeros problemas que são causados pela mineração, e no Brasil os principais são, a poluição da água, do ar, sonora e subsidência do terreno. Sendo que, todos esses impactos afetam diretamente a vida das populações residentes nos locais onde ocorrem (PEREIRA;

COSTA; BORGES, 2017). Pode-se dizer que a mineração gera diversos efeitos indesejados, sendo as chamadas externalidades, e estas podem se dar como alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano, como mostra a 3 (BITAR, 1997).

Figura 3 - Impactos Socioambientais da Mineração.



Fonte: PATRÍCIO; SILVA; RIBEIRO (2013).

E todos esses impactos acabam dando origem a conflitos com a comunidade a partir da implantação do empreendimento, já que o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997). Machado (1995) elenca alguns problemas advindos da mineração de materiais de uso imediato na construção civil quando diz:

Os problemas ambientais originados pela mineração de materiais de uso imediato na construção civil (areia, brita e argila) e os conflitos com outras formas de uso e ocupação do solo vêm conduzindo a uma diminuição crescente de jazidas disponíveis para o atendimento da demanda das principais regiões metropolitanas. (MACHADO, 1995, p. 16).

Este fato dificulta os programas e metas existentes para construção de casas, estradas e obras de saneamento. Os impactos gerados no meio urbano tem maior importância de acordo com o alto grau de ocupação, que se agravam pela proximidade que existe entre as áreas mineradas e as habitadas, a qual geram impactos visuais, resultantes dos altos volumes de rocha e solos movimentados e às dimensões da cava ou da frente de lavra (Figura 4). O desconforto ambiental pode ser sentido mesmo quando as emissões estiverem abaixo dos padrões ambientais estabelecidos. Os impactos causados sobre a saúde, por outro lado, dificilmente ocorrem quando estes limites são respeitados (DIAS, 2001).

Figura 4 – Mineração no entorno de centro urbano que geram impactos visuais, resultantes dos altos volumes de rocha e solos movimentados.



Fonte: PONTES; FARIAS; LIMA (2013).

Percebe-se assim, que há vários conflitos existentes entre as atividades mineradoras e as comunidades, e isso vêm crescendo consideravelmente no país. Os conflitos socioambientais podem ter causas diversas, como por exemplo, os ruídos causados por passagem de locomotivas, como buzinas, que geram dificuldades para as pessoas dormirem, causando estresse e fadiga, bem como em localidades onde as aulas precisam ser interrompidas devido ao barulho do trem. Da mesma forma, o surgimento de trincas e rachaduras nas casas devido à vibração gerada pela passagem constante dos trens, dentre diversos outros problemas (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013).

2.1.3 Mudanças de paisagem

A abertura de cavas nas áreas de mineração provoca alterações na geologia das áreas, já que há muitas áreas em que são retiradas a cobertura vegetal, bem como a formação de lama, ocorre o favorecimento de voçorocas e assoreamentos (Figura 5) (SOUSA, 2022).

Figura 5 - Impactos Geológicos da mineração. A abertura de cavas nas áreas de mineração provoca alterações na geologia das áreas



Fonte: SOUSA (2022).

É perceptível que a principal forma de extração mineral no Brasil se dá através das minas a céu aberto. Para que haja a instalação, neste caso, inicia-se com o desmatamento da região e com retirada de todo o solo fértil, assim, o solo é considerado estéril por possuir baixo nível de minérios e com isso é acumulado em pilhas de grande volume. A próxima etapa é quando inicia-se o processo de extração que se dá através de cortes em blocos de dimensão padronizada e deixa a mina com a aparência de um poço dotado de enormes plataformas em degraus (MILANEZ, 2011), conforme mostra a figura 6.

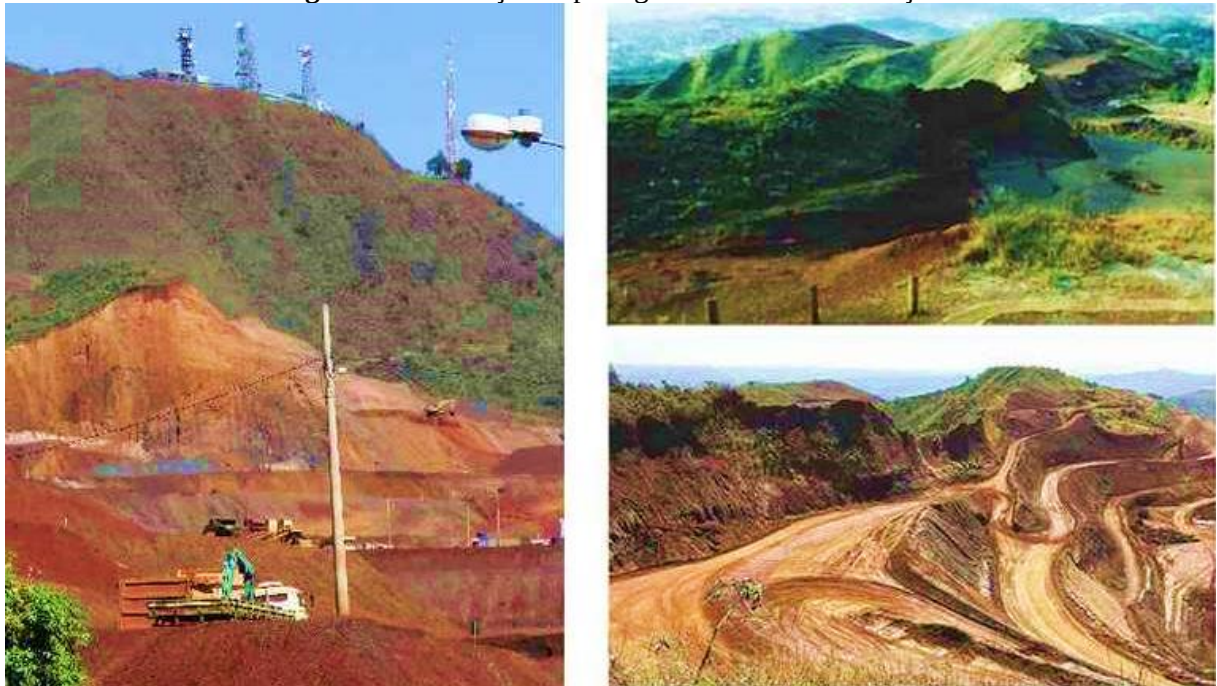
Figura 6 – Mina a céu aberto. Os cortes em blocos com dimensão padronizada e plataformas em degraus.



Fonte: FREITAS (2022).

Assim, o preparo da escavação é feito a partir da perfuração dos blocos e da infusão de cargas de explosivos, logo após há a detonação que deixa os blocos frouxos para que as escavadeiras mecânicas carreguem o material extraído em caminhões fora da estrada para as unidades de beneficiamento. Diante disso, pode-se comparar a mineração com uma amputação que ocorre na paisagem, já que mesmo se utilizando os melhores métodos de gestão ambiental, quando acontece o fechamento da mina, a montanha já desapareceu, ficando em seu lugar apenas um buraco. Todo esse processo modifica a paisagem e gera consequências como a mudança do clima, fauna e flora, as águas, e ainda é extinta a função ecológica, assim, são consequências que são geradas pela retirada do material que é inerente à atividade mineral, ou seja, não pode ser evitado (Figura 7) (BRASIL, 2019).

Figura 7 - Mudanças da paisagem através da Mineração



Fonte: PARANAIBA (2018).

