



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
Mestrado Profissional em Ecologia aplicada à Gestão Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – INSTITUTO DE BIOLOGIA

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA – MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO AMBIENTAL- INSTITUTO DE BIOLOGIA – UFBA

Título da Dissertação: **Relatório Técnico Conclusivo Sobre a Restauração Ecológica, Geoeducação e Implantação de Geoturismo em Projetos de Mineração - Estudo de Caso da Mina Passé.**

Mestrando: **Tiego Ribeiro do Vale**

Orientador: **Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**

Coorientador: **Dr. Gilson Correia de Carvalho**

De acordo com o regimento geral da UFBA e com o regimento interno deste programa de pós-graduação, foram iniciados os trabalhos da Comissão Examinadora, composta pelo(a) professor(a) Dr(a). **Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira** (Presidente), **Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro - UFOP** e o **Dr. Eduardo Mariano Neto**, realizado de maneira remota no *link*: <https://meet.google.com/obu-aroe-tut> às 15:00 h do dia **20 de dezembro de 2023**. O mestrando fez a apresentação oral da dissertação durante 35 minutos. Após o encerramento das arguições, às 16:40 horas, a Comissão Examinadora pronunciou-se pela sua **aprovação**, conforme parecer em anexo. Esta Ata será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e deste Colegiado de curso, para compor o processo de emissão do diploma.

Salvador, **20 de dezembro de 2023**.

COMISSÃO EXAMINADORA

Membro: Prof. Dr. **Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**

Instituição: **UFBA**

Membro: Prof. Dr. **Paulo de Tarso Amorim Castro**

Instituição: **UFOP**

Membro: Prof. Dr. **Eduardo Mariano Neto**

Instituição: **UFBA**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
Mestrado Profissional em Ecologia aplicada à Gestão Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – INSTITUTO DE BIOLOGIA

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA – MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO AMBIENTAL- INSTITUTO DE BIOLOGIA – UFBA

Título da Dissertação: **Relatório Técnico Conclusivo Sobre a Restauração Ecológica, Geoeducação e Implantação de Geoturismo em Projetos de Mineração - Estudo de Caso da Mina Passé.**

Mestrando: **Tiego Ribeiro do Vale**

Orientador: **Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**

Coorientador: **Dr. Gilson Correia de Carvalho**

De acordo com o regimento geral da UFBA e com o regimento interno deste programa de pós-graduação, foram iniciados os trabalhos da Comissão Examinadora, composta pelo(a) professor(a) Dr(a). **Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira** (Presidente), **Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro - UFOP** e o **Dr. Eduardo Mariano Neto**, realizado de maneira remota no *link*: <https://meet.google.com/obu-aroe-tut> às 15:00 h do dia **20 de dezembro de 2023**. O mestrando fez a apresentação oral da dissertação durante 35 minutos. Após o encerramento das arguições, às 16:40 horas, a Comissão Examinadora pronunciou-se pela sua **aprovação**, conforme parecer em anexo. Esta Ata será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e deste Colegiado de curso, para compor o processo de emissão do diploma.

Salvador, **20 de dezembro de 2023**.

COLEGIADO DE CURSO

COMISSÃO EXAMINADORA

Membro: Prof. Dr. **Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**
Instituição: **UFBa**

Membro: Prof. Dr. **Paulo de Tarso Amorim Castro**
Instituição: **UFOP**

Membro: Prof. Dr. **Eduardo Mariano Neto**
Instituição: **UFBa**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
Mestrado Profissional em Ecologia aplicada à Gestão Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – INSTITUTO DE BIOLOGIA

Título da Dissertação: Relatório Técnico Conclusivo Sobre a Restauração Ecológica, Geoeducação e Implantação de Geoturismo em Projetos de Mineração - Estudo de Caso da Mina Passé

Mestrando: Tiego Ribeiro do Vale

Orientador: Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
Coorientador: Dr. Gilson Correia de Carvalho

BANCA EXAMINADORA

Membro: Prof. Dr. **Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**
Instituição: **UFBA**

Membro: Prof. Dr. **Paulo de Tarso Amorim Castro**
Instituição: **UFOP**

Membro: Prof. Dr. **Eduardo Mariano Neto**
Instituição: **UFBA**

PARECER DA BANCA

A Comissão Examinadora considera o trabalho de conclusão de curso:

- Aprovado
 Reprovado

Os itens abaixo deverão ser modificados conforme sugestão da banca:

Introdução

Comenta-se nos objetivos sobre geração de renda, o que é improcedente – remover isso

Revisar o título: não é fechamento de mina, mas valorização para reuso da área

Revisão Bibliográfica

Incrementar a revisão bibliográfica sobre a restauração ecológica

Revisar a listagem de referências, pois há coisas citadas e que não estão na listagem

Incluir informações sobre os diferentes tipos de minas

Metodologia

Comenta que é projeto participativo, porém não houve qualquer tipo de consulta à população

Sugere-se remover isso, ou apresentar proposta e modelo de consulta

Resultados Obtidos

Conclusões

Os membros da banca enviaram arquivos com sugestões de melhorias

Para assinatura do orientador **APENAS APÓS A EFETUAÇÃO DAS MODIFICAÇÕES SUGERIDAS**

Declaro, para fins de homologação, que as modificações, sugeridas pela banca examinadora, acima mencionada, foram cumpridas integralmente.

Prof. Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira

Orientador (a)



2023

Estudo de Caso da Mina Passé - Relatório Técnico do Uso do Espaço Físico Propondo Recuperação Ecológica, Geoeducação e Implantação de Geoturismo.



**Universidade Federal da Bahia
Instituto de Biologia**

Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Aplicada a Gestão Ambiental

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

ESTUDO DE CASO DA MINA PASSÉ - RELATÓRIO TÉCNICO DO USO DO
ESPAÇO FÍSICO PROPONDO RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA,
GEOEDUCAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE GEOTURISMO.

Tiego Ribeiro do Vale

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo

Coorientador: Prof. Dr. Gilson Correia de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso do
Mestrado Profissional em Ecologia
Aplicada à Gestão Ambiental do
Instituto de Biologia da Universidade
Federal da Bahia, como parte do
requisito para obtenção do título de
mestre.

Salvador
Dezembro 2023

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	16
	2.1 Geral:.....	16
	2.2 Específicos	17
3.	MÉTODOS E TÉCNICAS.....	17
	3.1 Levantamentos Bibliográficos.....	17
	3.2 Recursos Minerais e Geologia Regional	18
	3.3 Legislação	18
	3.4 Restauração ecológica	19
	3.5 Projeto paisagístico e geoturístico.....	19
	3.6 Inventário e valoração do sítio. (GEOSSIT)	20
	3.7 Elaboração do relatório técnico	20
4.	RECURSOS MINERAIS: IMPORTANCIA HISTÓRICA E UTILIZAÇÃO	21
5.	LEGISLAÇÃO.....	28
	5.1 Panorama e análise nacional	28
	5.2 Panorama e análise internacional	31
	5.2.1 Estados Unidos:	32
	5.2.2 França	34
	5.2.3 Peru.....	35
	5.2.4 Portugal.....	37
	5.2.5 África do Sul.....	39
	5.2.6 Inglaterra	40
	5.2.7 Austrália.	43
6.	RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	46
7.	ESG – ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA, PREOCUPAÇÃO SOCIAL, AMBIENTAL E GOVERNAMENTAL	53
8.	EXEMPLOS MUNDIAS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁREAS EXAURIDAS DA MINERAÇÃO.....	58
9.	GEOTURISMO.....	68
10.	RELATÓRIO TÉCNICO - FECHAMENTO DE MINA - ESTUDO DE CASO.....	73

10.1	Clima	74
10.2	Bioma local da área de estudo	76
10.3	Inventário florestal	76
10.4	Geologia Regional	79
10.5	Geologia Local.....	85
10.6	Hidrogeologia	87
10.7	Escoamento superficial e sistema de drenagem da mina	90
10.8	Recuperação e Restauração Ecológica Aplicada ao Estudo de Caso com Reflorestamento e Recuperação ambiental.....	93
10.9	Valoração do patrimônio geológico e geoturístico local.....	99
10.10	Projeto paisagístico e geoturístico.....	103
11.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	117
12.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ribeiro do Vale, Tiego
Estudo de Caso da Mina Passé - Relatório Técnico do
Uso do Espaço Físico Propondo Recuperação Ecológica,
Geoduação e Implantação de Geoturismo. / Tiego
Ribeiro do Vale. -- Salvador, 2023.
134 f.

