

## **Plano de fechamento e recuperação ambiental de área degradada pela extração de calcário em Caçapava do Sul/RS**

**Ewerton Henrique da Silva Souza**

Universidade Federal do Pampa – Rio Grande do Sul

**Mateus Guimarães da Silva**

Universidade Federal do Pampa – Rio Grande do Sul

**Pedro Daniel da Cunha Kemerich**

Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **RESUMO**

A atividade de extração de minério para produção de bens de consumo sejam eles para agricultura, construção civil ou demais áreas, é encarada pôr a maioria da sociedade como algo que atua de forma contrária ao meio ambiente, que não trará benefícios e a partir do momento que se inicia a atividade de mineração em determinados locais, a região será abandonada ao término da exploração. Porém, antes mesmo de se dar início a um processo de mineração, são realizados estudos prévios, durante a operação e após o fechamento do empreendimento no local utilizado para extração do mineral. Esses estudos são objetos essenciais para obtenção das licenças ambientais, alvarás do empreendimento e outros estudos contínuos para que o funcionamento de uma atividade de tal porte siga operando de forma legal e conforme exigências dos órgãos competentes que, mesmo após o fechamento das operações precisam ser continuados. A partir disso, o trabalho visa a elaboração de um plano de recuperação da área degradada e fechamento de mina a partir da extração de calcário, cujas atividades foram suspensas. A metodologia aplicada para realização do trabalho se deu a partir do levantamento de dados junto a um empreendimento, principalmente das informações de campo e na sequência foram realizadas consultas a literatura e legislação vigente com o objetivo da aplicação de etapas para que o plano de fechamento e de recuperação da área degradada pudesse ser bem-sucedido. Os resultados demonstraram o caminho a ser seguido para que possa ser realizado o tipo de fechamento da mina que foi classificado como prematuro devido a suspensão das atividades a partir da constatação da inviabilidade econômica e o teor de qualidade do minério disponível. Dessa forma, o trabalho demonstra a importância do planejamento do fechamento de mina e recuperação de áreas degradadas dada a quantidade de pessoas envolvidas no processo, não somente durante a vida útil da mina, mas no uso futuro da região e os monitoramentos que irão garantir a segurança da sociedade que ali ficará e, assim, garantir um procedimento bem-sucedido de recuperação ambiental.

**Palavras-chave:** Recuperação de áreas, Plano de fechamento, Meio ambiente, Impactos ambientais, Monitoramento ambiental.

### **1 INTRODUÇÃO**

A mineração surgiu como uma atividade com potencial para uma das áreas que mais se desenvolvem no País desde o século XVII com a busca inicialmente por metais valiosas como ouro, prata e cobre, assim como na procura de pedras preciosas (diamantes e esmeraldas) (SOUSA, 2023).

A ampliação do campo de pesquisa faz com que as empresas busquem ampliação de suas áreas, a partir da aplicação de programas de pesquisas, sendo o principal deles a sondagem próximas às unidades



de operação (beneficiamento) ou minas ativas que podem se tornar novas reservas ou novas aquisições de direitos minerários (RESENDE, 2009). Os avanços, contudo, criaram um passivo ambiental ao longo dos anos na mesma medida em que ocorria o crescimento da lavra (subterrânea ou a céu aberto) nos territórios com enfoque na exploração (SILVA, 2023).

Por esse motivo, a mineração é vista por parte da população como um fator negativo ambientalmente, mesmo que seja essencial para a fabricação de itens do dia a dia, perspectivas favoráveis e indicadores econômicos. Mas isso se dá devido ao pouco conhecimento da sociedade ou confusão quando comparada a ação predatória causada por garimpos e restrição ao dimensionamento de seu impacto junto ao meio ambiente (RESENDE 2009).

Nas últimas décadas o apelo ambiental a partir dos registros de abandono das áreas de exploração com reservas que não possuem viabilidade econômica, trouxeram à tona discussões para necessidade dos empreendimentos sejam eles em fase de implantação, em desenvolvimento ou fechamento que possuam um plano de fechamento e recuperação para áreas degradadas pela atividade empregada. (RAODEL, 2021).

