



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**



**Laís Ferraz Fernandes**

**COMPENSAÇÃO AMBIENTAL NA MINERAÇÃO: GESTÃO DA RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DEGRADADAS**

**TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**Ouro Preto, 2019**

LAÍS FERRAZ FERNANDES

COMPENSAÇÃO AMBIENTAL NA MINERAÇÃO: GESTÃO DA RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DEGRADADAS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção de Grau em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Ouro Preto, dezembro de 2019.

F363c Fernandes, Lais Ferraz .

Compensação ambiental na mineração [manuscrito]: gestão da recuperação de áreas degradadas. / Lais Ferraz Fernandes. - 2019.

48 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.

1. Degradação ambiental. 2. Minas e recursos minerais. 3. Gestão ambiental. I. Lima, Hernani Mota de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 502/504

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB:1716

Folha de Aprovação

Láís Ferraz Fernandes

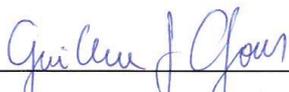
Compensação Ambiental na Mineração  
Gestão da Recuperação de Áreas Degradadas

Trabalho de graduação (Trabalho de Conclusão de Curso) defendida e aprovada em  
(04/12/2019) pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



---

Prof. Dr. Hernani Mota de Lima - orientador - EM/UFOP



---

Prof. Dr. Guilherme José Cunha Gomes – EM/UFOP



---

Prof. MSc. José Fernando Miranda – EM/UFOP

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por estar sempre presente guiando meus caminhos e tornando possível a realização deste curso de graduação.

Agradeço aos meus pais, João e Maria Lili, e a minha irmã, Lílian, por me apoiarem, me incentivando a buscar o meu desenvolvimento profissional.

Ao prof. Hernani Mota de Lima por ter aceitado essa parceria, por ter me orientado e incentivado durante a realização deste trabalho.

A CSN Mineração por ter sido a fonte principal dos dados deste trabalho e por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional. Em especial ao Wagner Martins.

A República Tchu Tchu Tchu por me receber sempre com amor e carinho e por ser meu eterno lar.

A todas as pessoas, essenciais durante a construção deste trabalho e ao longo de todo o meu curso de graduação, em especial a Ana Cláudia pelo auxílio no desenvolvimento deste.

Muito obrigada!

## **RESUMO**

A extração mineral é uma atividade praticada desde os primórdios da humanidade. Tal prática, no Brasil, e mais especificamente na região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, possui grande relevância econômica e social. Porém, sabe-se que essa atividade abrange uma série de impactos ao meio ambiente e à qualidade de vida da sociedade. A crescente escala de produção mineral tem exigido olhares mais atentos para as questões ambientais. O estado de Minas Gerais se desenvolveu relativamente bem na legislação com vistas à conservação ambiental, mas ainda há a necessidade do estudo e aplicação de boas práticas visando o bem estar da sociedade, a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico, principalmente no setor mineral. Este estudo reúne uma série de informações sobre degradação ambiental, práticas de recuperação e requisitos para compensação ambiental, no contexto da mineração, apresentando casos de sucesso na recuperação de áreas degradadas pelas atividades da mineração. Por fim, o estudo analisa que as estratégias de gestão aplicadas em um caso de recuperação ambiental em uma grande mineração possuem um nível elevado de conformidade, contribuindo para o estabelecimento da área degradada ao seu estado original.

**Palavras-chave:** degradação ambiental; mineração; recuperação de áreas degradadas; compensação ambiental; gestão ambiental; boas práticas.

## **ABSTRACT**

Mining is an activity practiced since the humanity's beginnings. This practice in Brazil, and more specifically in Quadrilátero Ferrífero minefield, Minas Gerais, has great economic and social relevance. However, this activity is known to encompass a series of impacts on the environment and the society's quality of life, and the increasing scale of mineral production has required a closer look at environmental problems. Minas Gerais has developed relatively well in legislation for environmental conservation, but there is still a need to study and apply good practices aimed at the welfare of society, the conservation of natural resources and economic development. This study gathers a series of information on environmental degradation, recovery practices and requirements for environmental compensation in the context of mining, and presents success stories in the recovery of degraded areas by mining activities. Finally, the study analyzes how the management strategies applied in an environmental recovery case in a big mining have a high level of compliance, contributing to the establishment of the degraded area in its original state.

**Keywords:** environmental degradation; mining; recovery of degraded áreas; environmental compensation; environmental management; good practices.

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APP – Área de Preservação Permanente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

CRFB – Constituição da República Federativa do Brasil

DN – Deliberação Normativa

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

IEF – Instituto Estadual de Florestas

IGAM – Instituto Brasileiro de Gestão das Águas

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RAD – Recuperação de Áreas Degradadas

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente

SUPRAM – Superintendência Regional de Regularização Ambiental

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo PDCA .....	14
Figura 2 - Mapa de localização do empreendimento minerário e área da compensação ambiental .....	18
Figura 3 - Fluxograma do método de pesquisa .....	22
Figura 4 - Mapa da área de compensação ambiental .....	27
Figura 5 - Vegetação da Fazenda matrícula 13.872 antes da compensação ambiental .....	29
Figura 6 - Área da fazenda. Em vermelho a construção da cerca e aceiro .....	35
Figura 7 – a)Coveamento e coroamento e b) Adubação e correção do solo .....	36
Figura 8 - Área cercada e com aceiros construídos. Poleiro artificial no centro da imagem ...	37

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	1
RESUMO .....	2
LISTA DE SIGLAS .....	4
LISTA DE FIGURAS .....	5
1. Introdução .....	6
2. Revisão Bibliográfica .....	8
2.1 Área Degradada e Recuperação Ambiental .....	8
2.2 Degradação e Mineração.....	9
2.3 Gestão Ambiental .....	10
2.4 Plano de Recuperação de Área Degradada .....	11
2.5 Sistema Legal .....	12
2.6 O que está envolvido na recuperação ambiental? .....	15
2.7 Compensação Ambiental .....	17
3. Materiais e Métodos .....	18
4. Estudo de Caso .....	22
5. Resultados e Discussões .....	38
6. Considerações Finais .....	42
7. Referências Bibliográficas.....	43

## 1. Introdução

As atividades minerárias visando à qualidade de vida e o desenvolvimento sempre se fizeram presentes na sociedade, desde a Idade da Pedra até os dias atuais (CAVALCANTI, 1996). De acordo com Andrade (1997) apud Prado Filho (2001), seria “impossível para a sociedade moderna continuar melhorando o bem-estar, ou até mesmo mantendo o conforto atual sem a utilização dos recursos minerais”.

No final do século XX, desenvolvimento industrial resultou em um crescimento desenfreado da exploração dos recursos naturais de forma a comprometer a sustentabilidade desses recursos. A globalização juntamente com a expansão no uso de tecnologias por uma crescente produção são fatos que interferiram na percepção do ser humano em relação à utilização dos recursos.

O Brasil é o segundo maior produtor de ferro no mundo, e Minas Gerais é o estado responsável pela liderança desta produção e a região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais possui reservas estimadas em 29 bilhões de toneladas (IBRAM, 2016). O estado de Minas Gerais é rico em biodiversidade e endemismo. Nele encontra-se a Serra do Espinhaço reconhecida por sua formação geológica e florística que abriga 80% de todas as espécies de plantas do Brasil e 70% das espécies do planeta (DRUMMOND *et Al.*, 2005).

Do ponto de vista econômico, não há como negar a contribuição positiva do setor mineral. Em meio a diversas vantagens da indústria mineral destacam-se, entretanto, os impactos negativos da atividade como alterações no solo, no ar, nas águas superficiais e subterrâneas, na paisagem, na vegetação, na fauna, nos recursos arqueológicos e em aspectos sociais (PRADO FILHO, 2001).

A evolução das questões ambientais vem aumentando, no Brasil e em Minas Gerais, desde a década de 60. O setor mineral vem introduzindo e melhorando instrumentos de proteção ambiental – seja por exigências mercadológicas ou legais (PRADO FILHO, 2001). Os desastres ambientais, ocorridos nos últimos anos relacionados às atividades minerárias, em Minas Gerais, aumentaram ainda mais a preocupação com os possíveis impactos ambientais. Ainda assim existem algumas deficiências na gestão ambiental de empreendimentos minerários que devem ser estudadas.

A Gestão Ambiental possibilita acompanhar e controlar os impactos ambientais de forma a alcançar o desenvolvimento sustentável para uma determinada região. Na mineração, um dos instrumentos da gestão ambiental é o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), essencial à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo principal analisar as estratégias de gestão aplicadas ao caso de uma recuperação ambiental realizada por uma grande empresa mineradora, localizada no Quadrilátero Ferrífero, como forma de compensação, elencando o uso de boas práticas em prol da sustentabilidade.

Para auxiliar essa análise os objetivos específicos incluíram:

- realizar um levantamento da área de estudo, bem como sua localização e dimensão;
- apresentar as estratégias de gestão utilizadas durante o processo de recuperação ambiental da área;
- avaliar se as estratégias aplicadas na recuperação da área foram eficientes, acompanhando o processo de recuperação e a efetividade dessas práticas.
- elencar boas práticas que servirão de exemplos para outros casos de recuperação ambiental.

Notada a importância econômica e grandeza da biodiversidade na região do Quadrilátero Ferrífero justifica-se a importância do presente estudo da gestão da recuperação ambiental com vistas à preservação dos recursos naturais, bens de direito do povo e assegurados por lei. Espera-se que a avaliação do planejamento e da gestão dessa recuperação possam subsidiar estudos e aplicações de melhorias, contribuindo com o sucesso de outros casos de recuperação ambiental.

## 2. Revisão Bibliográfica

Após a introdução ao tema proposto e para entender melhor sobre o assunto, é necessário uma contextualização de alguns termos que são tratados ao longo desse capítulo.

### 2.1 Área Degradada e Recuperação Ambiental

Degradação da qualidade ambiental de uma área é entendida pela Lei Federal nº 6.938/81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, como “alteração adversa das características do meio ambiente” (BRASIL, 1981).