Orientador: Ricardo Galeno Fraga de Araújo.
Coorientador: Gilson Correia de Carvalho.
Relatório Técnico (Mestrado Profissional em
Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental) -- Universidade
Federal da Bahia, Instituto de Biologia, 2023.

1. Geoturismo. 2. Fechamento de Mina. 3.
Restauração Ecológica. 4. Geoduação. I. Galeno Fraga
de Araújo, Ricardo. II. Correia de Carvalho, Gilson.
III. Título.

TIEGO RIBEIRO DO VALE

**ESTUDO DE CASO DA MINA PASSÉ - RELATÓRIO TÉCNICO DO USO DO
ESPAÇO FÍSICO PROPONDO RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA,
GEOEDUCAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE GEOTURISMO.**

Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Universidade Federal da Bahia

Membros da banca examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira (Orientador)

(Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia)

Prof. Dr. Gilson Correia de Carvalho (Coorientador)

(Grupo de Estudo em Biologia Quantitativa, Instituto de Ciências da Saúde,
Universidade Federal da Bahia)

Prof. Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro

(Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto)

Prof. Dr. Eduardo Mariano Neto

(Laboratório de Estudos de Vegetação, Instituto de Biologia, Universidade Federal da
Bahia)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho, permitindo em quebrar todas as barreiras possíveis e chegar a lugares que nunca imaginei chegar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal da Bahia pela oportunidade em desenvolver esta pesquisa. Aos professores doutores Ricardo Fraga (orientador) e Gilson Carvalho (coorientador) pelos grandes ensinamentos, o acompanhamento, a evolução e dedicação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do NEHMA (Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente).

Aos familiares, principalmente Mãe, Pai, Irmão, Sobrinho, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho, me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho e da ausência devido ao trabalho do dia a dia.

Aos amigos e colegas que contribuíram para que eu sempre estivesse bem para seguir nessa caminhada, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

A turma do mestrado profissional que entrou junto comigo, passando pelas diversas dificuldades como pandemia e mudança de vida. Nunca irei esquecer esta turma maravilhosa.

Texto de divulgação

O trabalho discute o panorama do fechamento de mina e uso futuro da área após esse fechamento. O trabalho é dividido em 11 tópicos, que vai da introdução, objetivos, métodos e técnicas, explicação sobre temas como: recursos minerais, legislação mineral, restauração ecológica, práticas de ESG e suas estratégias de sustentabilidade, exemplos mundiais de sucesso de fechamento e uso após o fechamento, geoturismo e o estudo de caso da Mina Passé no estado da Bahia, fechando com as conclusões e recomendações.

Esse trabalho tem um grande impacto prático por ser pioneiro da Bahia, utilizando métodos tecnológicos de reflorestamento associado a sensoriamento remoto e biocápsulas como um dos melhores procedimentos, terá um grande impacto local e econômico por ressignificar o local que seria uma mina fechada transformando através do projeto paisagístico em um novo ambiente, gerando um local de práticas educativas e sociais para a região implantada, podendo ser um piloto e futuramente replicada em diversos outros empreendimentos mineiros.

A implantação de um projeto como esse pode ser considerado um marco legal para a nossa sociedade, repercutindo em diversos setores como educação, meio ambiente, turismo, trazendo uma nova visão de políticas públicas privadas e reaproveitamento de área.

RESUMO

O fechamento da mina é um procedimento de grande discussão, sendo que a minimização dos seus riscos depende de diversos fatores como a legislação e o conhecimento técnico local. Esse trabalho apresenta um panorama técnico sobre a legislação mundial, legislação brasileira e principais normas bem-sucedidas, discute e aplica conceitos de ESG, geoturismo, restauração ecológica, buscando uma visão inovadora, focada na diminuição dos impactos ambientais e em ressignificar a área da mina no seu fechamento. A elaboração desse trabalho é uma estratégia pioneira para a Bahia, mistura restauração ecológica inteligente alinhada ao sensoriamento remoto, inventário e conservação do patrimônio geológico, geoturismo e à popularização da ciência, abrindo minas fechadas ou que estão próximas de fechar, efetuando um projeto paisagístico funcional, trazendo assim uma nova forma de atitude e empreendedorismo no setor com o intuito de envolver as comunidades do entorno. Foi desenvolvido um projeto paisagístico contemplando o geoturismo, restauração ecológica, estratégias sustentáveis com preocupação social, ambiental e governamental, associada as políticas do meio ambiente. Listagem de empreendimentos espalhados pelo mundo de grande sucesso e pioneiros nas práticas do tema e o estudo de caso da Mina Passé que é a aplicabilidade de todos os conceitos e conhecimentos do tema, com a reconstrução e modelo futuro no projeto aplicado.