Mesmo os fechamentos temporários devem ter precauções por parte das empresas, justamente pela variação de tempo de inatividade da mina em questão. Essa precaução se dá devido ao aspecto ambiental do local que pode acarretar na maximização dos passivos ambientais, como é o caso de evolução dos processos de erosão dos taludes, assoreamento dos cursos hídricos e aumento das áreas contaminadas por rejeitos (CAMELO, 2006).

Segundo Resende (2009) a ausência de um planejamento seguro a longo prazo e implementação dos planos de fechamento e recuperação que vem das empresas, mesmo que durante a vida útil das minas, em que se tem a operacionalidade da extração como ponto forte faz com que a insegurança da população seja constante até o período do encerramento das atividades.

O município de Caçapava do Sul, conta com grandes empresas que juntas são responsáveis pela extração e beneficiamento de rocha calcária, que fornecem aproximadamente 85% do calcário dolomítico produzido no Estado do Rio Grande do Sul para fins de construção civil e agricultura (FLORES, 2017). Devido a essa alta demanda, as áreas de extração carecem de um planejamento a longo prazo que vise o término da frente de lavra após as fases de retirada do minério para indústria (FLORES, 2017).

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo a realização de um plano de fechamento de mina e recuperação de área degradada pela extração de calcário que teve suas atividades suspensas recentemente. A realização se deu a partir da discussão referente a trabalhos que englobam a situação de solo, espécies vegetais que melhor se adaptam e nativas da região, além de métodos que podem ser aplicados ao local de estudo visando o planejamento do uso futuro da área conforme objetivo dos responsáveis pelo empreendimento.

## 2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo geral a realização do plano de fechamento de mina e previsão da recuperação ambiental de uma área degradada por atividade de mineração de calcário no município de Caçapava do Sul/RS, assim como os objetivos específicos a seguir:

- Estudo de caso para realização do plano de fechamento de mina;
- Estabelecer as etapas de encerramento de mina;
- Realização do planejamento da recuperação da área degradada.

## 3 METODOLOGIA

O presente trabalho teve como objetivo a realização do plano de fechamento e recuperação de áreas degradadas de uma mina de extração de rocha calcária no município de Caçapava do Sul/RS que está desativada desde o ano de 2014, em que foi atestada a inviabilização econômica da mina pela empresa que explorava.

O objeto de estudo trata-se de uma área de extração de calcário desativada localizada no município de Caçapava do Sul, no estado do Rio Grande do Sul conforme as coordenadas de zona 22J, longitude 267.447,51 mE (metros leste) e latitude 6.618.093,11 mS (metros sul), ambas em UTM (Universal Transversa de Mercator), conforme FIGURAS 1 e 2.

Figura 1 - Mapa de situação e localização da mina (DE FREITAS, 2014).

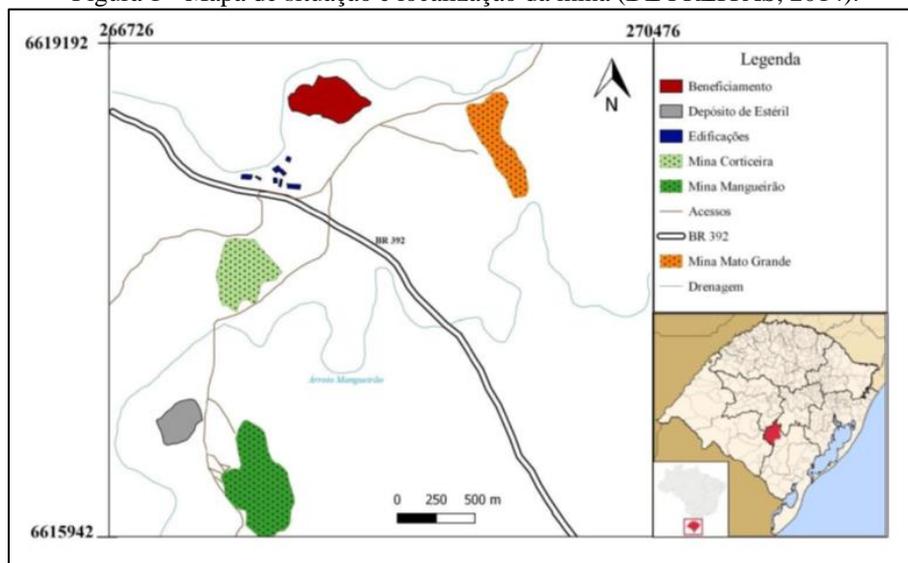


Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo (Autor, 2024).