Em áreas degradadas o regime hídrico se torna irregular; a perda da camada de proteção do solo o torna mais susceptível a erosão; os aquíferos ficam desprotegidos, os rios, sem as matas ciliares, sofrem assoreamento, afetando a qualidade da água e reduzindo a produtividade primária do ecossistema. A paisagem sofre modificação com alterações no relevo, com a fisionomia da vegetação (solo exposto), com a presença de resíduos, edifícios, equipamentos urbanos e *outdoors* (SANTOS, 2017).

Uma área degradada ou ecossistema degradado é aquele do qual foi eliminada a vegetação nativa e todos os seus meios de regeneração biótica como bancos de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e órgãos ou partes que possibilitem a rebrota, inclusive com a perda de camada fértil do solo; obteve a fauna destruída, removida ou expulsa; a qualidade e regime de vazão do recurso hídrico foram alterados. Devido à perda de adaptação das características físicas, químicas e biológicas o ambiente torna-se pouco resiliente e ocorre degradação ambiental que resulta em vários impactos ao meio ambiente. O restabelecimento do seu estado anterior pode demorar muito ou ainda não ocorrer. Assim é necessária a intervenção humana para que esse ecossistema retorne o mais próximo possível de seu estado anterior (IBAMA, 1990).

O Ministério do Meio Ambiente, por meio da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, diz que recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica. Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento

sem auxílio ou subsídios adicionais. Na recuperação a condição do ecossistema não degradado pode ser diferente da sua condição original (BRASIL, 2000).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13.030/99 define recuperação como “conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema”.

A recuperação de áreas degradadas pela mineração tem por objetivo estabelecer uma nova forma de utilização dessa área minerada, com base em um plano preestabelecido para o uso do solo, e com vistas a alcançar a sua estabilidade ambiental, configurando assim, a solução técnica exigida pelo órgão público competente (SOUZA, 2003).

A recuperação está ligada a implementação de uma metodologia voltada para recomposição de cobertura arbórea, conseqüentemente garantindo a harmonia paisagística. São medidas restritivas cuja finalidade principal é atenuar o impacto visual (LEMOS, 2016).

O Decreto 97.632/89, em seu artigo 3º, estabeleceu que a recuperação devesse ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para uso do solo, visando á obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1989).

## **2.2 Degradação e Mineração**

A mineração é uma atividade importante para o desenvolvimento econômico de uma região. No Brasil ela representa mais de 4% do Produto Interno Bruto e no estado de Minas Gerais mais de 8%. Minas Gerais é o estado responsável por quase metade da produção mineral de todo o país, sem petróleo e gás, sendo responsável pela geração de empregos e renda, contribuindo com o perfil socioeconômico da sociedade (IBRAM, 2015).

Um dos maiores desafios do desenvolvimento sustentável é a minimização dos impactos resultantes das atividades minerárias como subtração da camada fértil do solo, geração de grandes quantidades de rejeito, contaminação do solo, perda de fauna, flora e ecossistemas, redução dos recursos hídricos, poluição do ar e danos à saúde. A preservação do solo e

manutenção do equilíbrio ambiental se tornam, desta forma, uma questão de qualidade de vida da população e do meio ambiente (SANTOS, 2017).

Existem outros tipos de atividades, além da mineração, que impactam o meio ambiente, como por exemplo, a agricultura, a urbanização, a pecuária, dentre outras. Mas devido à intensidade e magnitude da degradação visual e estética, o setor minerário torna-se notável diante da sociedade e órgãos ambientais. Esses impactos, entretanto podem ser contornados com a tomada de medidas de controle ambiental com auxílio das práticas de gestão ambiental (BORGES, 2009).

### 2.3 Gestão Ambiental

A utilização dos recursos naturais sem critérios preestabelecidos fez com que a poluição ambiental se disseminasse, afetando toda a população. E assim se fez necessária a criação da gestão ambiental.

A gestão ambiental é a utilização racional dos recursos naturais (VIEIRA, 2010). É o conjunto de decisões administrativas e operacionais de uma empresa, com o intuito de reduzir e eliminar impactos ao meio ambiente, provenientes de atividades humanas (BORGES, 2009).

Além do reconhecimento por respeitar a sociedade diante de uma postura ética, as empresas que praticam a gestão ambiental reduzem custos diretos, preservam os recursos naturais e a saúde da população (VIEIRA, 2010).

A gestão pública ambiental é realizada pelo estado. Este é responsável por fiscalizar as atividades relacionadas com os recursos naturais e assim fazer alterações nos planos elaborados pelo empreendedor quando achar necessário (LEMOS, 2016).

Por meio da gestão ambiental também se deseja atender as expectativas de seus *stakeholders*. Ela é um importante instrumento para grandes empreendimentos em suas relações investidores, sociedade, colaboradores, órgãos governamentais e consumidores, e geram uma vantagem competitiva (SILVA, 2017).

Uma das ferramentas que auxiliam a gestão ambiental é o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implementado pela norma ABNT NBR ISO 14.001 reconhecida internacionalmente.

Trata-se de uma certificação ambiental que não é obrigatória, mas traz vantagens para o empreendimento. Com seu auxílio é possível demonstrar conformidade com requisitos legais regulamentares atuais e futuros, aumentar o envolvimento da liderança e o comprometimento dos funcionários, aumentar a confiança das partes interessadas, alcançar objetivos estratégicos de negócios, oferecer vantagem competitiva e financeira com a redução de custos e incentivar a melhoria do desempenho ambiental por parte de fornecedores integrando-os a empresa. Baseado no ciclo PDCA (Plan, Do, Check e Act), ilustrado pela Figura 1, os pilares do Sistema de Gestão Ambiental são: Política Ambiental; planejamento, implementação e operação; monitoramento e ação corretiva (ABNT, 2015).

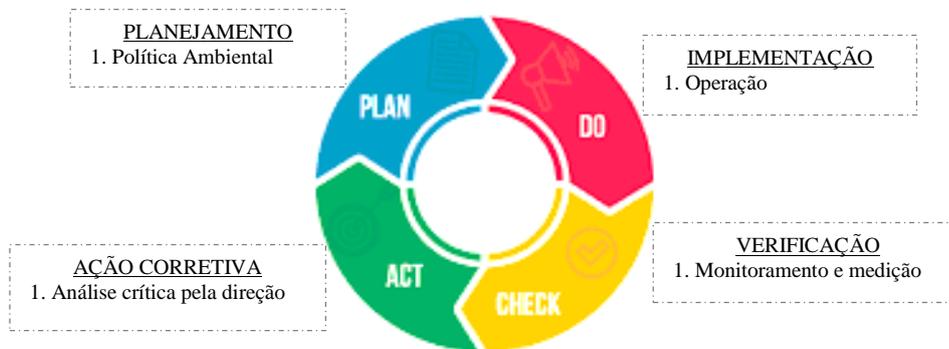


Figura 1 - Ciclo PDCA.

Fonte: ABNT (2015).

## 2.4 Plano de Recuperação de Área Degradada

A implantação de um programa de recuperação de uma área tem como objetivo minimizar os efeitos adversos decorrentes das intervenções e alterações ambientais inerentes ao processo (POVEDA, 2007).

As principais alterações ambientais causadas pela mineração podem ser sintetizadas em: impacto visual, supressão de áreas de vegetação, desconfiguração de superfícies topográficas, aceleração de processos erosivos, aumento da turbidez e assoreamento de corpos d'água, emissão de gases e partículas no ar, ruídos, além da propagação de vibrações no solo (LEMOS, 2016).

O Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) é um estudo solicitado pelo órgão ambiental no momento do licenciamento de empreendimentos minerários e deve ser apresentado ao órgão ambiental competente antes da emissão da Licença Prévia (LP) da lavra. O PRAD depois de aprovado pode ser revisto ou alterado posteriormente, com a concordância do órgão ambiental competente, com vistas a incorporar inovações tecnológicas ou alternativas mais adequadas em razão do desenvolvimento do trabalho em lavra (LEMOS, 2016).

A ABNT editou a norma NBR 13.030 com objetivo de nortear a elaboração e apresentação do PRAD na mineração. Nos anexos desta norma estão definidos os itens que deverão estar contidos no PRAD (ABNT, 1999). São eles:

- a descrição geral do empreendimento, contendo informações da empresa, do mineral explorado, do plano de lavra e dos processos de beneficiamento;
- diagnóstico ambiental com a definição das áreas de influência direta e indireta, diagnóstico do meio físico, meio biótico e meio antrópico e fisionomia ecológica da região; a descrição e avaliação dos impactos ambientais;
- a aptidão e intenção de uso futuro da área;
- a conformação topográfica e paisagística;
- ações emergenciais para riscos de acidentes ambientais;
- a renúncia do título de lavra;
- programa de acompanhamento e monitoramento;
- fluxograma de planejamento e execução;
- cronograma; referências bibliográficas; equipe técnica responsável e os anexos (mapas, planilhas, desenhos, etc.).

## **2.5 Sistema Legal**

A Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB), de 1988, inovou o ordenamento jurídico ambiental ao determinar a obrigatoriedade de recuperar a área degradada, modificando, portanto, o comportamento mineralógico no país (BRASIL, 1988).

### *Nível Federal*

O artigo 225 da Constituição tornou-se a principal fonte do direito ambiental brasileiro, pois fornece respaldo jurídico para reconhecimento da problemática ambiental e das questões derivadas de sua gestão.

“todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”. (BRASIL, 1988).

Aqui é destacada a expressão “desenvolvimento sustentável” proposta na Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, em 1972, com objetivo de tentar conciliar o desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

Na Constituição de 1988 também é registrado que os recursos minerais são bens da União e não poderão ser explorados ou aproveitados sem sua autorização ou concessão. A pesquisa e a lavra de recursos minerais somente poderão ser efetuadas mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no país (LEMONS, 2016). O Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) exerce função de caráter supletivo na atividade de licenciamento ambiental e na consequente fiscalização do efetivo cumprimento dos termos nos quais foi concedida a licença (MACHADO, 2014).