Palavras-Chave: Geoturismo, Fechamento de Mina, Restauração Ecológica, Geoeducação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa simplificado dos principais commodities espalhados pelo mundo.	P. 23
Figura 2. Principais substâncias empregadas na construção	P. 24
Figura 3. Histórico da legislação mineral Brasileira.	P. 30
Figura 4. A Trajetória de Recuperação de minas.	P. 50
Figura 5. Esta Árvore de Decisão.	P. 51
Figura 6. Linha do tempo ESG.	P. 57
Figura 7. Projeto Éden.	P. 58
Figura 8. Essen Alemanha.	P. 59
Figura 9. Museu - Segunda Unidade do Louvre em Lens	P. 60
Figura 10. Dalhalla – Ravttvik.	P. 61
Figura 11. Mina da passagem.	P. 62
Figura 12. Parque das Pedreiras - Opera de Arame.	P. 63
Figura 13. Parque Mangabeiras	P. 64
Figura 14. Geopaque Seridó.	P. 65
Figura 15. Fatores condicionantes do geoturismo.	P. 69
Figura 16. Mapa de localização da Mina.	P. 73
Figura 17. Condições meteorológicas.	P. 74
Figura 18. Temperaturas máximas e mínimas	P. 75
Figura 19. Dados de precipitação	P. 75
Figura 20. Aspecto da cobertura vegetal que se desenvolve na área.	P. 77
Figura 21. Localização da área que foi objeto do levantamento florestal.	P. 78
Figura 22. Localização e arcaçouço estrutural da Bacia do Recôncavo.	P. 80
Figura 23. Seção geológica esquemática NW-SE da Bacia do Recôncavo	P. 81
Figura 24. Diagrama Estratigráfico da Bacia do Recôncavo	P. 82
Figura 25. Mapa geológico da região de estudo	P. 85
Figura 26. Imagem da estratigrafia e aspectos das litologias	P. 86
Figura 27. Mapa geológico com a hidrografia regional	P. 88
Figura 28. Mapa Equipotencial com linhas de fluxo subterrâneo.	P. 89
Figura 29. Modelamento tridimensional da mina	P. 90
Figura 30. Sistema de drenagem da mina.	P. 91
Figura 31. Mapa temática imagem de satélite da área de estudo.	P. 92
Figura 32. Imagem do acúmulo de água na superfície da mina.	P. 93
Figura 33. Biocápsulas:	P. 94
Figura 34. Biocápsulas espalhadas em contato com o solo.	P. 95
Figura 35. Capsulas biodegradáveis utilizadas para o reflorestamento.	P. 95
Figura 36. Área de estudo com o zoneamento.	P. 98
Figura 37. Modelo de projeto paisagístico aplicado na área de estudo.	P. 104
Figura 38. Modelo planejado com imagem do Ópera de Arame	P. 106
Figura 39. Modelo planejado de estufa utilizando o Projeto Eden.	P. 108
Figura 40. Modelo planejado de mirante com lagoa.	P. 111
Figura 41. Modelo planejado de mirante e imagem com a vista do mirante	P. 113
Figura 42. Modelo paisagístico (Modelo representativo final).	P. 116

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Legislação e determinação brasileira	P. 28
Tabela 2. Resumo do Panorama da Legislação Internacional	P. 45
Tabela 3. Indicadores ESG	P. 56
Tabela 4. Resultado do Estudo Fitossociológico para a Propriedade.	P. 79
Tabela 5. Classificação no Geossit	P. 102