O plano de fechamento foi realizado na cava de uma mina de extração de calcário identificada conforme ilustrado na FIGURA 8, que teve suas atividades paralisadas no ano de 2014 (em torno de 10 anos) devido a inviabilidade econômica para o prosseguimento do processo de extração da rocha calcária por motivos operacionais (aprofundamento da mina, necessidade de aumento na área de supressão, entre outros fatores).

A mina se enquadra no plano de encerramento anterior à exaustão da mina, uma vez que, a continuidade da exploração de forma momentânea se torna inviável economicamente dadas as condições da área em que a mina está localizada, caso de proximidade com a via municipal e rodovia, área que demanda licenciamento com estudo mais aprofundado, além do teor do minério existente no local.

Para isso, será aplicado o modelo estabelecido pela resolução 68/2021 da ANM para uma área de 0,7 hectares (há) sendo realizado o cálculo de recuperação dessa área, estabelecimento de uso futuro para área.

Quanto as estruturas existentes serão citadas uma distinção conceitual de descomissionamento das estruturas civis e de estabilização física e química das estruturas que ficaram no local devido a proporção das mesmas, além de ações de reabilitação da área já executadas, caso da inclusão de um plano de recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração.

Serão apresentadas ações que visam o monitoramento e manutenção das áreas após a recuperação total do local. Será apresentado um plano de estabilização física e química das estruturas remanescentes, uma vez estabelecido um cronograma que irá integrar o período de pré fechamento, fechamento e pós fechamento, de forma que respeite a adequação da área visando o uso futuro do local.

Junto aos dados de monitoramento, serão apresentadas a avaliação dos riscos decorrentes do fechamento e formas de mitigação dos eventuais danos resultantes da atividade que serão aplicados e



acompanhados ao longo dos anos para que não se tenham problemas futuros quando for realizada a utilização da área.

As etapas do Plano de Fechamento estão dispostas da seguinte maneira a seguir:

- Classificação do fechamento de mina de acordo com a classificação ANM;
- Estabelecimento de uso futuro da área de extração;
- Medidas que serão tomadas na desativação;
- Análise dos riscos;
- Estabelecimento do plano de acompanhamento e monitoramento pós fechamento;
- Estabelecimento de cronogramas para o plano de fechamento de mina.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

O empreendimento conforme licença FEPAM promove a atividade de Lavra de Calcário, Argila Industrial (Caulim) – A Céu Aberto e Com Recuperação de Área Degradada, e tem como localização a poligonal ANM número 811.030/1970 conforme coordenadas geográficas abaixo e demonstração de pesquisa no site da ANM (Agência Nacional de Mineração):

- Latitude: -30,54761200;
- Longitude: -53,42197100.

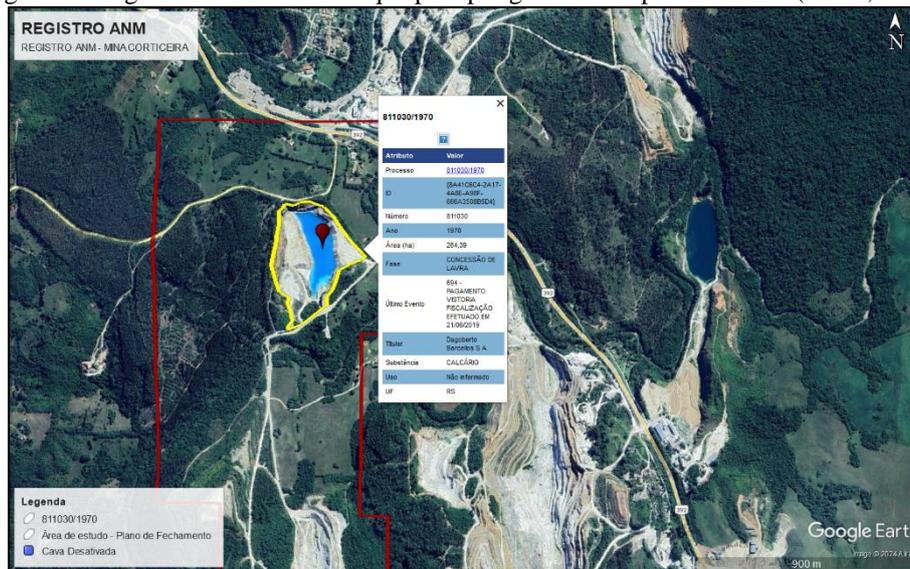
A área do polígono está com cerca de 264,39 ha, porém conforme informado na LO (Licença de Operação), a área útil do empreendimento em torno de 52, 70 ha e por fim, a área de estudo para o presente trabalho é de aproximadamente 11 ha, conforme destacado na FIGURA 3.