As mudanças ocorrem em áreas naturais e ainda nas isoladas, bem como em locais onde a mina localiza-se em áreas urbanas e as transformações se dão, também, no ambiente construído (MILANEZ, 2011). Dessa forma, uma das maneiras de se minimizar os impactos gerados pela mudança na paisagem é a execução dos Planos de Fechamento de Minas (PFM), entretanto, sua aplicação carrega desafios e os órgãos estatais vem sendo incapazes de cumprir. Assim, uma maneira de se garantir o efetivo cumprimento das obrigações existentes em relação ao fechamento das minas é a imposição do contingenciamento de recursos durante todo o período que estiver operando. Porém, no Brasil, não existe essa cobrança na legislação vigente nem houve sua incorporação nos debates sobre o Novo Código Mineral (MILANEZ; SANTOS, 2013).

2.1.3.1 Emissões atmosféricas

Pode-se perceber o alto índice de poluição atmosférica relacionada à mineração e pode ser vista com mais exatidão em comunidades próximas às minas. Esta poluição, às vezes, não é causada pela lavra e não se limita à atividade da mina, mas é advinda da poeira, lama que são movimentadas por ônibus, caminhões e automóveis prestadores de serviços às mineradoras, que levam das minas para as cidades (MILANEZ, 2011). Assim, pode gerar consequências na saúde das pessoas que vivem próximas das minas, pelo fato de ser uma poluição por material particulado, conhecido como “pó preto”. Por isso, a sua emissão vem se mostrando como um

dos principais impactos que possui efeitos danosos à qualidade ambiental e à saúde pública tanto nas áreas de minas, quanto nas regiões impactadas por seu sistema logístico (SANTI; SUZUKI; OLIVEIRA, 2000).

2.1.3.2 Consumo e contaminação de recursos hídricos

Sabe-se que a água é um insumo fundamental para a extração mineral, assim, no que diz respeito aos impactos causados pela mineração nos recursos hídricos (Figura 8), há três níveis, sendo o primeiro o elevado consumo de água, o segundo são os problemas associados à extração mineral que geram o rebaixamento do lençol freático e o comprometimento da recarga dos aquíferos, e o terceiro é sobre o risco de contaminação dos corpos d'água (MILANEZ, 2011).

Figura 8 - Contaminação de recursos hídricos ocasionados pela mineração.



Fonte: SOUSA (2022).

Segundo Porto (2015):

Além do consumo para as atividades de beneficiamento, o uso de minerodutos para a logística também se mostra como importante elemento de consumo. O consumo constante de água por esse grupo de minerodutos seria suficiente para abastecer uma população de 1,6 milhão de pessoas. (PORTO, 2015, p. 27).

Já Elaw (2010) elenca outros problemas sobre o rebaixamento do lençol freático, quando diz:

Não é incomum que, para a ampliação da extração mineral, as cavas vão além das águas subterrâneas. Quando isso ocorre, a água passa a ser retirada para garantir acesso ao minério. À medida que o lençol é rebaixado, diferentes impactos podem ser gerados como a diminuição no fluxo de água de rios, a

perda da qualidade da água superficial ou subterrânea e a redução do volume de água em poços. (ELAW, 2010, p. 39).

Outra questão fortemente associada ao consumo de água diz respeito à recarga dos aquíferos, e uma vez retirada essa camada permeável reduz-se significativamente a biodiversidade regional, além disso, há uma diminuição da capacidade de recarga dos aquíferos, podendo comprometer o abastecimento de água das localidades que deles dependem (MILANEZ, 2011).

Para além dos conflitos em torno do consumo e risco de abastecimento da água, outro impacto significativo das atividades minerais é a contaminação dos cursos d'água, onde se aumenta significativamente a acidez dos corpos d'água, além disso, a redução do pH intensifica a solubilização dos metais pesados presentes nos resíduos das atividades minerais na região (FERNANDES; ALAMINO; ARAUJO, 2014).

De acordo com Zonta e Trocate (2016):

Outro tipo de impacto sobre os recursos hídricos associados à extração mineral diz respeito ao rompimento de barragens de rejeito. As consequências desses rompimentos para os recursos hídricos são as mais diversas: contaminação dos rios por metais, assoreamento, elevada mortalidade de peixes, destruição de mata ciliar e interrupção de sistemas de abastecimento públicos. (ZONTA; TROCATE, 2016, p. 129).

Assim, os impactos da atividade de extração mineral sobre os corpos d'água são extensos e complexos. Eles podem se dar pelo elevado consumo, pelas mudanças nos regimes hídricos ou pela poluição hídrica. Além disso, não se limitam ao local da mina, podendo comprometer integralmente as bacias hidrográficas (MILANEZ, 2011).

2.1.4 Principais problemas das questões ambientais na mineração brasileira

De modo geral, considera-se a legislação ambiental muito extensa e avançada, no entanto, é tida como conflitante, já que há problemas em sua aplicação e isso gera insatisfação no que se refere ao processo de defesa do meio ambiente. Com isso é preciso que haja compatibilização. Gera problemas como a incompatibilidade com a legislação mineral de 1967, já que a legislação ambiental foi instaurada após esse período, bem como há estados e prefeituras com mais de um órgão responsável por licenciar esta atividade, e possuem legislações e normas que são conflitantes entre si, gerando atrasos e prejuízos irreparáveis aos empreendedores, bem como aos cidadãos em geral (FARIAS, 2020).

Além disso, os órgãos estaduais são os principais responsáveis pelo licenciamento e fiscalização dos empreendimentos minerais e não possuem estrutura e profissionais qualificados para desempenhar essas funções, levando também a redução da taxa profissional desses órgãos por terem baixíssimos salários; e isso se dá pelo aumento do número de solicitações de licenças e fiscalizações. Diante disso, muitos empreendimentos possuem recursos técnicos e financeiros para execução dos estudos ambientais que são necessários para que haja o licenciamento e isso gera atrasos na liberação ou renovação das licenças. Assim, o Ministério Público de vários estados está aumentando a atuação na área ambiental, justamente pelas dificuldades existentes nos órgãos fiscalizadores e geram gravíssimos problemas aos mineradores (SANTI; SUZUKI; OLIVEIRA, 2000).

Os problemas que são advindos da mineração estão pautados no Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989 e na Constituição Federal, conforme dispõe o artigo 225, §2º que diz:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. (BRASIL, 1989).

Assim, fica claro que aqueles que explorarem os recursos minerais terão a responsabilidade de recuperar os danos ambientais causados pela sua atividade, e ainda tem a obrigação de recuperar o meio que foi degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, que está disposto em lei, que consiste num plano de recuperação da área que foi degradada pela atividade que exerce sendo aprovado pelo órgão ambiental competente, que contempla o uso futuro da área de influência da mina, após o fechamento da mesma (SANTI; SUZUKI; OLIVEIRA, 2000).

O art. 55, §único da Lei nº 9.605/98, dispõe sobre a penalidade aplicada pelo descumprimento destas medidas quando diz:

Art. 55. Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente. (BRASIL, 1989).

Ficando claro que o não cumprimento ou deixar de recuperar a área que foi determinada pelo órgão ambiental competente configura crime e infração administrativa, sujeita à penalidade de multa.

2.1.5 Controles ambientais para mineração no Brasil

Cada país tem suas formalidades para que haja as concessões minerais e no gerenciamento ambiental dessa atividade, no Brasil, há seu governo central e os órgãos federais na qual fazem a gestão ambiental da mineração, com isso, o Governo Federal, através do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece as normas gerais que deverão ser seguidas e cabe aos estados e municípios a fixação dos procedimentos que sejam de seu interesse, além de licenciar, controlar e fiscalizar estas atividades (FARIAS, 2002).