LISTA DE ABREVIATURAS

ANM - Agência Nacional de Mineração
APEC- Cooperação econômica Ásia - Pacífico
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
COPASA – Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais
DMA – Departamento de Meio Ambiente
DMP - Departamento de Minas e Petróleo
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA - Estudos de Impacto Ambiental
ESG - Environmental, Social and Governance
EUA – Estados Unidos da América
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
ICMM – International Council on Mining and Metals
MLRA - Mine Land Reclamation Act
MME - Ministério de Minas e Energia
MPF - Ministério Público Federal
NRM – Normas Reguladoras da Mineração
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAE – Plano de Aproveitamento Econômico
PDA – Potencial de Dano Associado
PFM - Plano de Fechamento de Mina
PIB - Produto Interno Bruto
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas de Mineração
TAC – Termo de Ajustamento de Conduta
UFBA- Universidade Federal da Bahia

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre os procedimentos relativos ao fechamento de minas é algo necessário no país, principalmente diante dos cenários presenciados nos últimos anos, após o rompimento de barragens ocorridos com a SAMARCO em Mariana, no estado de Minas Gerais e da mina da Vale em Brumadinho, naquele mesmo estado. Se, por um lado, a mineração vem sendo vinculada à essas tragédias, por outro a atividade é algo inerente à nossa sociedade, já que é algo essencial na geração de todos os bens, insumos e produtos utilizados pelos humanos desde os tempos primordiais, quando começamos a produzir ferramentas no paleolítico, quando construímos ferramentas a partir de tipos específicos de rochas e que nos permitiram evoluir como sociedade.

O intuito desse relatório técnico consiste em uma visão inovadora, focada nos impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes do fechamento de minas e as possibilidades de transformar o fechamento de uma mina em uma estratégia de uso com foco na utilização da área pela população, contemplando um projeto de envergadura e relacionado ao geoturismo, educação e à popularização da ciência, abrindo minas fechadas ou até mesmo partes delas, para visita guiada, trazendo assim uma nova forma de atitude e empreendedorismo no setor e podendo envolver as comunidades do entorno através de assembleias e/ou audiências públicas e mostrando o projeto e plano de restauração ecológica mais ativa como fator diferenciado.

O fechamento de uma mina é a etapa final após todos os recursos serem exauridos, ou não ser mais viável a sua extração (Flores, 2006) e o pós-fechamento representa um momento oportuno para a destinação das áreas mineradas para atividades geoeducativas, já que, para além de insumos, a mineração gera muito conhecimento técnico e científico, sedimentologia, tempo geológico, estratigrafia, hidrologia, paleontologia local que, mediante ações de interpretação e valorização, pode ser difundido promovendo a educação científica e conhecimento local em nossa sociedade.

No passado, as mineradoras consideravam suas atividades como concluídas, com a exaustão das reservas. Na atualidade, legal e obrigatoriamente, ela deve ir além, de modo que suas atividades contemplem desde o planejamento inicial, levantamento de informações de fauna, flora, sucessão ecológica e as condições iniciais até as medidas ambientais e sociais relacionadas com o fechamento da mina, impacto após a operação, fase de sucessão ecológica e áreas afetadas, sendo importante tanto o monitoramento ambiental, quanto a execução de ações sociais, após assembleia pública, ao longo de todo o processo.

Existe um entendimento generalizado de que o planejamento do encerramento de uma mina deve fazer parte do planejamento geral de uma nova mina e que os planos de encerramento devem ser atualizados periodicamente (APEC, 2018; ICMM, 2018). Além disso, o encerramento progressivo deve ser implementado, tanto quanto possível, durante a fase operacional, visando alcançar o uso do solo pretendido após o encerramento (ROSA, 2018). No entanto, há ampla evidência de que o cuidado que muitas empresas mineiras têm na abertura de minas não é o mesmo que têm quando se preparam para o encerramento das minas, já que no Brasil, temos um histórico de abandono desses empreendimentos. (LAURENCE, 2006).

O abandono ou o encerramento malsucedido ainda é o destino de vários locais de minas (PNUD e ONU Meio Ambiente 2018), o histórico de abandono independente do minério é algo muito comum historicamente, no passado, as empresas mineiras não efetuavam o fechamento correto e nem o trâmite adequado para o fechamento, prejudicando as próprias empresas mineiras, mas especialmente as comunidades, os governos e a sociedade em geral, deixando um legado de riscos para a saúde e segurança, desemprego, declínios nas receitas, bem como degradação ambiental (UNGER, 2015; BENNETT, 2016), sendo um grande descaso com o encerramento.