A mina mostrada na Figura 3 teve início das suas atividades junto a Agência Nacional de Mineração no ano de 1970 com a realização da mineração sendo feita a céu aberto (BRASIL, 2024).

Com o passar dos anos de extração e o teor de qualidade do minério (poder de neutralização do calcário) extraído apresentando queda de forma significativa, a continuidade da extração se tornou inviável economicamente para o empreendimento.

Dessa forma, era necessário o aprofundamento da cava e isso exigiria o alargamento da área em seu entorno, o que tornou o processo ainda mais complicado, dada a proximidade do local com vias de acessos municipais, fazendo com que a mina suspendesse suas operações no ano de 2014 e optasse por parte da empresa o foco em outras frentes de operação do empreendimento.

Figura 3 - Registro ANM com destaque para poligonal do empreendimento (Autor, 2024).



## 4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DO EMPREENDIMENTO

Por se tratar de um empreendimento que possui interferência direta num determinado local, os impactos causados acarretam mudanças significativas no ambiente de operação da mina, o que torna necessária a adoção de medidas de controle e mitigação dos efeitos do trabalho realizado no local a serem pontuados nos impactos gerais causadas pela atividade de mineração.

As ocorrências dos impactos ambientais e a necessidade de serem realizados tais estudos se dão devido as consequências de o fechamento de mina ocorrer de forma variada, principalmente quando em áreas ambientalmente mais frágeis a alterações fazendo com que aparentem os impactos de forma mais acentuada (PINTO, 2017).

O primeiro impacto se deu na instabilidade dos taludes da mina, que devido a proximidade da via de trânsito municipal, área de vegetação em que a poligonal de extração tem a autorização e a inclinação das bancadas, pode acarretar no processo de erosão e prejudicar a segurança do local visando o uso futuro. Se fez necessária a reconfiguração dos taludes ampliando a área do aterro, essa ampliação traz a melhoria da estabilidade, auxiliando principalmente para evitar a erosão do solo por meio da passagem da água conduzida por meio de valetas até bacias de sedimentação.

O impacto causado pela movimentação dos equipamentos em função da disposição do estéril e solo para recuperação da área e trânsito dos equipamentos (caminhões e trator de esteira) nas vias de acesso foi contido a partir da utilização de caminhão pipa nos dias mais secos para que a poeira sofresse o abatimento.

A possível contaminação dos recursos hídricos próximos se deu a partir da exposição do solo e do arraste da composição química da rocha a partir das ações do tempo. Para isso, o lago formado a partir da água da chuva na área da cava que foi suspensa, serve como uma bacia de sedimentação não permitindo que os possíveis contaminantes possam ir para os recursos hídricos próximos.

Quanto aos impactos causados a partir do desmatamento e da supressão da vegetação que existia na área da cava, sua recuperação se dará por meio da ampliação da área do aterro, disposição de solo natural proveniente de outras áreas de avanço do empreendimento, ou mais conhecido como estéril por não ser aproveitado como produto.

Os impactos socioambientais que podem influenciar na economia da região serão atenuados mesmo com a desativação da mina corticeira, devido o empreendimento possuir mais duas áreas de mineração em operação junto ao beneficiamento de minério.

Assim, de acordo com Pinto (2017), a extensão da exploração de minério contribui para ocorrências mais acentuadas, principalmente em atividades que possuem vida útil de exploração maiores - que passam séculos de operação, com potencial de impactos maior as de pequeno porte no momento de encerramento das atividades.