A concessão mineral atribui um direito a um ente privado para explorar e usar uma determinada jazida, quando este tenha sido o primeiro a requerer tal direito, por ordem de rigorosa prioridade, e também existe o cumprimento de certos requisitos ambientais, legais, técnicos e econômicos, previstos em lei (BARBOSA, 2003).

Após o aproveitamento econômico dos recursos minerais e encerramento das atividades por fatores políticos, econômicos, ambientais ou por exaurimento da jazida, fica a obrigação do empreendedor de recuperar a área lavrada (FERREIRA, 2008).

Segundo Resolução CONAMA nº 237/97 define que para atividades de pesquisa mineral, lavra a céu aberto com ou sem beneficiamento, lavra subterrânea com ou sem beneficiamento,

lavra garimpeira e perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural é obrigatório a aquisição da Licença Ambiental (CONAMA, 1997).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um documento de natureza técnica, que tem como finalidade avaliar os impactos ambientais gerados por atividade e/ou empreendimentos potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental. Deverá contemplar a proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental, garantindo assim o uso sustentável dos recursos minerais (MILARÉ, 2013). O Programa de Acompanhamento e Monitoramento é estabelecido durante o EIA e deve abranger os impactos positivos e negativos, indicando os padrões de qualidade a serem adotados como parâmetros (Resolução CONAMA nº 01/86).

Está definido no Decreto Federal nº 97.632 de 1989 que “os empreendimentos que se destinam a exploração dos recursos minerais deverão submeter seus projetos à aprovação os órgãos federais, estaduais e municipais competentes, deverão executar o EIA, o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), bem como o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). E aqueles empreendimentos já existentes deverão regularizar sua situação por meio de um PRAD” (BRASIL, 1989).

O PRAD deve ser elaborado de acordo com as diretrizes fixadas no Projeto Executivo da NBR 13.030 da ABNT ou pelo Termo de Referências da Instrução Normativa IBAMA nº 04 de 13 de abril de 2011 (ABNT, 1999; IBAMA, 2011).

#### *Nível Estadual*

A respeito do licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais, iniciou-se em 1962 com a criação do Instituto Estadual de Florestas – IEF. Em 1987 surgiu o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM - a partir da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia – SECT. No mesmo ano, foi instituída a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM - que regulamentou o Departamento de Recursos Hídricos, que hoje se denomina Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (BORGES, 2009).

A Deliberação Normativa COPAM nº 217/17, que revoga a Deliberação Normativa COPAM nº 74/04, estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de

licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais (COPAM, 2017).

O órgão estadual que atribui Licenças Ambientais para empreendimentos minerários no estado de Minas Gerais é o COPAM por intermédio da FEAM, do IGAM, do IEF e das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SUPRAM's (LEMOS, 2016).

## **2.6 O que está envolvido na recuperação ambiental?**

A recuperação ambiental envolve paisagem, solo, vegetação, fauna, entre outros aspectos (BRUM, 2000). Para a estabilidade física ambiental devem-se restringir falhas potenciais de instalações de disposição de resíduos e minas de cava aberta, além de prevenir e evitar erosão, em longo prazo, em pilhas de estéril e barragens de rejeito principalmente (ALMEIDA, 2006).

Para o controle de erosões devem ser buscadas medidas de regularização definitiva de leitos, deslizamentos e carreamentos de sedimentos junto com materiais de granulometria maior, que permitam a integração com a vegetação, a redução do escoamento superficial e permitindo o consequente equilíbrio ambiental. Os taludes podem ser suavizados com o preenchimento de material estéril. O nivelamento geométrico é essencial para evitar rupturas. Sendo necessário, é feita a instalação de drenos na base do talude, com objetivo de redução da pressão de água. A reconstituição topográfica deve ser bem feita, pois ela será a base para as outras práticas de recuperação e usos do solo (CORRÊA, 2007).

A estabilidade química consiste em garantir a qualidade da água nas minas, para que não ocorra impacto na qualidade da água superficial e subterrânea na região: acidificação, salinização, lixiviação de nutrientes e acumulação de substâncias tóxicas (ALMEIDA, 2006).

Estabilidade biológica: requer a preservação de espécies, a recriação de habitats anteriores à extração mineral, e a não introdução de espécies diferentes da região. Após a conformação dos taludes, o manejo adequado do solo é indispensável. Seja com técnicas de hidro-semeadura, semeio manual, ou cordões de contorno, a depender da necessidade e do tipo de

solo. Esta etapa auxilia no controle de erosões e desprendimento de sedimentos que podem causar assoreamentos de cursos d'água, entre outros impactos (ALMEIDA, 2006).

Desta forma, torna-se possível o novo uso sustentável através do restabelecimento da vegetação, uso agrícola ou qualquer outro. O uso do solo pela mineração impede em geral, a utilização para outras atividades econômicas. Tal impacto pode se dar por longos anos quando áreas mineiras são abandonadas, sem um fechamento adequado. O plano de recuperação de áreas degradadas deve ser empreendido para um uso alternativo planejado, sustentável, aceitável e de acesso seguro (ALMEIDA, 2006).

Segundo indicações do Termo de Referência da Instrução Normativa – IBAMA nº 04 de 2001, que estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada, o PRAD deve conter medidas específicas e bem detalhadas visando à proteção dos solos degradados, dos recursos hídricos, da restauração das funções ambientais, da atratividade da fauna nativa e da conectividade entre os fragmentos de cobertura vegetal. Deve-se, ainda, se for o caso, garantir a sucessão natural progressiva, com a observância de padrões fitossociológicos, gradativamente mais parecidos com os originais (IBAMA, 2001).

Na definição de uso futuro da área afetada pelo empreendimento deverão ser apresentadas propostas de estratégias de usos “viáveis” sob os pontos de vista de engenharia, econômico, ambiental e social, considerados vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos, a proteção da qualidade do meio ambiente e as tendências socioeconômicas locais e regionais (GUIMARÃES, 2012). A definição prévia do uso futuro do local degradado devidamente apontado no PRAD, o planejamento para a retirada da camada vegetal e da camada superficial do solo, o gerenciamento da forma da paisagem da lavra e da recuperação concomitantemente a exploração são medidas que reduzem os custos do controle ambiental, tornando a atividade minerária menos nociva e mais rentável (CORRÊA, 2007).

Algumas vezes a recuperação ambiental melhora as condições do local em relação ao seu estado anterior e sempre é realizada com o intuito de reduzir possíveis impactos posteriores as atividades nele implementadas. As soluções propostas devem levar em conta todas as variáveis envolvidas no problema. Quanto mais variáveis consideradas, mais próxima será a recuperação do seu estado original (LEMOS, 2016).

Monitoramento e manutenção são necessários, pois há risco de que as estratégias iniciais não tenham êxito. Assim o monitoramento e a manutenção são tratados como atividades complementares que necessitam de revisão constantemente (ALMEIDA, 2006).

## **2.7 Compensação Ambiental**

Empreendimentos de grande porte e alto potencial poluidor, sujeitos ao EIA, que pretendem suprimir vegetação nativa ou intervir em Área de Preservação Permanente (APP), durante o processo de licenciamento ambiental o empreendedor é obrigado a apresentar o Projeto de Compensação Ambiental ao órgão ambiental competente.

Compensar significa apresentar alternativas para o uso de um bem e por isso deve ser substituído por outro de igual ou maior peso, mitigando assim os danos provenientes desse uso. A compensação se justifica desde que o dano seja inevitável ou objetive um benefício maior para a sociedade (MILARÉ, 2013).

Buscando o equilíbrio ambiental, a compensação não deve ser confundida com a reparação do meio ambiente. Ela não pode ser aplicada a qualquer tipo de dano ambiental. Na compensação devem ser analisadas as dimensões e características intrínsecas do dano. Através do EIA são calculados os impactos e definidas as medidas compensatórias da intervenção ambiental (LEMOS, 2016).

O Bioma Mata Atlântica constitui patrimônio nacional, de acordo com a Constituição, e deve ser preservado. Sua supressão só é autorizada em casos excepcionais de interesse público: atividades de segurança nacional e proteção sanitária, obras essenciais de infraestrutura destinada a serviços de transporte, saneamento e energia (LEMOS, 2016). São descritos detalhadamente na Lei nº 11.428/06 os requisitos para supressão deste tipo de vegetação, não havendo amparo legal para declarações de utilidade pública baseadas em outras legislações.

### 3. Materiais e Métodos

O objeto deste Trabalho de Conclusão de Curso é o estudo de caso da gestão da recuperação ambiental a Fazenda matrícula 13.782, no Esmeril, área pertencente aos limites da CSN Mineração, localizada no município de Congonhas, em Minas Gerais, como mostra a Figura 2.

A recuperação foi realizada como forma de compensação ambiental pela supressão de vegetação nativa por causa de uma fase de expansão da pilha de estéril da CSN Mineração, denominada Batateiro. Sendo a mineração uma atividade de benefício público, foi justificada assim a compensação por intervenção nesta mata nativa de bioma Mata Atlântica, na pilha de estéril.

A Fazenda matrícula 13.782 foi então escolhida para se recuperar como forma de compensação pelo fato de se localizar perto da área de intervenção e por ser uma área degradada entre dois fragmentos de floresta nativa, funcionando como corredor ecológico.



Figura 2 - Mapa de localização do empreendimento minerário e da área de compensação.

Fonte: Google Earth, 2019.

Para se avaliar a gestão da recuperação da área degradada foi utilizado o procedimento proposto por Neri e Sánchez (2012) adaptado, que consiste na comparação das práticas empregadas no caso desta compensação com boas práticas de recuperação ambiental, reconhecidas no Brasil e no mundo, previamente elencadas e selecionadas.

O levantamento das boas práticas foi fundamentado em guias e manuais relacionados a recuperação de áreas degradadas. Elas foram agrupadas em três categorias: (a) planejamento; (b) operação, (c) gestão, que correspondem à adoção do ciclo PDCA (plan-do-check-act), do modelo de gestão ambiental.