Neste sentido, o controle ambiental é um instrumento de gestão voltado para a prevenção, redução e mitigação dos impactos ambientais negativos que são causados, assim, este é o poder-dever do Estado, o qual deve exigir que as diferentes atividades humanas sejam exercidas com observância aos preceitos estabelecidos pela legislação de proteção ao meio ambiente. Deste modo, intervenções capazes de alterar as condições ambientais negativamente ficam submetidas ao controle ambiental (ANTUNES, 2012).

A Política Nacional de Meio Ambiental (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), em seu artigo 2º, inciso V, dispõe sobre o controle e zoneamento de atividades potencialmente ou efetivamente poluidoras, bem como diversos mecanismos de controle ambiental, incluindo o estabelecimento de padrões de qualidade, licenças, cadastro técnico federal potencial de usuários de atividades poluidoras e/ou recursos ambientais, entre outros instrumentos (BRASIL, 1981).

Quanto mais remota a área de exploração, maior o impacto, principalmente se essas áreas forem ambiental e socialmente sensíveis. Portanto, a atividade está sujeita a uma avaliação de impacto ambiental e sua operação está condicionada a restrições e ao atendimento de condicionantes. Para a implantação de um empreendimento minerário são necessárias intervenções no meio ambiente, que muitas vezes significam a supressão da vegetação nativa, resultando na perda da biodiversidade local. A supressão da vegetação é necessária para a implantação de estruturas administrativas, abertura de frentes de lavra e passagens correspondentes, instalação de áreas de beneficiamento mineral, disposição asséptica, rejeitos e produtos. Durante o funcionamento da atividade, são gerados ruídos e vibrações, intervindo

no solo e nos corpos hídricos, alterando a qualidade do ambiente e afetando a biota (IBRAM, 2012).

As medidas tomadas em relação à conservação da biodiversidade devem ser adotadas desde a fase de instalação do empreendimento até sua desativação, e devem incluir medidas de mitigação de impactos negativos, incluindo monitoramento de flora e fauna, implantação de projetos de conservação (em unidades de conservação, reservas permanentes, áreas legalmente protegidas), bem como o combate à caça e pesca, recuperação de áreas degradadas e acompanhamento dos processos de recuperação (RAMOS, 2017).

A mineração depende muito do uso de recursos hídricos, necessários em todas as suas etapas, incluindo lavra, beneficiamento, transporte de minério, aspersão de pistas e praças para o controle de poeira e lavagem equipamentos (BRASIL, 2006).

A Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2006) fala sobre a utilização de água quando diz:

São utilizadas na mineração águas de origem superficial (oriundas de barragens ou grandes reservatórios, cursos de água, lagos, dentre outros), de origem subterrânea, de reciclagem e recirculação. As águas de origem superficial são as mais adequadas aos processos de beneficiamento, pela sua acessibilidade e por não possuírem contaminações significativas; as águas subterrâneas são mais utilizadas onde sua oferta tem relativa abundância e carência de água superficial, ou restrição ambiental para a utilização dessas águas. Em relação às águas de reciclagem e recirculação, as mais comuns são as oriundas dos reservatórios das barragens de rejeitos ou resultantes dos processos de desaguamento por filtração, peneiramento, espessamento. (BRASIL, 2006).

O alto grau de interação entre os recursos hídricos e a mineração em várias etapas pode levar a uma série de efeitos, incluindo aumento da turbidez devido a sedimentos finos em suspensão, introdução de contaminantes como metais, óleos e graxas, alterações na hidrologia dos cursos d'água e camadas de água, redução do lençol freático, etc., que podem comprometer a qualidade desses recursos, sendo necessária a adoção de medidas para gestão e controle. Considerando o uso múltiplo e sustentável da água, a viabilidade técnica e econômica e o sucesso da produção mineral estão diretamente relacionados ao uso correto da água (MECHI; SANCHES, 2010).

Nesse contexto, a importância de sua reutilização, recuperação e reciclagem nas diferentes etapas da mineração, bem como as medidas de controle da poluição, não podem ser negligenciadas (OLIVEIRA; LUZ, 2001; BRASIL, 2006; IBRAM 2013). Assim, o tratamento de efluentes de mineração inclui a remoção de poluentes e a separação de sólidos e água por meio de diferentes técnicas (OLIVEIRA; LUZ, 2001).

No que diz respeito a geração de poeira na mineração está associada a vários processos, incluindo perfuração, desmonte de rocha, beneficiamento, abertura de poços e passagens, transporte e carregamento de minério e movimentação de máquinas e equipamentos em estradas não pavimentadas. Para resolver isso, as empresas implementaram uma série de medidas, incluindo o controle de detonação ao explodir rochas, pavimentação de estradas e sistemas convencionais que usam caminhões-pipa ou sistemas de irrigação para molhar as calçadas (MMA, 2001; BACCI; LANDIM; ESTON, 2006; DANTAS *et al.*, 2015).

Em toda a mina, a água deve estar disponível nas condições de uso para controlar a geração de poeira nas estações de trabalho que perfuram, cortam, detonam, carregam, descarregam ou transportam rocha ou minério. A operação deve ocorrer através de um processo de umidificação para evitar a propagação de poeira no ambiente, e onde a umidificação for um obstáculo, outros equipamentos ou técnicas de controle devem ser utilizados, assim, as ações de controle de poeira são imprescindíveis para evitar danos ao meio ambiente (poluição atmosférica), à saúde dos trabalhadores e à comunidade do entorno (RAMOS, 2017).

Também é preciso salientar sobre as vibrações e ruídos gerados pela atividade de mineração, na qual os ruídos, vibrações e ultralançamentos decorrentes da atividade não devem ultrapassar os limites estabelecidos pelas normas vigentes. Neste sentido, Bacci, Landim e Eston (2006) relatam:

A atividade de mineração gera vibrações e ruídos nas suas diversas etapas, entre elas: detonação e desmonte das rochas, abertura das frentes de lavra, carregamento, transporte e descarregamento do minério, estocagem do produto, dentre outras. As vibrações e ruídos causados podem gerar desconforto acústico nos funcionários e na comunidade do entorno, assim como o comprometimento da estrutura de edificações. (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006, p. 50).

Sendo assim, medidas de controle vêm sendo adotadas, incluindo melhorias nas técnicas de detonação, realizando-as em períodos mais adequados, considerando os horários de maior ruído, as condições meteorológicas e o uso de tampões (SILVA *et al.*, 2000).

2.2 Sal-gema (NaCl): da origem à produção

A palavra “sal” deriva do termo grego “*hals*”, que significa mar, na antiguidade era tido como um símbolo de honraria e nobreza, e com isso, passou a ser considerado como preciosidade, na qual era dado como recompensa diante da bravura de seus soldados, como uma espécie de pagamento, daí que vem o termo “salário”, que deriva do latim “*salarium*”, ou seja,

pagamento de sal. Durante a história foi motivador para construções e para a dominação de impérios e civilizações, estimulando trocas comerciais e batalhas sangrentas pelo monopólio deste recurso (CHEMELLO, 2005). Atualmente, pode-se dizer que é um bem comum e essencial para o convívio diário, bem como para a manutenção de diversos setores da economia.