Na Figura 4, é apresentado um gráfico a partir de um estudo que possui relação com os principais impactos ambientais a partir do fechamento de minas na Austrália entre 1981 e 2005, uma vez que demonstra a importância da atenção para o período de pós fechamento das mineradoras pelo mundo sendo que no Brasil, ainda são necessários estudos mais aprofundados por se ter muitos empreendimentos ainda em operação ou sem a realização do encerramento de forma correta. (DIAS, 2013).

Figura 4 - Proporção de impactos ambientais em fechamento de minas (Fonte: DIAS, 2013).



#### 4.3 TIPO DE FECHAMENTO DA MINA

O plano de fechamento de mina se tornou uma ferramenta imprescindível para a continuidade das atividades de mineração e antes do início das mesmas, considerando que toda mina terá seu final e a partir desse tópico se tornou uma preocupação (PINTO, 2017).

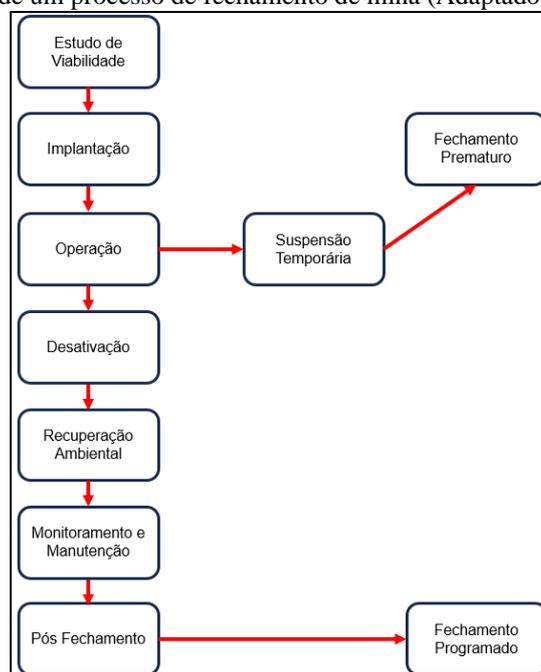
De Freitas (2014) apresenta um fluxograma na FIGURA 5, que remete aos dois principais tipos de fechamento de mina de acordo com a ANM, que separa em dois tipos principais, do tipo prematuro que se

trata do estudo do presente trabalho e o fechamento programado, que remete ao plano apresentado no início do empreendimento, ou seja, nas fases de implementação.

O tipo de PFM que se enquadra na mina, que é objeto de estudo do trabalho, é o de fechamento prematuro, uma vez que não foi planejado pela equipe técnica do empreendimento através do plano de fechamento da empresa. Isso devido a suspensão temporária das atividades com a inviabilidade econômica no processo de extração da cava e o custo que é envolvido no processo de secagem da água e avanço da lavra.

A suspensão temporária depois de um determinado tempo leva ao fechamento definitivo da mina e se enquadra no fechamento prematuro por ser anterior ao previsto no plano inicial.

Figura 5 - Fluxograma de um processo de fechamento de mina (Adaptado de DE FREITAS, 2014).



#### 4.4 PROCESSO DE DESATIVAÇÃO

A etapa que envolve a desativação de um empreendimento do porte da atividade de mineração, pode ser definida como uma das partes do processo do encerramento das atividades de extração, sejam elas por exaustão da reserva mineral, inviabilidade econômica da continuidade da extração (DOS REIS & BARRETO, 2001).

Sanchez (2013) cita que a desativação pode ser definida também como o período que se inicia antes do encerramento, tempos antes da confirmação do encerramento das atividades minerárias e tem como conclusão, a remoção de todas as instalações que são consideradas como desnecessárias e permita o processo de recuperação da área.

O caso atual da empresa utilizada como base no estudo, para o caso dos equipamentos, estruturas da mina (obras, escritórios, estocagem de suprimentos) que serão desativados, passaram por um processo de realocação para outras áreas em atividade do empreendimento.