A primeira etapa do procedimento consistiu na coleta de evidências documentais como o EIA, o Plano de Controle Ambiental (PCA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da ampliação da pilha de estéril Batateiro, e o Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (PTRF) e o Relatório de Execução do Projeto de Compensação da Fazenda matrícula 13.782. Foram levantados procedimentos utilizados pela empresa para treinar os colaboradores que executaram os serviços de RAD.

Ainda nesta etapa, foi realizada uma inspeção de campo, guiada por uma ficha com a descrição das boas práticas, para levantamento das práticas aplicadas nesse caso de RAD.

A segunda etapa consistiu na avaliação da eficácia das práticas de gestão da recuperação por meio do cálculo de um índice de conformidade, com base nos resultados dos dados coletados. As boas práticas foram hierarquizadas conforme sua importância para o sucesso da recuperação em:

- *Práticas essenciais*: são aquelas imprescindíveis para o sucesso de um programa de recuperação de áreas degradadas; mediante justificativa bem fundamentada, uma prática genericamente classificada como essencial pode não ser desenvolvida em uma mina (e.g. práticas decorrentes de requisitos legais).
- *Práticas importantes*: são aquelas que contribuem significativamente para o sucesso de um programa de recuperação de áreas degradadas (e.g. normas técnicas ou outros documentos de aplicação voluntária).
- *Práticas acessórias*: são aquelas cuja implementação pode representar melhoria observável nos resultados de um programa de recuperação de áreas degradadas.

É importante destacar que as práticas avaliadas não foram aplicadas em uma área degradada pela mineração, e sim em uma área de compensação, degradada por invasão de animais. Sendo assim, a hierarquização das práticas sofreu uma adaptação em relação ao modelo de Neri e Sánchez.

Foram calculados os níveis de conformidade:  $I_1$  (práticas essenciais),  $I_2$  (práticas importantes) e  $I_3$  práticas acessórias, expressos nas equações (1) a (3):

$$I_1 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{ess} - P_{NS} \quad (1)$$

Onde:

$I_1$  : = índice 1, referente às práticas essenciais.

$P_{TA}$  = número de práticas essenciais totalmente aplicadas.

$P_{AS}$  = práticas essenciais adaptadas satisfatoriamente.

$P_{PA}$  = práticas essenciais parcialmente aplicadas.

$P_{ess}$  = práticas essenciais.

$P_{NS}$  = práticas que não se aplicam.

$$I_2 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{import} - P_{NS} \quad (2)$$

Onde:

$I_2$  = índice 2, referente às práticas importantes.

$P_{TA}$  = número de práticas importantes totalmente aplicadas.

$P_{AS}$  = práticas importantes adaptadas satisfatoriamente.

$P_{PA}$  = práticas importantes parcialmente aplicadas.

$P_{import}$  = práticas importantes.

$P_{NS}$  = práticas que não se aplicam.

$$I_3 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{acess} - P_{NS} \quad (3)$$

Onde:

$I_3$  = índice 3, referente às práticas acessórias.

$P_{TA}$  = número de práticas acessórias totalmente aplicadas.

$P_{AS}$  = práticas acessórias adaptadas satisfatoriamente.

$P_{PA}$  = práticas acessórias parcialmente aplicadas.

$P_{acess}$  = práticas acessórias.

$P_{NS}$  = práticas que não se aplicam.

O passo seguinte é o cálculo do índice de conformidade de cada programa de RAD. Para tanto, utilizou-se a equação (4), onde se calcula o índice de conformidade de cada programa de RAD (IC).

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] / 10 \quad (4)$$

A partir desse índice foram estabelecidos níveis de conformidade de acordo com os seguintes critérios:

- *Nível elevado*: IC = 0,75 a 1,0 → conjunto de práticas como adequadas à prevenção de riscos e de impactos adversos e à correção dos principais processos de degradação, com alta adesão às boas práticas internacionais e atendimento aos principais requisitos legais.

- *Nível médio*:  $IC = 0,40$  a  $0,75$  → conjunto de práticas parcialmente adequadas, mas que devem ser aprimoradas para que se atinja um nível satisfatório de conformidade com as boas práticas internacionais.
- *Nível baixo*:  $IC < 0,40$  → práticas aplicadas em nível satisfatório e denotando baixa adesão às boas práticas internacionais.

A Figura 3 ilustra as etapas seguidas nessa pesquisa:

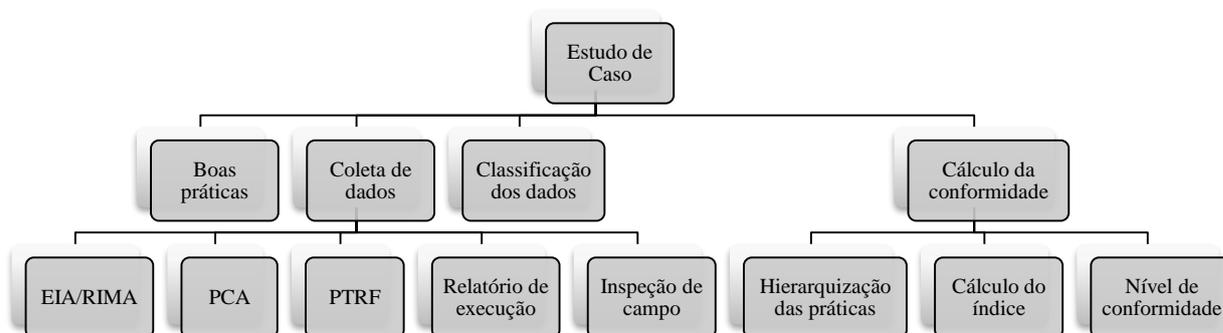


Figura 3 - Fluxograma do método de pesquisa.

*Fonte: Dados de pesquisa (2019).*

#### 4. Estudo de Caso

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Minas Gerais é o maior estado produtor de ferro do Brasil, é também o estado que mais contribui com as exportações minerais. Em 2018, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) vendeu 34,8 milhões de toneladas de minério de ferro (CSN Institucional, 2019). No referido estado está localizada a segunda maior reserva de minério de ferro do país – a mina Casa de Pedra – no município de Congonhas. As atividades de mineração no local pertencem à CSN Mineração, um dos ramos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Dentre as estruturas que integram as operações da empresa estão: cavas a céu aberto, pilhas de disposição de estéril, planta de beneficiamento, barragens de disposição de rejeitos, entre

outras estruturas de apoio operacional, como escritórios e oficinas (IBRAM, 2019). Após a etapa de lavra o minério de ferro passa pelo processo de beneficiamento, o qual gera o rejeito. Como alternativa a disposição desse rejeito em barragens, a empresa busca dispor o rejeito seco em pilhas.

Como condição para aquisição de uma de suas licenças ambientais (Licença Prévia – LP + Licença de Instalação – LI), devido a obras de ampliação do local de uma pilha de estéril, foi realizada uma compensação ambiental em uma área de sua propriedade: a Fazenda Matrícula 13.782, localizada no bairro Esmeril, no município de Congonhas – MG, que é a área de interesse desse estudo.

### **Boas Práticas**

As boas práticas de Recuperação de Áreas Degradadas sugeridas por Neri & Sánchez foram elencadas com base em medidas comprovadamente eficazes. A avaliação das práticas aplicadas em casos de recuperação em comparação as práticas elencadas, permite o tratamento e melhoria das atividades, contribuindo positivamente com o sucesso da recuperação. Nesse sentido foram elencadas 30 práticas que estão sintetizadas no Quadro 1.

O planejamento da Recuperação de uma Área Degradada (RAD) deve antecipar as mudanças no meio ambiente de forma a tornar a nova realidade, mais restrita, em uma forma de uso sustentável. Assim, a análise e descrição das restrições, objetivando-se um novo uso, tornam-se essencial às medidas de recuperação. (NERI & SÁNCHEZ, 2012).

A elaboração do PRAD além de ser uma obrigação legal, no Brasil, é parte do EIA, que subsidia a aquisição de licenças ambientais. Nesse caso, a implementação de medidas de recuperação, concomitantemente as atividades de mineração, é uma boa prática, pois permite que a empresa faça adaptações e melhorias, pois o sucesso de uma recuperação pode demorar alguns anos para ser notado.

Quadro 1 - Boas Práticas de Recuperação Ambiental na Mineração.

Grupo	Boas práticas	Enquadramento	
PLANEJAMENTO	1. Deve-se planejar a implementação de medidas de recuperação ambiental concomitantemente as atividades (PRAD/PTRF)	TA	
	2. Deve-se implementar medidas de recuperação ambiental concomitantemente as atividades	TA	
	3. O plano deve conter um programa de monitoramento	TA	
	4. O plano deve selecionar um conjunto apropriado de indicadores para avaliar seus resultados	TA	
	5. Deve-se fazer um levantamento florístico prévio das áreas afetadas	TA	
	6. Deve se fazer um levantamento florístico das áreas adjacentes com fragmentos de vegetação nativa	TA	
	7. Deve ser realizado levantamento de fauna silvestre antes da supressão de vegetação nativa	TA	
	8. Os levantamentos da fauna também deverão ser realizados em áreas vizinhas a expansão	TA	
OPERAÇÃO	EDÁFICAS	9. Deve ser feita uma caracterização do solo	PA
		10. O solo superficial de ser descompactado	PA
		11. Deve-se avaliar e definir níveis de correção da fertilidade do solo	TA
		12. A aplicação de corretivo de pH deverá ser feita com antecedência ao plantio	TA
		13. Quando possível deve-se aplicar adubação orgânica	TA
		14. Vazamentos de óleo e combustível quando atingirem o solo devem ser remediados	TA
	ECOLÓGICAS	15. As mudas e sementes escolhidas devem estar de acordo com as características climáticas do local	TA
		16. A mina deve manter um viveiro com espécies nativas	NA
		17. Caso haja presença de animais a área deve ser cercada com arame farpado, madeira ou similares	TA
		18. Espécies invasoras devem ser eliminadas	TA
		19. Deve-se realizar o controle de pragas (fórmigas cortadeiras)	TA
		20. Deve distribuir aleatoriamente matações, troncos, pedaços de madeira e galhos na área a ser recuperada	AS
GESTÃO	21. Deve criar faixas de vegetação natural ligando a área em recuperação aos fragmentos de vegetação nativa remanescente no entorno	TA	
	22. Na equipe de execução recebeu treinamentos específicos de RAD?	TA	
	23. As mudas devem ter procedência qualificada	TA	
	24. A empresa deve executar o monitoramento por meio de indicadores apropriados	TA	
	25. Os resultados do monitoramento devem ser registrados e apresentados em relatórios periódicos	TA	
	26. As áreas devem ser capinadas e deve retirar espécies de plantas invasoras (manutenção)	TA	
	27. Deve se verificar a necessidade de adubação de cobertura (serrapilheira)	NA	
	28. Em caso de mortandade, deve-se fazer o replantio	TA	
	29. A alta direção da empresa deve ter ciência dos resultados de RAD	TA	
	30. A empresa deve manter um controle dos custos de RAD	TA	

Azul: práticas essenciais Vermelho: práticas importantes Preto: práticas acessórias

(TA)= práticas totalmente aplicadas; (NA)= práticas não aplicadas; (PA)= parcialmente aplicada; (AS)= práticas adaptadas satisfatoriamente.