Denomina-se por sal-gema o cloreto de sódio juntamente com o cloreto de potássio e de cloreto de magnésio e isso ocorre em jazidas na superfície terrestre, com isso, pertence ao grupo das rochas sedimentares, mais especificamente às rochas sedimentares quimiogénicas, evaporitos, devido a ser formado por reações químicas. O termo é aplicado ao sal obtido da precipitação química pela evaporação da água (explica a denominação evaporitos, já referida anteriormente) de antigas bacias marinhas em ambientes sedimentares (CHEMELLO, 2005).

Com isso, o sal-gema forma-se por precipitação de sais de cloreto de sódio (NaCl), com a formação do mineral halite. Ocorre pela evaporação de águas marinhas retidas em zonas de baixa profundidade. É extraído pelo método de lavra por solução e pelo método de lavra subterrânea convencional. É uma denominação, empregada para definir a ocorrência de cloreto de sódio (NaCl) contida em estratos sedimentares em subsolo formando camadas contínuas ou domos (CHEMELLO, 2005).

O sal obtido por evaporação direta da água do mar é chamado de sal marinho e é largamente utilizado em países tropicais como o Brasil, onde a evaporação é intensa. Em países mais frios a utilização maior é do sal-gema. O sal é um composto altamente solúvel, presente nas águas oceânicas na proporção média de 26g/L. Nos mares e lagoas a concentração de sal depende do equilíbrio entre fatores como aporte de águas doces de rios e evaporação, além da injeção de águas marinhas, o que modifica a salinidade (CHEMELLO, 2005).

Florencio (2001) fala sobre o sal quando diz:

O sal que nós conhecemos, NaCl, abrange o sal-gema e o sal marinho, ambos considerados de excelência como mineral evaporítico. Também conhecido como “halita”, o sal comum ou sal-gema é um recurso natural formado por íons de cloro e sódio, unidos por ligação iônica, tendo como estrutura um sistema cristalino cúbico, que apresenta cátions e ânions em coordenação octaédrica, formada em uma rede cúbica de faces centradas. (FLORENCIO, 2001, p. 125).

E esse pensamento é complementado com o estudo de Braitsch (1971) juntamente com Dana e Dana (1997), como mostram:

Em relação às suas propriedades físico-químicas, o sal quando puro apresenta coloração esbranquiçada ou incolor e estrutura normalmente cúbica, raramente {111}, com clivagem perfeita {100}, fratura conchoidal, dureza

relativamente baixa (2,5), densidade moderada (2,164 g/cm³) e baixo índice de refração. (BRAITSCH, 1971; DANA; DANA, 1997).

Diante disso, sabe-se que o sal possui inúmeras utilidades, seja para alimentação humana e animal, como matéria-prima em indústrias químicas, também é utilizado como base para o sódio metálico, soda cáustica, na fabricação de sabões, tratamento de óleos e celulose. Além de ser utilizado na fabricação do policloreto de vinila - PVC (ABREU, 1973).

Em relação a sua distribuição territorial, as bacias são consideradas como grandes locais de depósito de sal e estão espalhadas por todo o mundo. Segundo dados do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (BRASIL, 2015) sobre as cadeias produtivas de todos os tipos de sal, no ano de 2014, obteve o seguinte relatório:

A produção brasileira obteve 7,5 Mt do mineral, equivalente a 3,58% da extração. A disponibilidade de sal-gema no Brasil é de 21.630 Mt, distribuída entre os municípios capixabas de Conceição da Barra (56%), São Mateus (4%) e Ecoporanga (3%), Rosário do Catete/SE (17%), Maceió/AL (14%) e Vera Cruz/BA (6%). Entretanto, os estados de Alagoas e da Bahia foram os únicos da federação a explorarem este tipo específico de mineral (produção de 1,5 Mt em 2014). (BRASIL, 2015).

Segundo dados apresentados pela empresa Braskem (2019) a presença do sal-gema em Alagoas tem seu início há 140 milhões de anos, no início da separação dos continentes. Neste período, a água do mar invadiu o continente, ocupando regiões mais baixas, principalmente em áreas litorâneas, formando assim grandes lagos de água salgada. A água então começou a evaporar de forma intensa, permitindo que o sal dissolvido se acumulasse lentamente no fundo. Logo depois, fragmentos de rochas de regiões mais altas encobriram o sal e hoje se encontra entre 900 e 1.200 metros de profundidade.

Para alcançar o minério (sal-gema), a técnica utilizada é a de perfuração de poços, que podem ser verticais, aqueles em que o poço se localiza diretamente abaixo da superfície que foi perfurada. Ou direcionais que podem possuir um afastamento de até 300 metros do ponto que se iniciou a perfuração. É importante ressaltar que todo o processo acontece entre 900 e 1.200 metros que é a profundidade onde o sal está presente. No poço é feita uma injeção de água por um tubo central e a salmoura que é produzida pela dissolução do sal, é retirada pela tubulação anular (BRASKEM, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

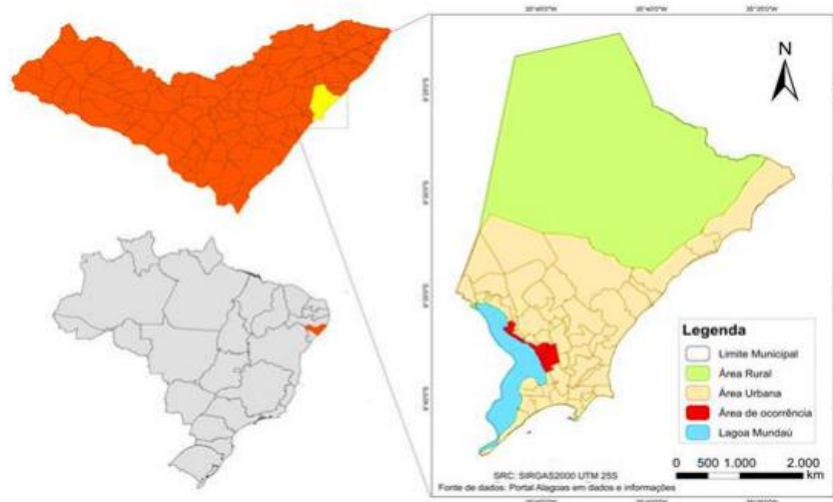
A metodologia aplicada para desenvolvimento deste trabalho foi a revisão bibliográfica sobre o tema mineração, utilizando como base estudos diversos, sendo eles: pesquisas, artigos científicos, relatórios; além de notícias em geral, divulgadas nos mais diversos meios de informação: jornais, revistas, entrevistas divulgadas na internet, etc. O levantamento teve como foco dados sobre: os aspectos/impactos sociais, e ambientais dessa prática produtiva (mineração), utilizando como exemplo o caso da capital alagoana, Maceió; fazendo um levantamento sobre o número de moradias atingidas, quantidade de famílias realocadas, além de observar o contexto social no que diz respeito a problemas psicológicos desencadeados por essas adversidades que envolvem o caso. Além de observar outros impactos decorrentes desse processo, como por exemplo, o abandono de animais domésticos.

Buscou-se fazer esse apanhado de forma clara para que facilitasse a compreensão e maior esclarecimento dos principais pontos que foram debatidos no texto.

3.1 Área de estudo: bairros do Pinheiro, Bebedour e Mutange

A área de estudo está localizada na cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, localizada na região Nordeste do Brasil. O estado de Alagoas é limitado ao norte por Pernambuco, ao sul por Sergipe, ao oeste pela Bahia e a leste pelo Oceano Atlântico (Figura 9).

Figura 9 - Mapa de localização do município de Maceió/AL.