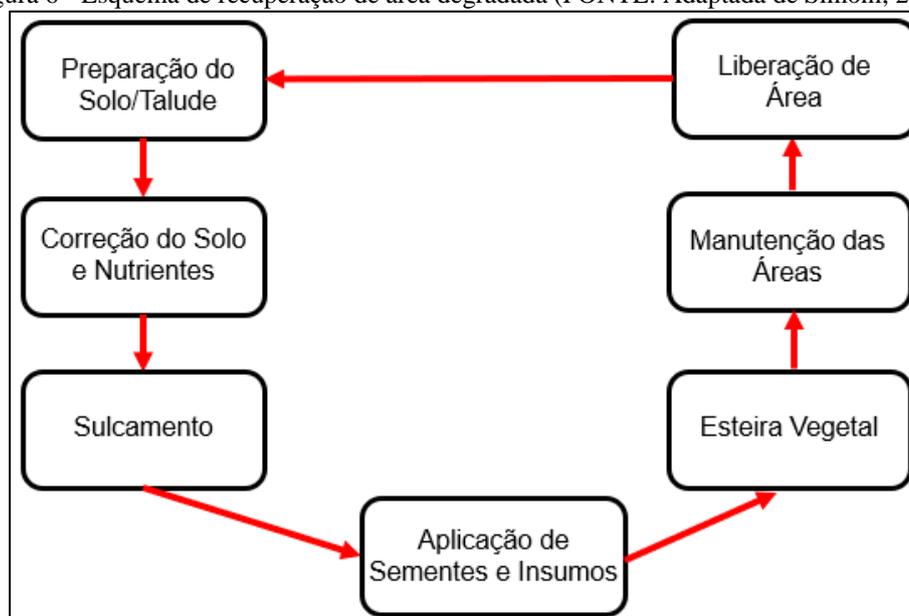
Para os equipamentos móveis (escavadeiras, pá carregadeiras e caminhões), pode ocorrer ainda um dimensionamento de frota, fazendo com que possa haver um processo de venda dos mesmos para outras empresas dando uma destinação para os mesmos.

#### 4.5 PROCESSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

A recuperação das áreas degradadas está na sua parte relacionada a movimentações de terra, alteração na topografia e revegetação em todas as estruturas da mina (Cavas, barragens e pilhas de estéril) de forma que se tenha a garantia de recuperação não somente ao fim das operações, mas durante os processos de produção (FLÔRES, 2006). A necessidade de recuperação se dá a partir de projetos que sejam adequados e coerentes com as características do ambiente em que o empreendimento está inserido.

Dessa forma, para cada superfície degradada deve se ter um projeto, mesmo que não seja possível que a área retorne para a formação vegetal semelhante anteriormente ao início das atividades. Sendo elaborado na Figura 6 um esquema geral das etapas de recuperação ambiental de forma que possa haver a garantia das condições necessárias para o plantio e crescimento de vegetação saudável (SIMONI, 2017).

Figura 6 - Esquema de recuperação de área degradada (FONTE: Adaptada de Simoni, 2017).



O processo de recuperação ambiental no estudo de caso referente às áreas degradadas se dará a partir do preenchimento da cava por material estéril ou rochoso, logo após será disposto um sistema de drenagem

visando a não sobrecarga do escoamento da água superficial e por fim será posto solo orgânico (cobertura vegetal) conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7 - Modelo de área com recuperação ambiental (Autor, 2024).



A técnica de aplicação se dá a partir do lançamento das sementes das gramíneas em proporções de 10 kg/ha. Esse tipo de semeadura pode auxiliar na estabilidade do talude, estabilidade e no reflorestamento do local, com o desenvolvimento atrelado ao clima e a adaptação ao local de plantio.

Já o reflorestamento se dará a partir do plantio de árvores nativas e eucaliptos nas áreas do entorno da mina corticeira, casos de pilhas de estéril e margens dos arroios mangueirão e salso, como medidas compensatórias e após taludes bem estabilizados e com as gramíneas em estágio avançado de semeadura.

Como parte do processo de manutenção do plantio das mudas nativas, serão tomadas medidas quanto aos tratos culturais das mesmas visando o sucesso do plantio e recuperação das áreas, a partir da realização das etapas citadas abaixo:

- Tutoramento com estrutura para orientar o desenvolvimento da muda (FIGURA 16);
- Coroamento;
- Combate a pragas (formigas);
- Replanteio, se necessário;
- Irrigação em períodos prolongados de seca.

As mudas necessitam de uma altura mínima de 1,0 metro de parte aérea com admissão de perda de 10% da quantidade em que foi realizado o plantio.



A Tabela 1 demonstra o cronograma utilizado pelo empreendimento para o processo de plantio e reflorestamento para recuperação ambiental das áreas de aterro da empresa.