Fonte: Neri & Sánchez, 2012 (adaptado).

O monitoramento ambiental durante as fases de operação, desativação e pós-fechamento fornece informações importantes para controle operacional, verificação de conformidade e demonstração de desempenho. A seleção de indicadores apropriados para informar sobre a eficiência e eficácia das medidas implantadas permite estabelecer metas, verifica, seu cumprimento, analisar tendências e facilitar a comunicação com as partes interessadas.

A análise florística e levantamento da fauna silvestre da área de intervenção são de suma importância, pois orientam as atividades de recuperação para que as espécies nativas e endêmicas sejam preservadas. E a fauna possui papel importante na dispersão de sementes, fundamental para a recuperação (NERI & SÁNCHEZ, 2012).

O solo é a camada que concentra nutrientes necessários para o desenvolvimento da vegetação. Por esta razão a preparação desse solo para o plantio, com vistas a RAD, é essencial ao sucesso da recuperação. A descompactação aumenta a permeabilidade e evita a erosão do solo. A correção de fertilidade propicia a transformação de um substrato pobre em nutrientes em um ambiente mais favorável para o crescimento de plantas durante o período inicial de recuperação, propiciando o restabelecimento mais rápido da cobertura vegetal. A correção da acidez do solo é normalmente recomendada em climas tropicais, pois facilita a absorção de nutrientes pelas plantas. A adubação orgânica tem por objetivo de aumentar os teores de matéria orgânica e conservar a umidade do solo.

Vazamentos de derivados de petróleo no solo permeável podem afetar cursos d'água, e por isso devem ser tratados.

A utilização de mudas nativas produzidas localmente favorece a sobrevivência devido as características climáticas da área em que serão plantadas. O estabelecimento de viveiros próprios por empresas mineradoras facilita a obtenção das mudas nativas e garante a procedência das mesmas.

A presença de animais dificulta os trabalhos de recuperação, pois causa compactação do solo e destruição das mudas. Por isso as áreas devem ser cercadas evitando a invasão de animais.

Espécies invasoras são agressivas e competem com as espécies nativas. O controle dessas espécies contribui com o processo sucessional.

O material vegetal (madeira, raízes, tocos e galhos) constitui micro-habitats e funciona como abrigo para diversas espécies de fauna. A presença de fauna nativa é fator que contribui para o

processo de recuperação, devido à capacidade de espécies de fauna de disseminar sementes e polinização. Desta forma, medidas que favoreçam o retorno da fauna também contribuem para o restabelecimento de vegetação nativa.

Corredores ecológicos entre fragmentos de vegetação nativa são importantes, pois facilitam a circulação de animais de diversos grupos faunísticos, favorecendo a recuperação.

A qualificação dos profissionais que executarão as atividades de RAD pois tratam-se de medidas que requerem cuidadoso estudo e conhecimento técnico.

A qualificação dos insumos é ponto essencial para o sucesso da revegetação. Mudanças com procedência qualificada estão livres de pragas e doenças, evitando a morte das mesmas.

O monitoramento realizado durante a operação fornece informações necessárias para o controle operacional e a escolha dos indicadores apropriados auxilia esse controle. Os resultados desses indicadores devem ser registrados e interpretados em relatórios para a tomada de decisões.

A manutenção da área revegetada irá garantir a permanência e bom desenvolvimento da vegetação. Por isso a adubação, controle de pragas e de espécies exóticas, replantio e manutenção de cercas são práticas fundamentais.

As diretrizes e estratégias de uma empresa são responsabilidade da alta direção. Eles devem estar cientes de todos os resultados das medidas de recuperação para que tomem decisões e controlem os custos de acordo com interesses da empresa.

### **Área de Estudo**

A localização geográfica da Fazenda matrícula 13.782, área alvo da compensação, se encontra no *datum* SIRGAS2000, zona 23k, 608.632 m Sul e 7.734.022 m Leste, como mostra a Figura 7. Esta área foi escolhida para compensação por apresentar características próximas as da área de intervenção – Batateiro. A área de intervenção destaca-se por dois motivos: por estar inserida na Serra do Espinhaço, área que abriga grande diversidade de recursos naturais e espécies endêmicas; e por estar inserida na região do Quadrilátero Ferrífero, conhecida por suas reservas de minério de ferro, fonte da maior produção atual de ferro no Brasil.

Devido à obra de ampliação da pilha de estéril, denominada Batateiro, foi necessária a supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica, mais especificamente da tipologia Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e Cerrado. A área diretamente afetada pela intervenção foi projetada em 23,255 ha – 5,9ha de Floresta Estacional e 17,355ha de Cerrado em campo ferruginoso, segundo consta no EIA.

A legislação estadual utilizada como referência para o projeto de compensação ambiental foi a Deliberação Normativa COPAM nº 73/2004, a Portaria IEF nº 30/2015 e a Instrução de Serviço SISEMA nº 02/2017. Para a supressão da área de 23,255 ha dos biomas Mata Atlântica e Cerrado serão compensados 46,51 ha, ou seja, o dobro. Mas a Instrução de Serviço SISEMA diz que para floresta estacional semidecidual em estágio médio ou avançado de regeneração, 50% da área de compensação será destinada à recuperação, e 50% à conservação. A área a ser recuperada refere-se a Fazenda matrícula 13.782, como mostra a Figura 4.



Figura 4 - Mapa da área da compensação ambiental.

Fonte: Google Earth, 2019.

### **Projeto Técnico de Reconstituição da Flora – PTRF**

Este documento se refere ao planejamento das práticas de compensação, realizadas por uma empresa contratada pela CSN Mineração, para cumprimento da Deliberação Normativa COPAM n° 73/2004, a Portaria IEF n° 30/2015 e a Instrução de Serviço SISEMA n° 02/2017, que dispõem sobre os procedimentos administrativos a serem realizados para fixação, análise e deliberação de compensação pelo corte e supressão de vegetação primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração no Bioma Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Esse projeto foi subsidiado pelos estudos ambientais: EIA/RIMA e PCA.

O objetivo deste projeto foi o desenvolvimento das atividades de recuperação durante três anos consecutivos, compreendendo a implantação, a manutenção e o monitoramento, garantindo assim a sobrevivência de 90% das espécies plantadas.

No PTRF consta que foi realizada uma análise da vegetação da área escolhida para a realização da compensação ambiental. O referido estudo diz que a área da fazenda foi escolhida por apresentar alterações ambientais como clareiras – poucas espécies arbóreas e uso do solo como pastagem – como apresenta a Figura 5. Houve também a preocupação em se realizar a compensação em uma área próxima à área de intervenção, que fizesse parte da mesma sub-bacia, aproximando as características edáficas e climatológicas das diferentes áreas.

A fazenda está próxima do Rio Paraopeba, pertencente à bacia do São Francisco, a cerca de dois quilômetros da área de intervenção. De acordo com o INMET, o clima é subtropical úmido, com período seco que dura entre quatro e cinco meses. A vegetação existente caracteriza a área como área de tensão ecológica – transição entre o bioma Mata Atlântica e o bioma Cerrado – semelhante à vegetação da área suprimida. Há presença de espécies exóticas como a braquiária (*Braquiária decumbens*) e capim colônia (*Panicum sp.*), além de outras espécies exóticas herbáceas e arbóreas (eucalipto – *Eucaliptus sp.*, bananeira – *Musa paradisíaca* e mangueira – *Magnifera indica*). Por se tratar de uma área de pastagem, o solo se encontra compactado e pobre, e está localizado próximo a Área de Preservação Permanente (APP) da propriedade.



Figura 5 - Vegetação da Fazenda matrícula 13.872 antes da compensação ambiental.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Foi sugerida uma lista (Quadro 2) com diversas espécies nativas do bioma Mata Atlântica, e o plantio quincôncio seguiu a seguinte distribuição: 50% espécies pioneiras, 20% secundárias iniciais, 15% de secundárias intermediárias, 10% secundárias tardias e 5% de espécies clímax. Foi indicado que as mudas fossem adquiridas em viveiros regionais devidamente reconhecidos pelo Ministério da Agricultura. As mudas devem ser irrigadas durante o transporte e deve ser realizada aclimação delas por 20 dias no local antes do plantio. Deve ser realizado o controle de espécies invasoras antes do plantio e aração do solo, promovendo a descompactação.

Quadro 2: Sugestão de espécies a serem usadas no PTRF.