Fonte: TEIXEIRA (2019).

Os bairros mais afetados pela extração de sal gema, e neste caso foco da pesquisa, foram Pinheiro, Bebedouro e Mutange, limitados na extremidade mais a oeste pelo corpo d'água da Lagoa Mundaú conforme mostra a figura 10.

Figura 10 – Fotografias dos bairros do Pinheiro (A); Bebedouro (B); Mutange (C).



Fonte: SILVA (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), Maceió possui uma população aproximada em 1.018.948 habitantes, distribuídos numa área de aproximadamente 510 km². O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* possui valor aproximado em R\$ 20.853,41 no ano de 2016, apresentando crescimento se comparado ao ano anterior. A capital alagoana apresenta cerca de 47% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado e 63% das suas receitas oriundas de fontes externas.

Maceió é uma cidade que se destaca em diversos pontos, seja nas atividades relacionadas ao turismo de massa e ao artesanato local, já que se estende pelo litoral do Nordeste, bem como possui uma economia bastante diversificada, abarcando em seu território os três setores econômicos mais conhecidos, que são: atividade agropecuária, indústria, comércio e serviços. Há ainda a indústria sucroalcooleira e a especializada em extração de sal-gema (setor petroquímico) que também possui relevância, sendo esta última a responsável pela atual transformação da dinâmica socioespacial da cidade.

Dados do relatório técnico feito pelo Serviço Geológico do Brasil – BRASIL de 2019, dão conta que aproximadamente 31.797 pessoas viviam nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro, representando cerca de 3,14% da população maceioense. Estes, por sua vez, possuem distinções nas formas de uso e ocupação da terra, já que o bairro Pinheiro possui imóveis que revelam uma tendência ao padrão de vida mais “elevado”, agregando classes mais abastadas se comparado aos demais.

Em Maceió-AL, a extração de sal-gema teve início em 1966, quando o então empresário Euvaldo Freire de Carvalho Luz obteve por meio do Decreto nº 59.356 a concessão de exploração e no mesmo ano surgiu a Salgema Indústrias Químicas Ltda. (DIODATO, 2017).

4.1 Cronologia do desastre ambiental

De acordo com dados do site oficial da empresa Braskem, em Alagoas, há toda uma linha do tempo sobre a história da empresa no estado. A saber: em 1966, Maceió começa com a extração de sal-gema para produzir cloro e soda cáustica em sua fábrica localizada no Pontal da Barra. Em 1996 muda sua administração e a petroquímica Salgema passa a se chamar Trikem. Já em 2002 a Trikem se une com outras empresas e assim surge a Braskem e em 2012 ela inaugura o Pólo Industrial localizado em Marechal Deodoro-AL com sua fábrica de PVC, e assim, se torna a maior produtora desse polímero das Américas. Em março de 2018 foi

registrado um tremor de terra em vários bairros de Maceió e logo após foram identificadas diversas rachaduras em casas e prédios do bairro do Pinheiro. Com isso, em janeiro de 2019, a empresa dá início a vários estudos de sonares nos seus poços de sal com o intuito de avaliar as condições de todas as 35 cavidades subterrâneas, bem como contrata estudos independentes, de especialistas em geologia e sísmica no Brasil e no exterior, para aprofundar a investigação sobre o fenômeno geológico. Em abril do mesmo ano, assinou um termo no qual firmou uma cooperação com o poder público para doar equipamentos de monitoramento para a Defesa Civil e para realizar obras de infraestrutura no bairro do Pinheiro. Em maio, a empresa interrompeu a extração de sal-gema e paralisou a operação da fábrica de cloro-soda localizada no Pontal da Barra.

Em novembro de 2019, anunciou o encerramento definitivo da extração de sal em Maceió, e cria-se então uma área de resguardo em torno de 15 poços, com desocupação preventiva de cerca de 500 imóveis e a realocação de cerca de 1.5 mil pessoas, além disso, técnicos sociais realizam a identificação dos imóveis e fazem uma pesquisa familiar dos moradores da área de resguardo, para que os moradores ingressem no Programa de Compensação Financeira e Apoio à Realocação da Braskem. Em dezembro do mesmo ano, é aberta a Central do Morador, local que concentra o atendimento aos moradores e oferece apoio à desocupação, além de oferecer suporte para os processos de regularização de documentos, abertura de conta bancária e recebimento dos auxílios-financeiros.

Já em janeiro de 2020 foi assinado um acordo entre as Defensorias Públicas do Estado e da União, os Ministérios Públicos Federal e de Alagoas e a Braskem, com o intuito de atender ao Programa de Compensação e Realocação para os moradores das áreas de risco de quatro bairros de Maceió. Em fevereiro foi celebrado um acordo com o Ministério Público do Trabalho, para a construção de escolas e programas de capacitação profissional e empreendedorismo, em parceria com Sebrae, Senai e Senac. No mês de março, em decorrência da pandemia da Covid-19 a Central do Morador foi fechada temporariamente, mas o Programa de Compensação e Realocação continuou funcionando, com o atendimento aos moradores feito à distância.

Assim, foi feito um balanço para analisar o andamento do Programa e verificou-se que 2.3 mil famílias foram realocadas para novos imóveis até junho de 2020 e mais de 1.8 mil famílias da Ajuda Humanitária migraram para o programa da Braskem. Em outubro, há o ingresso de cerca de 2 mil novos imóveis. Em dezembro, fecha-se o ano com 8.515 famílias realocadas e mais de 2.6 mil propostas de indenização aceitas e 9.8% das propostas apresentadas pela Braskem são aceitas pelas famílias.

Em fevereiro de 2021, há a criação de um atendimento exclusivo para comerciantes e empresários das áreas de desocupação e monitoramento, bem como reinicia a produção de cloro-soda e dicloretano. Já em julho, a empresa entrega mais uma etapa da instalação da rede de monitoramento do solo nos bairros Mutange, Bebedouro e Pinheiro. E em dezembro, o Programa de Compensação Financeira e Apoio à Realocação completa dois anos com quase 12 mil propostas apresentadas às famílias.

Em janeiro de 2022, a Braskem inicia os trabalhos de estabilização e drenagem da Encosta do Mutange com o objetivo de suavizar as inclinações do terreno, construir um sistema de drenagem que faça o direcionamento seguro da água das chuvas, e plantar uma cobertura vegetal ao longo de uma área com cerca de 200 mil m².

4.2 Problemas socioambientais em Maceió - AL causados pela extração

Diante de todo o assunto estudado, verifica-se que alguns bairros de Maceió-AL vêm sofrendo inúmeras consequências que são diretas advindas do processo de extração do recurso mineral, conforme diagnóstico realizado pela CPRM, e com isso fica claro a necessidade de estudos e de afirmativas públicas direcionadas à amenização dos impactos socioambientais sofridos pelos seus moradores.

Segundo Piatti e Rodrigues (2005):

A BRASKEM S.A realiza todo o processo de transformação do sal em cloro e soda no estado de Alagoas. Contudo, apesar do grande desenvolvimento que gerou para o estado, como a oferta de empregos e a alta taxa de exportação de PVC, a extração que teve início entre as décadas de 60 e 70 trouxe graves impactos socioambientais para os bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro. (PIATTI; RODRIGUES, 2005, p. 9).

A indústria que se destina a prática da mineração necessita ocupar grandes áreas para operação de suas jazidas, bem como, é preciso uma intervenção na superfície para que ocorra a extração do mineral, e com isso elas podem romper com equilíbrio de biomas e ecossistemas, além de modificar relações socioespaciais de uma região (VIEIRA, 2011).