Tabela 1 - Cronograma de plantio seguido pela empresa para o ano de 2021.

Operações / Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Coveamento					X	X	X					
Plantio					X	X	X					
Instalação de tutores					X	X	X					
Replantio								X	X			
Combate à formiga					X	X	X	X	X	X	X	X
Tratos Culturais					X	X	X		X		X	
Monitoramento			X			X			X			X

#### 4.6 ANÁLISE DE RISCOS

Durante a fase de fechamento são levantados os possíveis riscos que o empreendimento pode causar ou sofrer ao meio ambiente e o entorno da área da cava de extração de minério enquanto ocorre o fechamento e após o período. Os riscos podem englobar agentes físicos, químicos e biológicos e dentro de cada grupo existem riscos que podem ocorrer com certa frequência enquanto outros possuem uma possibilidade remota de acontecerem quando em grande quantidade.

Dentre esses riscos ambientais que podem ser citados a instabilidade de taludes que possam formar erosões e deslizamentos, vazamento de óleos e graxas proveniente da movimentação dos maquinários, contaminação dos recursos hídricos e assoreamento das valetas dos sistemas de drenagem de águas da chuva.

#### 4.7 USO FUTURO DA ÁREA RECUPERADA

Bitar (1997) afirma que existem dois tipos de situações que podem influenciar o uso futuro de áreas degradadas pela atividade de mineração, sendo elas de forma desordenada caracterizado pelo abandono da área e áreas com implementação de projeto pós fechamento sendo dividido em 24% para o primeiro caso e 76% para os encerramentos planejados.

Os tipos de uso desordenado são moradias ou descarte irregular de resíduos que geram riscos para população geral e meio ambiente dada a instabilidade do local. Tendo os riscos de erosões e escorregamentos que são agravados pela instabilidade do bloco rochoso, além da contaminação de solo e água não somente do local, mas de áreas próximas (BITAR, 1997).

Já o uso futuro planejado, de acordo com estudo de PRADs realizado por Bittar (1997), muitos deles são voltados para preservação e conservação ambiental com foco em pastagens, atividade agrícolas, reflorestamento comercial, áreas de tratamento de água e esgoto e disposição de resíduos. Porém, são englobados também os usos como lazer, recreação, sistema viário e áreas que visam a educação.

A área em questão não passará por descomissionamento por se tratar de um local de propriedade do empreendimento e não existe previsão de utilização da área para fins econômicos quanto ao plantio ou uso do solo, tendo como o primeiro objetivo sendo a recuperação para manter a sustentabilidade e qualidade ambiental do local.

O objetivo de uso futuro do empreendimento é a utilização do local como área de lazer a partir da exploração do potencial turístico da região e o lago formado a partir da água da chuva e escoamento do entorno que faz com que se forme lago mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Lago que será deixado como área de lazer (Autor, 2023).



Dessa forma, a partir do momento em que o objeto de estudo tem como principal característica de ser uma área de propriedade privada e distância relevante da população do município, o uso futuro será a criação de uma área de lazer voltado para o contexto turístico em que a região possui a partir da manutenção do lago no centro da área em que era realizada a extração do minério, se encaixando no uso futuro planejado, mesmo se tratando um encerramento prematuro.

#### 4.8 MONITORAMENTO AMBIENTAL

O monitoramento ambiental se trata da organização e do acompanhamento das medidas recomendadas para prevenir e mitigar os impactos da operação do empreendimento durante e após o fechamento de mina e desativação.

O monitoramento deve contar com ações coordenadas, que sigam a legislação aplicável e avaliando continuamente a qualidade ambiental, o monitoramento ambiental que desenvolva os mecanismos eficientes para minimização ou eliminação das fontes de impacto encontradas durante o processo e se tornar um mecanismo que acrescente conhecimento sobre os fatores relacionados com o restabelecimento da fauna e flora (SIMONI, 2017).





## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de mineração são consideradas como prejudiciais muitas vezes da forma como ocorre o processo de desativação dos empreendimentos e suas estruturas, em que é deixado com um caráter e aspecto visual de abandono na região em que ocorria a extração de determinado bem mineral o que muitas das vezes torna complexa a inserção atualmente de novas empresas de mineração nos municípios e era de certa forma uma característica comum de minerações antigas no País.