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Almessequeira	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae
Angelim	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth	Fabaceae
Angico	<i>Anadenanthera peregrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae
Araça do mato	<i>Campomanesia</i> sp.	Myrtaceae
Aroeira	<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Azeitona do mato	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl	Rubiaceae

Bico de pato	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae
Bico de pato vermelho	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Fabaceae
Bolsa de pastor	<i>Zeyhera tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Bignoniaceae
Braúna	<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	Fabaceae
Café do mato	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae
Cafezinho	<i>Psychotria sessilis</i> (Vell.) Müll. Arg.	Rubiaceae
Camboatá	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae
Camboatá miudo	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae
Canafístula	<i>Rapanea ferruginea</i> Aubl.	Myrsinaceae
Canela	<i>Nectandra</i> sp1.	Lauraceae
Canela	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae
Canela amarela	<i>Nectandra oppositifolia</i> (Kunth.) Nees	Lauraceae
Canela azeitona	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Myrsinaceae
Canela sassafrás	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Lauraceae
Canela	<i>Nectandra saligma</i> Ness	Lauraceae
Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae
Canudo de pito	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Euphorbiaceae
Capinxigui	<i>Croton floribundus</i> Spreng	Euphorbiaceae
Capitão	<i>Terminalia</i> sp2	Combretaceae
Capororoca	<i>Rapanea</i> sp.	Myrsinaceae
Caroba	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae
Carobinha	<i>Jacaranda</i> sp.	Bignoniaceae
Casca doce	<i>Alchornea granulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae
Casca doce folha miúda	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae
Castanheira da mata	<i>Guettarda virbunoides</i> Charm. & Schtdl.	Rubiaceae
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Cinco folhas brancas	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell) K Schum	Bignoniaceae
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae
Coquinho jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Ericaceae
Crindiúva	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae
Curamadre	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Meliaceae
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	Cecropiaceae
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Cecropiaceae
Embaúba vermelha	<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl.	Cecropiaceae
Esperta brava	<i>Tabernaemontana fuchsiaeifolia</i> A.DC.	Apocynaceae
Espeto arbóreo	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Flacourtiaceae
Espeto folha larga	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Venten.	Flacourtiaceae
Farinha seca	<i>Senna multijuga</i> (Rich) Irwin & Barneby	Fabaceae
Farinha seca	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	Fabaceae
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.) Irwin & Barneby	Fabaceae
Figueira	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Folha de Bolo	<i>Platycamus regnelli</i> Benth.	Fabaceae

Folha de serra	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger	Moraceae
Folha santa	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Monimiaceae
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae
Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Anacardiaceae
Gonçalo Alves	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae
Guamirim folha miúda	<i>Myrcia rostrata</i> DC	Myrtaceae
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake.	
Embiruçu	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Bombacaceae
Embiruçu	<i>Qualea</i> sp.	Vochysiaceae
Ingá	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae
Ingá	<i>Inga</i> sp2.	Fabaceae
Ingá miúdo	<i>Inga cylindrica</i> Mart.	Fabaceae
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysotricha</i> (Mart. ex A.DC.) Standl.	Bignoniaceae
Ipê amarelo	<i>Handroanthus ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae
Jacarandá	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae
Jacarandá branco	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae
Jacarandá cravúna	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	Fabaceae
Jacarandá Tam	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Fabaceae
Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Fabaceae
Jambo vermelho	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Myrtaceae
Jequitibá rosa	<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae
Jurubeba	<i>Solanum</i> sp 1	Solanaceae
Leiteiro	<i>Sapium grandulatum</i> (Vell.) Pax	Euphorbiaceae
Liquerana	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Euphorbiaceae
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil.	Solanaceae
Louro	<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae
Mama cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae
Mama de porca	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae
Maria preta	<i>Vitex montevidensis</i> Cham	Verbenaceae
Murici	<i>Byrsonima</i> sp1.	Malpighiaceae
Papagaio	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Verbenaceae
Pau cascudo	<i>Connarus suberosus</i> Planch	Connaraceae
Pau colher	<i>Bathysa meridionalis</i> L. B. Sm & Downs	Rubiaceae
Pau de colher	<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	Rubiaceae
Pau terrinha	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae
Pau tucano	<i>Vochysia</i> sp1	Vochysiaceae
Pimenta de macaco	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	Annonaceae
Pindaíba preta	<i>Guatteria</i> sp.	Annonaceae
Piper sp.	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
Pororoca	<i>Myrsine ferruginea</i> Spreng.	Myrsinaceae
Pororoquinha	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze.	Myrsinaceae

Puleiro de morcego	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Boraginaceae
Quaresminha	<i>Miconia</i> sp2	Melastomataceae
Quaresminha	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae
Roão	<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	Guttiferae
Roão	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Guttiferae
Sangra da água	<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	Euphorbiaceae
Sangra da água	<i>Croton urucurana</i> Baill	Euphorbiaceae
Sangue de burro	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Fabaceae
Sessenta e um	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	Erythroxylaceae
Sucupira preta	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae
Sumauma	<i>Erythrina</i> sp.	Fabaceae
Tajuba	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae
Tapirira	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
Tarumã	<i>Vitex polygama</i> Charm.	Verbenaceae
Tento	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Fabaceae
Três folhas vermelhas	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Sapindaceae
Vaquinha branca	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae
Vaquinha vermelha	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae
Vinhático da Mata	<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	Fabaceae

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Indicou-se o coroamento conforme as orientações fornecidas por Resende & Chaer (2010) para plantio de espécies florestais em áreas degradadas da Mata Atlântica. O espaçamento utilizado é de 3,0 m x 2,0 m (3 m entre linhas e 2 m entre plantas). As dimensões das covas são de 40 x 40 x 40 cm (comprimento, largura e profundidade). A utilização deste espaçamento resulta em um total de 1.666 mudas para cada ha.

Uma análise do solo deve ser realizada para determinação dos níveis de correção do pH e fertilização. Junto a esta etapa de preparação e plantio deve ser aplicado o polímero, que auxilia a irrigação das mudas.

O combate a formigas cortadeiras deve ser feito com iscas formicidas a base de sulfuramida, aplicadas em lugares e horários estratégicos, e com uma proteção para evitar a ingestão por outros animais.

A nucleação por poleiros artificiais têm como estratégia a atração de aves e os morcegos para a área visando à estabilidade dos processos ecológicos e a auto sustentabilidade nas atividades

de recuperação de áreas degradadas. Desta forma esse projeto indicou a instalação de 5 poleiros por hectare, totalizando em 30 poleiros para a área total de recuperação.

Na etapa de manutenção o PTRF sugere a irrigação manual das mudas, sempre que necessário. Cada muda deverá receber de 5 a 10 litros de água. O combate a espécies invasoras e formigas cortadeiras também deve ser realizado sempre que necessário.

O replantio deverá ser realizado de 30 a 45 dias após o plantio, seguindo as mesmas recomendações do plantio. A serapilheira proveniente do coroamento deve ser colocada em volt das mudas para garantir a retenção de umidade.

O monitoramento será realizado durante dois anos consecutivos ao ano de plantio. O percentual estimado de replantio é de 10% do total de mudas. Os indicadores de desempenho sugeridos nesse projeto para a implantação, manutenção e monitoramento são:

- Percentual da área com plantios executados;
- Quantidade de mudas plantadas;
- Percentual de pegamento das mudas no plantio inicial;
- Percentual de pegamento das mudas na etapa de replantio;
- Vigor da mudas;
- Densidade final dos plantios ao final de cada ano;
- Percentual de pegamento das mudas de acordo com o grupo ecológico.

No monitoramento será realizada uma amostragem, feita em parcelas, e cada indivíduo será identificado com nome científico, altura e estado fitossanitário.

A equipe responsável pela execução deve ser devidamente capacitada seguindo a relação descrita no Quadro 3.

Quadro 3: Relação da equipe executora (campo) do Projeto Técnico de Reconstituição da Flora.

FUNÇÃO	QTDE	FORMAÇÃO	PERFIL	ATUAÇÃO
Coordenador Técnico	1	Biologia, Engenharia Florestal ou agronomia	Experiência em reflorestamento	Coordenação Técnica e realização dos trabalhos de campo e elaboração dos relatórios
Nível Técnico	1	Técnico Agrícola, Florestal	-	Trabalhos em campo
Auxiliares	4	Sem formação específica	-	Trabalhos em campo

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

O período de implantação, manutenção e monitoramento sugerido nesse PTRF é de 36 meses (3 anos) e as atividades seguem o cronograma de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4: Cronograma de atividades previstas para implantação do PTRF.

Atividades	ANO		2019				2020				2021			
	TRIMESTRE		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mobilização/montagem da área de convivência														
Cercamento e adequação cercas danificadas														
Aquisição de mudas e insumos														
Preparação da área e combate à vegetação competitiva consolidada														
Combate às formigas cortadeiras														
Coleta de amostra de solos para análise														
Locação e abertura das covas, Adubação, enchimento e fechamento das covas Distribuição das mudas e aplicação de hidrogel Plantio das mudas														
Coroamento das mudas e tutoramento e irrigação pós-plantio														
Manutenção – Replanteio de mudas														
Manutenção – Combate às formigas cortadeiras e à vegetação competitiva														
Manutenção – Adubação de cobertura														
Manutenção – coroamento e aplicação cobertura morta														
Monitoramento de evolução do plantio														
Emissão de relatórios parciais														
Emissão de relatórios consolidados														

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

## Relatório de Execução do PTRF

Este relatório tem como objetivo apresentar a execução das atividades de compensação ambiental na Fazenda matrícula 13.782, em conformidade com Projeto Técnico de Reconstituição da Flora, referente à supressão de vegetação para ampliação da pilha de estéril do Batateiro.

Os serviços iniciaram-se com a realização da análise topográfica, objetivando o mapeamento da área com a instalação de marcos georreferenciados, além de direcionar para a construção da cerca, conforme Figura 6.



Figura 6 - Área da Fazenda. Em vermelho a construção da cerca e aceiro.

*Fonte: Google Earth, 2019.*

No primeiro trimestre de 2019 foram realizados os serviços de cercamento da área, construção de aceiros e combate a formigas cortadeiras. A cerca foi instalada para evitar qualquer tipo de invasão, preservando os serviços de recuperação (Figura 6). Os aceiros foram feitos ao redor da cerca, em faixas de 3 metros, como prevenção contra incêndios (Figura 6). O combate às formigas foi realizado utilizando-se isca formicida à base de sulfuramida, aplicadas próximo aos olheiros, para que elas não danifiquem as mudas plantadas.