Os primeiros impactos relevantes da mineração na capital de Alagoas podem ser observados desde o início das operações de instalação da empresa mineradora. Chamando a atenção o modo como a Salgema chegou à Maceió, instalando sua indústria, com apoio das autoridades locais que estavam no poder àquela altura: “à beira mar, desvalorizando imediatamente toda a região sul da orla marítima da capital” (MANHAS, 2022).

O local de instalação da empresa sempre foi alvo de controvérsias e questionamentos por parte dos ambientalistas, movimentos sociais e intelectuais, pois, já era de conhecimento que as indústrias petroquímicas praticavam uma atividade econômica que resulta na poluição do ar, do solo, dos rios, lagunas, lençóis freáticos, e etc (VIEGAS, 2020).

Desde 2018, Maceió vem enfrentando um dos maiores conflitos ambientais do país, e este envolve as atividades de mineração presentes há décadas, e os moradores de alguns bairros da cidade, que ficam próximos a área de exploração realizada. Assim, as “cavernas” como são chamados os túneis, pela população, estão “desmoronando” e os “buracos” possuem dimensões que podem se equiparar as de um campo de futebol.

Apesar de toda a operação de extração ter sido subterrânea, os impactos resultantes se externaram à superfície. Dentre os principais impactos estruturais visualizados em Maceió estão: o aumento da frequência de abalos sísmicos, desde fevereiro de 2018 (no mês de março, foi registrado abalo sísmico no local, com tremor de intensidade alta, mais precisamente de 2,5 na Escala Richter), presença de entulhos como os resíduos de construção, domésticos e vegetais; bem como infiltrações; afundamentos; surgimento de crateras e rachaduras em prédios comerciais, apartamentos e residências populares, dentre outros, agravando a atual situação encontrada na parte alta da cidade, como mostra a figura 11.

Figura 11 - Impactos estruturais no bairro do Pinheiro em Maceió/AL.



Fonte: SILVA (2019).

No bairro do Pinheiro, em 2019, já era possível encontrar uma grande quantidade de imóveis disponíveis para aluguel e venda, justamente pela necessidade de realojamento da população, aumentando o nível de insegurança, além do abandono forçado das moradias. Além disso, podendo-se constatar casos de furto e arrombamento em alguns apartamentos da região. Estes aspectos foram os principais responsáveis pela diminuição do fluxo cotidiano, que passava por um processo constante de êxodo.

Wanderley (2009) cita:

Em alguns casos, o deslocamento compulsório, em que ocorre a perda da moradia e de referências culturais, simbólicas e sociais, é resultante de um processo de reprodução do capital imposto por empresas em troca de flexibilização de normas do Estado, designado como chantagem locacional. (WANDERLEY, 2009, p. 11).

O sofrimento das famílias atingidas é grandioso, indescritível, no entanto, as pessoas atingidas, em grande maioria, não ofereceram resistência ao movimento de êxodo, fato que é explicado pela situação de tragédia iminente. Com o intuito de aglutinar as reivindicações dessas pessoas, se originou o Movimento SOS Pinheiro (VIEGAS, 2020).

A CPRM ao estudar as causas para o afundamento que ocorreu nos bairros, formulou quatro hipóteses, e nessas levou em consideração alguns aspectos, como os geológicos e geomorfológicos, bem como a ocupação do solo e a presença de extração mineral, assim, resultou nas seguintes hipóteses, a primeira com características geotécnicas dos solos e forma de ocupação do bairro, a segunda com a presença de vazios no solo e subsolo decorrentes de causas naturais ou antrópicas, a terceira com as estruturas tectônicas ativas na região e por fim, a quarta hipótese com a exploração de água subterrânea (BRASIL, 2019).

Dentre as hipóteses que foram investigadas apenas duas foram confirmadas, a que diz respeito a presença de vazios no solo provenientes da extração do recurso, na qual aponta para evidências que confirmam deformação nas cavernas de mineração, influenciando diretamente no surgimento dos fenômenos externados. E a que trata sobre a extração de sal-gema que está diretamente ligada com a ativação das estruturas tectônicas dispostas abaixo das zonas de risco, sendo este fator que desencadeou o processo.

Após as análises feitas pelo Serviço Geológico do Brasil (BRASIL, 2019), em abril de 2019, foi divulgado o relatório informando que a extração de sal-gema foi a principal causa para o surgimento de rachaduras, fissuras e tremores em Maceió, assim, a empresa responsável paralisou a exploração de sal-gema na cidade, mas não reconheceu a responsabilidade pelos danos, com a alegação de inconsistências de metodologias usadas na elaboração do Relatório

da CPRM. Mas, mesmo com a cessão das atividades, os moradores da região continuaram vivendo com insegurança.

Na sede do Ministério da Integração Nacional, houveram reuniões e os gestores de Maceió solicitaram recursos financeiros e a continuidade dos estudos para identificar as causas das rachaduras que afetavam imóveis e vias públicas na região. E após as análises realizadas ficou concluído que o fenômeno ocorrido no bairro do Pinheiro nunca havia sido registrado em área urbana de nenhuma outra cidade no Brasil. E as decisões que inicialmente beneficiavam os contribuintes e moradores do Pinheiro, foram estendidas aos outros dois bairros incluídos no decreto de estado de calamidade pública àquela altura.

Assim, como em qualquer atividade que possua relevância econômica, a cadeia produtiva da mineração está diretamente associada a perturbações e modificações momentâneas e permanentes no ambiente, com danos físicos e ecológicos na fauna, flora e paisagem, interferência direta no clima e contaminação de leitos fluviais e aquíferos (PEREZ, 2001). E no caso de Maceió, em que a lagoa Mundaú é tida como base para o sustento de pescadores da região, ela poderá sofrer, bem como o ambiente ao seu redor com futuras consequências e perdas irreparáveis em sua biodiversidade.

De acordo com Rossi (2020) após dois anos do início do processo de subsidência, alguns bairros da cidade já eram considerados como “bairros fantasmas”, já que não se via mais praticamente ninguém pelas ruas, só maquinário pesado espalhado, como por exemplo, tratores, caminhões e escavadeira, maquinário esse que é contratado pela empresa responsável pela mineração, para fazer trabalhos compensatórios no solo. Parte desses locais já não podiam ter a movimentação de carros, porque as ruas estavam interditadas para o trânsito.

Da Silva Viegas (2020) afirma que, o movimento de deslocamento compulsório dos moradores dos bairros atingidos resultou em um aumento real nos preços dos imóveis localizados em Maceió, tornando ainda mais difícil o reestabelecimento da rotina das pessoas atingidas. Além de registros de muitos animais que foram deixados nos bairros que, a cada dia se tornam menos populosos. São vistos principalmente gatos, cães e cavalos.

Um grupo chamado SOS Pet Pinheiro, composto por voluntários, fez um estudo sobre os animais que foram abandonados nos bairros atingidos pela tragédia ambiental. O estudo, que foi entregue ao Ministério Público Estadual, verificou que só no bairro do Pinheiro podem ter aproximadamente 1.000 animais, entre cães e gatos, nas ruas. Ao todo, nos quatro bairros mais atingidos, esse número poderia chegar a 5.000 animais abandonados (PIMENTEL, 2020).

Após cinco anos do início do processo de subsidência, pode-se observar nas imagens abaixo a atual realidade das residências que foram abandonadas, e as ruas desertas que são resultado do êxodo de praticamente toda a população do bairro (Figura 12).