A partir desse ponto é que o plano de fechamento de mina se tornou um processo vital para o estabelecimento de um empreendimento em diversas regiões do Brasil, por envolver toda a comunidade e um planejamento a longo prazo que não discute somente a vida útil da mina ou do empreendimento no local (caso da empresa que foi objeto de estudo do presente trabalho que possui mais de uma área de extração), mas também o período pós extração.

A elaboração do plano de fechamento de mina e a conseqüente recuperação das áreas degradadas pela atividade de mineração tornou-se uma tarefa complexa e essencial para servir como forma de garantia de sustentabilidade da região que sofrerá os diversos impactos de um empreendimento do porte de uma mineradora sem a exclusão de nenhum bem mineral.

O plano evidencia a necessidade de contemplação desde a recuperação ecológica das áreas, mas principalmente dos impactos socioeconômicos nas comunidades que estarão no momento de funcionamento do empreendimento sendo beneficiadas com a geração de empregos e desenvolvimento da região.

Para isso, deve se ter o engajamento por todas as partes envolvidas no processo e principalmente demonstrar a relevância que eles têm e o papel de cada um para que o processo possa ter evolução, contando com consultas públicas, reuniões frequentes, necessidades de todas as partes e transparência dos processos.

A necessidade da promoção da sustentabilidade econômica das comunidades locais após o fechamento da mina se torna essencial devido a possibilidade de criação de programas de treinamento e capacitação, o que permite que os trabalhadores se realoquem para outras áreas de trabalho, além de incentivar o empreendedorismo local.

Dessa forma, para que o plano de fechamento de mina e recuperação das áreas degradadas carece de uma abordagem completa e integrada de maneira que os principais aspectos da região em que um empreendimento está instalado sejam integrados, sendo eles ambientais, sociais e econômicos. A partir do momento em que esses pilares da sustentabilidade e transparência com todos os envolvidos em um projeto são capazes de garantir o sucesso de maneira eficaz e com benefícios para todos e na vida útil visando o médio e longo prazo.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto n. 62.934, de 2 de julho de 1968. Aprova o Regulamento do Código de Mineração. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 jul. 1968.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 abr. 1989.

ALMEIDA, D. S. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, p. 140-158. ISBN 978-85-7455-440-2. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

AMARAL, Luise Andrade. Estratégia de utilização de topsoil na restauração ambiental. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

BITAR, Omar Yazbek. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo. 1997. 185 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm#art225](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm#art225). Acesso em: 20 de Maio de 2024.

CAMELO, M.S.M. Fechamento de mina: Análise de casos selecionados sob os focos, ambiental, econômico e social. 2006. 107p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

DIAS, Elvira Gabriela Ciacco da Silva. Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 2001.

FLÔRES, J. C. do C. Fechamento de mina: aspectos técnicos, jurídicos e sócio-econômicos. 2006. 309p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FREITAS, Joiceane Leão de. Plano de Fechamento para a Mina de Calcário do Mato Grande, Caçapava do Sul. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em tecnologia em mineração) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2014.

MARINA, Carine. A responsabilização civil das empresas de mineração e o dever de recuperação de áreas degradadas. 2021. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Jurídicas, Bento Gonçalves, 2021.

PINTO, Gabriela Salazar Silva. Fechamento de mina e a reabilitação do espaço urbano afetado. 2017. 136f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Direito, Belo Horizonte, 2017.

RESENDE, Alessandro Gomes. Análise da aplicabilidade do plano de fechamento de mina no plano de aproveitamento econômico. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) – Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas, Ouro Preto, 2009.



RÖDEL, Jéssica Teifke. Plano de recuperação de área degradada pela mineração de saibro: estudo de caso no município de Sentinela do Sul (RS). 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Universitária em Tapes, Tapes, 2021.

SÁNCHEZ, L. E.; SILVA-SÁNCHEZ, A. C. N. Guia para o planejamento do fechamento de mina. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SIMONI, Bruno Stefan De. Avaliação do desempenho da recuperação de áreas degradadas pela mineração utilizando análise multicritério: estudo de caso da Mina Córrego do Sítio. 2017. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SOUSA, R. (2019, abril 25). Mineração. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/mineracao.htm>. Acesso em: 20 de Maio de 2024.