Para aquisição e o plantio das mudas verificou-se a disponibilidade dessas em viveiros da região que mantem o controle fitossanitário conforme exigido tecnicamente e que possuísse junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o Registro Nacional de Sementes e Mudas no, RENASEM Nº MG-10773/2015. O transporte foi realizado de forma apropriada à manutenção da qualidade das mudas até o local de plantio.

Os serviços de plantio das mudas iniciaram com a capina/roçada manual da área do plantio, com um coroamento de 1,2 metros de diâmetro, de modo a garantir a erradicação da vegetação competidora que poderiam prejudicar o desenvolvimento da muda. Atenção

especial foi dispensada à vegetação arbustiva e herbácea existente no local sendo esta, mantida sem alteração.

O sistema de plantio realizado foi o tipo quinquêncio, obedecendo aos preceitos ecológicos, garantindo a combinação de espécies em estágio sucessional, com a combinação de espécies clímax, secundárias e pioneiras. O alinhamento, o coroamento e a marcação ocorreram com o espaçamento na ordem de 3x2m (três por dois metros), a abertura de covas foi feita com dimensão de 40x40x40cm, executadas com a utilização do coveador de solo semi mecanizado.

Para a realização do plantio, o material retirado da cova durante a escavação foi deixado ao lado da cova para que se procedesse o destorroamento desse material e a incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos para posterior devolução desse substrato à cova. Foi aplicado 20 (vinte) gramas de polímero por cova com o intuito absorção de água em dias de chuva e de manter por um período maior uma quantidade maior de água disponível para a planta nesta fase. A fertilização e seguiu os níveis descritos no Quadro 5.

Quadro 5 – Relação de insumos para o plantio.

<b>INSUMOS</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Adubo orgânico	5 L/cova
Adubo químico NPK 04:14:08	200 g/cova
Fosfato natural	50g/cova
Calcário dolomítico	300g/cova
FTE	20g/cova
Polímero	20 g/cova

*Fonte: Dados da pesquisa, 2019.*



Figura 7 – a) Coveamento e coroamento e b) Adubação e correção do solo.

*Fonte: Dados da pesquisa, 2019.*

As espécies de mudas plantadas seguiram a lista sugerida no PTRF. As mudas foram aclimatadas no viveiro, e não no local. A análise do solo foi visual e os níveis de correção e fertilização foram estabelecidos através de estudos. Foram instalados poleiros artificiais (Figura 8), de acordo com a recomendação do PTRF, para atração de aves e animais dispersores de sementes.



Figura 8 - Área cercada e com aceiros construídos. Poleiro artificial no centro da imagem.

*Fonte: Dados da pesquisa, 2019.*

A manutenção das mudas será realizada todo trimestre até o primeiro trimestre de 2021. A manutenção de cercas, aceiros e o replantio acontecerão uma vez por ano, durante o período chuvoso (de outubro a janeiro), aproveitando-se assim a irrigação natural.

A elaboração de relatórios e o monitoramento são realizados no quarto semestre de cada ano.

## 5. Resultados e Discussões

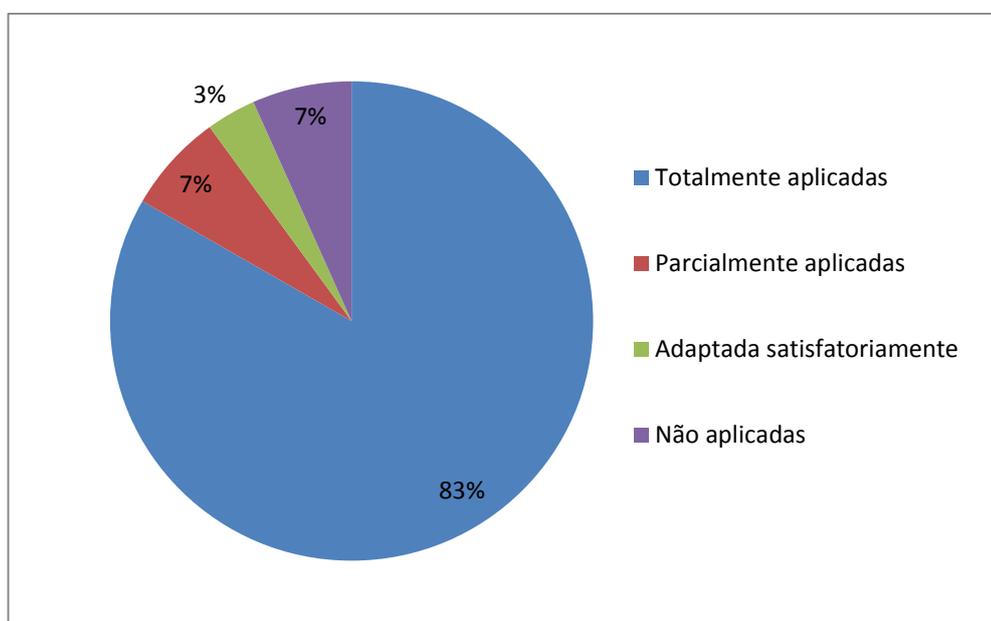
Os dados de hierarquização e enquadramento das práticas estão sintetizados na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1 – Distribuição das práticas conforme hierarquização e aplicabilidade.

Hierarquia	Totalmente aplicadas	Parcialmente aplicadas	Adaptada satisfatoriamente	Não aplicadas	Número de boas práticas
Práticas essenciais	4	1	-	-	5 (16,7%)
Práticas importantes	13	1	1	-	15 (50%)
Práticas acessórias	8	-	-	2	10 (33,3%)

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Gráfico1 – Enquadramento das práticas de recuperação ambiental.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Cálculo do índice de conformidade:

$$I_1 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{ess} - P_{NS} = 4+0+0,5(1)/ 5 = \underline{0,9}$$

$$I_2 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{import} - P_{NS} = 13+1+0,5(1)/15 = \underline{0,96}$$

$$I_3 = P_{TA} + P_{AS} + 0,5 (P_{PA}) / \Sigma P_{access} - P_{NS} = 8+0+0/10= \underline{0,8}$$

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] /10 = [5 (0,9) + 3 (0,96) + 2 (0,8)]/10 = \underline{0,898}$$

O resultado do índice de conformidade nos mostra que a CSN Mineração possui um *nível elevado* de conformidade (entre 1,0 e 0,75) em relação à gestão da recuperação de áreas degradadas. É importante ressaltar que a empresa possui certificação ISO 14.001, que aborda o Sistema de Gestão Ambiental, colaborando com o cumprimento das práticas de gestão.

Todos os três grupos de práticas (planejamento, operacionais e de gestão) obtiveram bons resultados de conformidade, indicando boas chances de sucesso da recuperação da área de compensação.

É interessante ressaltar que 36% das práticas elencadas e abordadas nesse estudo são requisitos legais e 100% delas foram cumpridas nesse caso de compensação ambiental. Em muitos casos de RAD os requisitos legais são cumpridos em prol da aquisição das licenças ambientais e não em benefício da conservação dos recursos naturais. As práticas que se tornaram requisitos legais são:

- 1 - Planejamento de medidas de recuperação ambiental (PRAD/PTRF) concomitantemente as atividades;
- 2 - Implementação de medidas de recuperação ambiental (PRAD/PTRF) concomitantemente as atividades;
- 3 - Presença de um programa de monitoramento no plano;
- 4 - Levantamento florístico prévio das áreas afetadas;
- 5 - Levantamento florístico prévio das áreas adjacentes;
- 6 - Levantamento da fauna silvestre da área antes da supressão de vegetação;

- 7 - Levantamento da fauna silvestre das áreas adjacentes;
- 14 - Controle de contaminação do solo por resíduo perigoso (óleo combustível);
- 22 - Treinamento da equipe de execução da recuperação;
- 23 - Procedência qualificada das mudas;
- 25 - Registro dos resultados em relatórios periódicos;

Nesse caso todas as práticas de planejamento foram totalmente aplicadas, e as práticas de implementação foi o grupo com maior número de práticas parcialmente aplicadas ou adaptadas satisfatoriamente. Isso nos mostra que as práticas planejadas tiveram que sofrer adaptações ao caso específico e a experiência dos profissionais executores colaborou muito com o bom nível de conformidade das práticas.

#### *Práticas essenciais*

Nesse grupo apenas uma prática foi parcialmente aplicada. Trata-se da caracterização e análise das características químicas e físicas do solo. No caso da compensação, por se tratar de uma área de solo orgânico, degradada apenas pela compactação do solo, foi aplicada apenas uma análise física e do solo. Essa caracterização é importante, pois subsidia a determinação dos níveis de correção da acidez e fertilização do solo. Mas esses níveis foram adquiridos através de estudos de outros casos de recuperação ambiental e dessa forma a análise detalhada, em laboratório, do solo interferiu nos resultados de preparo do solo.

#### *Práticas importantes*

A descompactação do solo é importante para um bom desenvolvimento das mudas. Nesse caso não foram utilizadas técnicas manuais de descompactação do solo, como por exemplo, a aração. Porém o próprio coveamento e a utilização de espécies nativas com raízes pivotadas, capazes de romper camadas compactadas do solo, supriram de maneira satisfatória a necessidade de aplicação dessa prática.

Como dito anteriormente, habitats que favoreçam a atração de fauna durante a recuperação ajuda na dispersão de sementes e contribui dessa forma para o restabelecimento do ecossistema. No caso objeto desse estudo foram aplicados poleiros artificiais em vez de trocos de árvores, e galhos. Segundo o analista responsável pelo gerenciamento das atividades de recuperação ambiental da CSN Mineração esta prática não é eficaz, por se tratar de uma estrutura distinta do habitat natural da fauna local. Segundo ele a aplicação da técnica de nucleação por plantio seria a técnica ideal para aplicação ao caso.