Figura 12 – Situação atual do bairro Pinheiro em Maceió/AL



Fonte: Autor (2023).

Há relatos de que muitos moradores sofrem, não só com danos materiais, mas também com o adoecimento mental, e este é crescente. Muitas pessoas também tiveram problemas clínicos agravados pela situação vivida em relação a este desastre. Os danos imateriais e, principalmente, os existenciais são praticamente irreparáveis. Os antigos moradores dos bairros afetados alegam que o valor indenizado não foi adequado ao valor real do imóvel, bem como aos danos à saúde física e mental. Há relatos de pessoas que chegaram a apresentar laudos médicos e que não foram aceitos (BEDER, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todos os dados levantados, pode-se perceber que ao longo de toda a história, o Brasil tem uma relação direta com a busca e o aproveitamento dos recursos naturais, dentre eles minerais, que sempre foram muito importantes e contribuíram bastante com a economia do país, fazendo parte da ocupação territorial e de sua história e assim, percebe-se que o setor mineral brasileiro é composto por cerca de 95% de pequenas e médias minerações e as indústrias responsáveis pelo meio extrativa mineral já chegaram a alcançar o valor de US\$ 3 bilhões, em 2000; e quando os produtos são processados podem chegar a gerar o valor de US\$ 43 bilhões que é equivalente a 8,5% do PIB do país.

Diante disso, considera-se que os problemas elencados no presente trabalho, como danos e desvalorização de bens, migração compulsória de população local, desequilíbrio ambiental e subsidência fundiária, são resultado da soma total, durante décadas, da falta de atenção do Poder Público, no que se refere aos processos de extração desses minérios. Assim, fica evidente a presença de diferentes produtores e modeladores do espaço urbano, que por sua vez tem interferido diretamente no meio ambiente, e em toda a vida que está inserida naquele local.

O poder público, atuando como agente de fiscalização e mediação, permitindo a apropriação dos fatores naturais, destacou-se como um dos fatores que agravaram a situação, ficando a população afetada à margem das relações produtivas estabelecidas ao longo dos anos. Sabe-se que a mineração é submetida a várias regulamentações e os três níveis de poder estatal possuem atribuições no que diz respeito a mineração e sua relação com o meio ambiente. A legislação ambiental é considerada extensa, avançada e conflitante.

Desde o início da implantação de um projeto de mina, é necessário um planejamento eficaz para minimizar os impactos sociais e ambientais em caso de fechamento da mina e sempre integrar as atividades de mineração ao conceito de desenvolvimento sustentável. Propõe-se então, a criação de um fórum permanente envolvendo diferentes instituições e entidades representativas do setor de mineração, ONGs, universidades e sociedade civil organizada no intuito de avaliar e planejar a implantação e o desenvolvimento de atividades mineradoras no país, buscando através desse meio, um maior diálogo entre todas as partes envolvidas em todos os aspectos que estão no entorno da produção mineral.

Assim, conclui-se que para que haja a redução dos impactos sofridos pelo meio ambiente, e pelos moradores, é necessária a ampliação da “visão do objeto”, buscando medidas para melhorar a qualidade de vida da população afetada. Além disso, as contradições

encontradas no discurso ambiental corporativo reforçam a lógica do sistema de produção capitalista, onde os aspectos sociais e ambientais são relegados a fatores secundários na busca constante do lucro.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. F. **Recursos minerais do Brasil**. São Paulo: Editora Blücher, 2. ed., 1973.
- ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. 14. ed. São Paulo, DF: Editora Atlas S.A., 2012.
- BACCI, D. de LA C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. De. Aspectose impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, 59(1): 47-54, jan. mar. 2006.
Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rem/a/FLtLVCZBBtRgcgbRSZTxmxx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2022.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 1997.
- BRAITSCH, O. **Salt deposits their origin and composition**. Berlin: Springer, 1971.
- BRASIL, **Lei 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. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 25 ago. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Brasília, DF. 2006. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/>. Acesso em: 15 out. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental. IBAMA – Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral**. Brasília, DF, 2001. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/MANUAL_mineracao.pdf. Acesso em: 20 dez. 2022.
- BRASIL. Senado Federal. **Decreto nº 97.632, de 10.04.1989**. dispõe sobre a regulamentação do artigo 2, inciso VIII, da lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providencias. Brasília, DF: Senado Federal, 1989. Disponível em:
<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (Al). I (1)**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2019. Disponível em:
<http://www.cprm.gov.br/impressa/pdf/relatoriosintese.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL): ação emergencial no bairro Pinheiro**. Brasília, 2019. Disponível em:
<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21133?mode=full>. Acesso em: 14 ago. 2022.

CHEMELLO, E. **A Química na Cozinha apresenta: o sal**. São Paulo: Editora Cia da Escola, 2005.

CUNHA, AMBM *et al.* Produção mineral brasileira: resultados econômicos, desenvolvimento social e externalidades negativas da exploração do minério de ferro em Minas Gerais. **XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Belo Horizonte, 2019.

DANA, J. D.; DANA, E. S. **Dana's new mineralogy**. Nova York, John Wiley & Sons Editora, 8. ed., 1997.

DANTAS, H. F. S. de A. *et al.* Análise da exploração minerária e seus impactos, visando a recuperação de áreas degradadas: estudo de caso no município de Pedra Lavrada-PB. **Revista Geoambiente**, Jataí, n. 25, p.42-56, jul/dez, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/36290/20022>. Acesso em: 18 out. 2022.

DIODATO, R. V. **Da concepção de um polo cloroquímico ao desenvolvimento da cadeia produtiva da química e do plástico em Alagoas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017. Disponível em: [https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/2288#:~:text=O%20Polo%20Cloroqu%C3%ADmico%20de%20Alagoas,e%20do%20Pl%C3%A1stico%20\(CPQP\)](https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/2288#:~:text=O%20Polo%20Cloroqu%C3%ADmico%20de%20Alagoas,e%20do%20Pl%C3%A1stico%20(CPQP)). Acesso em: 15 set. 2022.

DIAS, E. G.C.S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-23052001-171051/pt-br.php>. Acesso em: 19 maio 2022.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral**, [S.I], 2015. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015>. Acesso em: 14 maio 2022.

ELAW. Environmental Law Alliance Worldwide. **Guidebook for evaluating mining project EIAs**. Eugene, OR: Environmental Law Alliance Worldwide, 2010.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. PNUD - Contrato 2002/001604, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ciência, Tecnologia e Inovação, [S.I]. 2002. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambiente_no_brasil_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0. Acesso em: 06 jan. 2022.

FARIAS, Talden. Questões básicas da disciplina de Direito Ambiental. **Ambiente Jurídico**. [S.I]. set, 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-set-26/ambiente-juridico-questoes-basicas-direito-ambiental>. Acesso em: 06 jan. 2022.

FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J.; ARAUJO, E. **Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: Cetem/MCTI, 2014.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ARAUJO, Eliane Rocha. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. [S.I.]. 2016. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1909>. Acesso em: 06 jan. 2022.

FLORENCIO, C. P. **Geologia dos Evaporitos Paripueira na Sub-Bacia de Maceió, Alagoas Região Nordeste do Brasil**. São Paulo, Tese (Doutorado em Geociências) - USP, 2001. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-27102015-142649/publico/Florencio_Doutorado.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

FREITAS, Eduardo de. Extração mineral e os impactos ambientais. Mundo educação. [S.I.], [202-?]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/extracao-mineral-os-impactos-ambientais.htm>. Acesso em: 14 nov. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em síntese**. Maceió, AL, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/panorama>. Acesso em: 14 nov. 2022.

IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história**. [S.I.]. 2012. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002130.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2022.

IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história**. [S.I.]. 2013. Disponível em: www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004089.pdf. Acesso em: 14 mar. 2022.

MANHAS, Adriana Capretz Borges da Silva. A perda do patrimônio cultural em decorrência do maior desastre ambiental em curso no mundo, o caso da subsidência dos bairros em Maceió (AL). **Revista Jatobá**, Maceió, AL, v. 4, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/CARLITOS/Downloads/Artigo_73021.pdf. Acesso em: 15 ago. 2022.

MACHADO, V. **Porto de Tubarão completa 50 anos com histórias de poluição em Vitória**. Vitória, ES: Sindicato dos Estivadores do Estado do Espírito Santo, 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/04/porto-de-tubarao-completa-50-anos-com-historias-de-poluicao-em-vitoria.html>. Acesso em: 14 nov. 2022.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo. **Revista Estudos Avançados**, v.24, n. 68, p.209-220, [S.I.], 2010. Disponível em: file:///C:/Users/CARLITOS/Downloads/revistas,+e8_PDF.pdf. Acesso em: 22 dez. 2022.

MELO, P. R. C.; CARVALHO, R. S.; PINTO, D. C. **Rochas e os minerais industriais usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

MELO, P. R. C.; R. S. CARVALHO; D. C. PINTO.; **"Halita."** CETEM/MCTI, 2008.

MILANEZ, B. **Grandes minas em Congonhas (MG), mais do mesmo?** In: FERNANDES, F. R. C.; ENRÍQUEZ, M. A. R. S.; ALAMINO, R. C. J. (eds.). **Recursos minerais & sustentabilidade territorial**, v. 1, Grandes minas, p. 199-228. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2011.

MILANEZ, B.; SANTOS, R. S. P. Neoextrativismo no Brasil? Uma análise da proposta do novo marco legal da mineração. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 19, p. 119-148, [S.I.], 2013.

Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Santos-2014-Neoextrativismo-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

MILANEZ, Bruno. **Mineração ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação**. [S.I.]. 2017. Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2017-Minera%C3%A7%C3%A3o-ambiente-e-sociedade.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

OLIVEIRA, A. P. A.; LUZ, B. A. **Recursos hídricos e tratamento de águas na mineração**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 36p.

PATRÍCIO, Maria da Conceição M.; SILVA, Virgínia Mirtes de Alcântara; RIBEIRO, Victor Herbert de A. **Conflitos socioambientais: estudo de caso em uma pedreira na Paraíba**. 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/8021/5864>.

PEREIRA, Aline Aparecida Silva; COSTA, Danilo Augusto Toledo; BORGES, Luis Antônio Coimbra. Percepção ambiental de pós-graduandos sobre os impactos da mineração. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Rio Grande**, v. 34, n. 2, p. 238-255, maio/ago. 2017.

PEREZ, B. C. **As rochas e os minerais industriais como elemento de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

PENA, Rodolfo F. Alves; SOUSA, Rafaela. **Mineração**. [S.I.]. 2019. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/geografia/mineracao.htm>. Acesso em: 20 dez. 2022.

PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: EDUFAL, 2005.

PIMENTEL, Evellyn. **Bairros desocupados: ONG estima 5 mil animais abandonados. Tribuna Hoje, [S.I.]**, 2020. Disponível em: <https://encurtador.com.br/BHUV9>. Acesso em: 20 dez. 2022.

PORTO, B. **Em meio à crise hídrica, minerodutos utilizam água dos rios para levar polpa de ferro ao porto**. Hoje em Dia, [S.I.], 2015. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/primeiro-plano/economia/em-meio-%C3%A0-crise-h%C3%ADdrica-minerodutos-utilizam-%C3%A1gua-dos-rios-para-levar-polpa-de-ferro-ao-porto-1.292757>. Acesso em: 10 dez. 2022.

PONTES, Julio Cesar de; FARIAS, Maria Sallydelândia Sobral de; LIMA, Vera Lúcia Antunes de. **Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos**. [S.I.]. 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/5277/3873>. Acesso em: 10 dez. 2022.

RAMOS, Mônica Arlinda Vasconcelos. **Controle e monitoramento ambiental na mineração**. Cruz das Almas: BA, UFRB. 45p, 2017. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175244/1/CONTROLE%20E%20MONITORAMENTO%20AMBIENTAL%20NA%20MINERA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ROSSI, Marina. **O bairro com data para sumir do mapa em Maceió**. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2020-01-14/o-bairro-fantasma-que-a-mineracao-deixou-para-tras-em-maceio.html>. Acesso em: 30 nov. 2022.

SANTI, A.M.M.; R.Y. SUZUKI; R.G. OLIVEIRA. Monitoramento da qualidade do ar no município de Itabira/MG: avaliação dos resultados e anos recentes (1997/99) e das perspectivas de modernização da rede de monitoramento no contexto do licenciamento ambiental corretivo da CVRD. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: 2000. Disponível em: https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/1302/1/EVENTO_MonitoramentoQualidadeMunic%C3%ADpio.pdf. Acesso em: 03 nov. 2022.

SANTOS, Michele. **O que é mineração?**. [S.I]. 2020. Disponível em: <https://blog.jazida.com/o-que-e-mineracao/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

SILVA, V.C.; ANTONINI, A.; KOPPE, J.; Floyd, J.; Cerello, L.; Crosby, W.; Hogan, T.; **Problemas gerados pelas detonações**. IGCE. Unesp. Rio Claro, SP. 2000. Apostila. 165 p.

SOUSA, Rafaela. **Impactos ambientais causados pela mineração**. Brasil Escola. [S.I], 2022. Disponível em: <https://brasilestela.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>. Acesso em: 23 de fev. 2022.

TEIXEIRA, Arthur Felipe de Melo; NASCIMENTO, Carlos Henrique de Vasconcelos; SILVA, Clayton dos Santos; LIMA, Jessé Rafael Bento de; FRAGOSO, Marília Lacerda Barbosa. A lógica do discurso ambientalista empresarial: da extração de sal-gema aos impactos no ambiente urbano. **Revista Momentos Sociais e Dinâmicas espaciais**. Recife, v. 9, p. 27-42. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.46802/rmsde.v9i1.243613>. Acesso em: 05 de fev. 2022.

VALE. **Relatório de Sustentabilidade 2015**. Rio de Janeiro: Vale S.A., 2016.

VIEGAS, Maria Ester Ferreira da Silva. **Refugiados ambientais urbanos: o desaparecimento dos bairros Pinheiro, Mutange, Bebedouro, Bom Parto–Maceió/AL**. 2020.
VIEIRA, E. A. A (in) sustentabilidade da indústria de mineração no Brasil. **Estação Científica (UNIFAP)**, 1 (2), 01-15, Macapá, 2011. Disponível em: periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/248/eliasv1n2.pdf. Acesso em: 05 de fev. 2022.

WANDERLEY, L. J. M. Deslocamento compulsório e estratégias empresariais em áreas de mineração: um olhar sobre a exploração de bauxita na Amazônia. **Revista IDEAS**, 3, 475-509, [S.I], 2009. Disponível em: r1.ufrj.br/cpda/ideas/ojs/index.php/ideas/article/view/3/4. Acesso em: 05 de fev. 2022.

ZONTA, M.; TROCATE, C. (ed.). **Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP**. Marabá: Editorial Iguana, 2016, v. 2.