#### *Práticas acessórias*

Estão sendo propostas a implantação de um viveiro da empresa em parceria com o município e a implantação da compostagem, que possibilitará a utilização de resíduos como fertilizantes orgânicos nos plantios e atividades de revegetação. A implantação do viveiro próprio facilitará a aquisição das mudas nativas, porém essa prática não influencia o sucesso da recuperação ambiental, pois a aquisição de mudas provenientes de viveiros devidamente reconhecidos pelo Ministério da Agricultura é um requisito legal e essa sim é a prática relacionada com boa gestão dos viveiros que influenciará a qualidade da recuperação.

Quanto à utilização de adubo orgânico através do acúmulo de serapilheira ao redor das mudas, prática não aplicada ao caso, se torna uma prática dispensável, pois de acordo com o Analista Ambiental responsável pela recuperação da área, o próprio ambiente através do processo sucessional proporciona essa adubação.

## 6. Considerações Finais

O presente estudo, através das inspeções técnicas, permitiu o conhecimento das estratégias de gestão ambiental aplicadas ao caso de compensação ambiental por intervenção em bioma Mata Atlântica, necessárias para avaliar o grau de desempenho da gestão ambiental da Recuperação da Área Degradada.

A empresa apresentou nível elevado de conformidade das práticas aplicadas em relação as boas práticas previamente selecionadas, através das quais foi possível se obter bons resultados de recuperação de áreas degradadas em outros casos. Isso representa que a empresa utiliza um “conjunto de práticas adequadas à prevenção de riscos e de impactos adversos e à correção dos principais processos de degradação, apresentando alta adesão às boas práticas e atendimento aos principais requisitos legais”.

Foi possível observar que as boas práticas foram aplicadas em sua maior parte no caso estudado e que vem produzindo bons resultados. Porém cabe ressaltar que as práticas se tornaram obrigações previstas em lei. Assim a empresa não está buscando estratégias preventivas de gestão, e sim proativas. Por outro lado, nota-se que o estado de Minas Gerais, por estar no cenário das atividades de degradação pelas atividades da mineração há anos, está bem institucionalizado com relação às práticas de conservação ambiental.

A hierarquização das práticas de planejamento em “essenciais e importantes”, ainda que se trate de um pequeno grupo, ressalta a importância de um bom planejamento. E as adaptações em relação à aplicação das práticas de implementação mostra a importância da experiência dos profissionais executores na avaliação das peculiaridades de cada caso de RAD.

Devido ao fato de o processo de recuperação ter se iniciado no começo do ano de 2019, e ainda ser relativamente recente, não foi possível concluir o estabelecimento da vegetação nativa e fechamento do corredor ecológico, pois esses processos demoram alguns anos para acontecer.

Por fim, com o desenvolvimento desse estudo adquiriu-se informações e conhecimentos aqui divulgados que poderão contribuir com a elaboração de outros projetos de outras empresas, consultorias ou agências ambientais, servindo de instrumento de gestão ambiental.

## 7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. R. **Avaliação dos mecanismos de garantia financeira para fins de fechamento de mina e seu impacto na viabilidade de projeto de mineração de grande porte no estado de Minas Gerais**. 2006. 176 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

ANDRADE, J. D. **Desenvolvimento Sustentável na Indústria de Mineração**. A Terra em Revista, n.3, p. 47-52. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13030: elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001:2015. Introdução a ABNT NBR ISO 14.001**. São Paulo. 2015.

BARBOSA, A. R. A. Natureza jurídica da concessão minerária. In: SOUZA, M. G. (Org). **Direito minerário aplicado**. Belo Horizonte: Mandamentos, 2003. p. 69-97.

BERTRAND, A. P. B. MATTOZO, G. O. ROHRICH, S.S. **GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL: ESTUDO DE CASO NA COMPANHIA PARAENSE DE ENERGIA (COPEL), UNIDADE PARANAGUÁ/PR**. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA. 2014.

BORGES, L. A. F. **Gerenciamento ambiental de projetos de mineração: um estudo de caso**. 2009. 123 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós Graduação em Engenharia Mineral. Ouro Preto, MG. 2009.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Federal nº 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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm)>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm)>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o artigo 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm)>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

BRUM, I. A. S. **Recuperação de área degradada pela mineração**. 2000. 22p. Monografia (Especialização em gerenciamento e tecnologias ambientais na indústria) – Escola Politécnica, São Paulo, 2000.

CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Vista do Parque das Mangabeiras**. Disponível em: <<https://www.cmbh.mg.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/2019/04/comiss%C3%A3o-vai-analisar-proposta-de-concess%C3%A3o-de-%C3%A1reas-do-parque-das>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

CAVALCANTI, R. N. **A mineração e o Desenvolvimento Sustentável: casos da Companhia Vale do Rio Doce**. São Paulo, 1996. 432p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica/USP.

CHAROUX, O. M. G. **Metodologia: processo de produção, registro e relato do conhecimento**. 3. ed. São Paulo: DVS, 2006. 127 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986a**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Altera a Resolução CONAMA nº 1/86 (revoga os artigos 3º e 7º). Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de área degradada pela mineração no cerrado: manual para revegetação**. Brasília, 2007. 173 p. Disponível em: <[https://www.academia.edu/28123227/Recupera%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_%C3%A1reas\\_degradadas\\_pela\\_minera%C3%A7%C3%A3o\\_no\\_Cerrado\\_Manual\\_para\\_revegeta%C3%A7%C3%A3o](https://www.academia.edu/28123227/Recupera%C3%A7%C3%A3o_de_%C3%A1reas_degradadas_pela_minera%C3%A7%C3%A3o_no_Cerrado_Manual_para_revegeta%C3%A7%C3%A3o)>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

DRUMMOND, G. M.; Martins, C. S. **Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas Para sua Conservação**. (Org.); Machado, A. 2005.

FERREIRA, G. L. B. V.; FERREIRA, N. B. V. **Exploração minerária e a recuperação de áreas degradadas**. Âmbito Jurídico, Rio Grande, v. 11, n. 51, mar. 2008. Disponível em: <<https://www.ietec.com.br/clipping/2016/5-maio/exploracao-mineraria-e-a-recuperacao-de-areas-degradadas-ambiental.pdf>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <<http://ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 159 p.

GUIMARÃES, R. B. **Desenvolvimento de um método para o processo de gestão de riscos no planejamento do fechamento de mina**. 2012. 135 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações sobre a economia mineral brasileira**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Panorama da mineração em Minas Gerais**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Panorama-da-Minera%C3%A7%C3%A3o-em-Minas-Gerais-2016.pdf>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 13 de abril de 2011**. Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada – PRAD. Brasília, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, 1990. 96 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD's) em Licenciamentos Ambientais de Mineração**. Brasília, 2019.

INSTITUTO MUNICIPAL DE TURISMO – CURITIBA TURISMO. **Ópera de Arame/Pedreira**. Disponível em: <<https://turismo.curitiba.pr.gov.br/conteudos/parques-e-bosques/3/>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

LE MOS, E. C. **Recuperação de Área Degradada Pela Atividade Minerária: Análise da Efetividade Legal em Minas Gerais**. Lavras, MG. UFLA, 2016. 234p.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 22. ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2014. 1344p.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário**. 8. ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. 1614 p.

MÜLLER, D. L. **Proposta de recuperação ambiental para uma pedreira**. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Universidade do Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2011. 77 p.

NERI, A. C. SÁNCHEZ, L. E. **Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em Pedreiras e Minas de Calcário**. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE). São Paulo. 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. B. **Desativação de empreendimentos mineiros: estratégias para diminuir o passivo ambiental**. 2001. 179 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

POVEDA, E. P. R. **A eficácia legal na desativação de empreendimentos minerários**. São Paulo: Signus, 2007. 238 p.

PRADO FILHO, J. F. **O processo de avaliação do impacto ambiental (AIA) de projetos e empreendimentos minerais como um instrumento de gestão ambiental: estudo de casos no Quadrilátero Ferrífero/MG**. São Carlos, 2001. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. 329p.

PRADO FILHO, J. F. SOUZA, M. P. **O Licenciamento Ambiental da Mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais – Uma análise de implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs**. Campo Grande, 2004. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

PRANCE, G. T. **O PROJETO ÉDEN EM CORNWALL, REINO UNIDO**. São Paulo, 2010. Ciência e Cultura. Vol. 62 n° 1. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v62n1/a17v62n1.pdf>>. Acesso em 07 de outubro de 2019.

RESENDE, A. S. & CHAER, G.M. 2010. **Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga**. Rio de Janeiro, Seropédia: Embrapa Agrobiologia, Petrobrás e Universidade Federal Rural do Semiárido. 78 p.

RONDINO, E. **Áreas verdes como reddestinação de áreas degradadas pela mineração: estudo de caso nos municípios e Ribeirão Preto, Itu e Campinas**. Piracicaba, São Paulo, 2005. 126 p.

SANCHÉZ, L. E. **Planejamento para fechamento prematuro de minas**. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 64, n. 1, 2011.

SANTOS, J. A. G. **Recuperação e reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Especialização em Mineração e Meio Ambiente. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia. 2017. 44 p.

SILVA, A. A. P. **INVESTIMENTOS SOCIOAMBIENTAIS E O DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO NAS ORGANIZAÇÕES: UMA ANÁLISE DO GRUPO BOTICÁRIO**. Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Mariana/ MG. 2017.

SILVA, I. A. da., CAMPAGNA, A. R. & LIPP-NISSINEN, K. H. 2018. **Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos**. Pesquisas em Geociências, 45: e0691

SOUZA, M. G. **Direito minerário aplicado**. Belo Horizonte: Mandamentos, 2003. 392 p.

THOMÉ, R. **Manual de direito ambiental**. 4 ed. rev. Salvador: Jus Podivm, 2014. 829 p.

VIEIRA, A. S. MARTURANO, N. M. P. **Gestão Ambiental: Possibilidades para áreas degradadas: Estudo de Caso**. Monografia. Curso de Graduação em Administração. Faculdade Cenecista de Capivari/SP. São Paulo. 2010. 50 p.