Antes mesmo da abertura da mina, o plano de fechamento de mina tem que ser capaz de prevenir ou mitigar o passivo ambiental e social, decorrente do aproveitamento do minério, garantindo assim a recuperação e a reabilitação da área para devolução à comunidade. Face aos desastres que assistimos nos últimos anos, pode-se dizer que no Brasil, apesar dos grandes avanços

ambientais a partir da década de 90, o setor mineral ainda tem uma grande carência quando se fala em fechamento de mina e cuidado com os passivos ambientais, sendo preocupações antigas, recentes e ainda atuais, servindo de reflexão e apontando a necessidade de investimentos para o desenvolvimento de soluções técnicas e criativas que viabilizem o fechamento das minas, sempre em observância com a legislação ambiental, preocupação com o meio ambiente e a valorização do papel social da mineração.

Galo (2022) define a importância do fechamento e salienta que o julgamento profissional é fundamental para a aplicação do procedimento. Experiência nas áreas de mineração, gestão de riscos, gestão ambiental, planejamento social e gestão de recursos financeiros são exemplos do que é necessário. Também é importante compreender o que é mais relevante no processo de avaliação, dados os numerosos documentos (projetos, relatórios, avaliações técnicas e registros) a serem revisados, as áreas a inspecionar e, geralmente, o tempo limitado. O plano de fechamento de mina é um documento fundamental para a análise e planejamento de inspeções. Devem ser valorizadas as inspeções visuais das principais estruturas, independentemente de estarem ativas ou não.

É notória a importância de estudos vinculados com essa temática, pautados por uma nova mentalidade, visando um equilíbrio social e do meio-ambiente, bem como vislumbrando a difusão de conhecimentos gerados a partir da atividade e promovendo assim a popularização da ciência e o envolvimento da população local nessas ações educativas, o que pode, inclusive, favorecer, promover ou incrementar a identidade territorial, já que quanto mais conhecemos o território mais nos identificamos com ele e nos envolvemos na sua conservação. Cabe ainda dizer que as áreas de mineração, na maioria das vezes, têm uma longa história de exploração mineral que contribui para formação de uma identidade cultural, conforme discutido por Machado & Azevedo (2015).

A comunicação social e a gestão ambiental no setor mineral vêm se mostrando uma situação crítica no país. De acordo com Salvador (2020), o número de desastres envolvendo barragens de rejeito tem aumentado no Brasil. Esse autor destaca que, somente nos últimos seis anos, ocorreram seis desastres envolvendo esse tipo de estrutura.

Diante desse cenário, muitos são os desafios da mineração. Merece destaque a necessidade de adequação das empresas com a parte ambiental e o atendimento das exigências legais dos órgãos públicos encarregados de fiscalizar as atividades de mineração, simultaneamente, aos preceitos legais impostos por órgãos competentes responsáveis pela formulação da política ambiental.

Mais do que uma postura reativa, de mero atendimento às demandas legais, o setor mineiro precisa empregar novos paradigmas e estabelecer posturas mais proativas. Ferraz (2002) destaca que a inclusão social e a melhoria na qualidade de vida são os maiores desafios brasileiros, sendo pré-requisito para que o país possa dar continuidade à solução de muitos de seus problemas, de maneira que esses pré-requisitos devem nortear as bases de ações que se fazem necessárias perante uma nova onda de relações econômicas, políticas e sociais que se instalarem no mundo.

É necessário pensar no uso futuro das áreas impactadas pela mineração, na sua restauração de entorno e suas áreas de influência, incluindo nesse processo a consulta e participação das partes interessadas, inclusive das populações locais que vivem nessas áreas, através de processos de audiências públicas com direito a voto e manifestação da comunidade para entender os seus anseios e sua visão de necessidade local. Dias (2016) cita que quando há um adequado planejamento para a utilização da área de uma mina fechada, isso pode reduzir o passivo ambiental, recuperar ambientes degradados e resultar em um balanço positivo para a região onde o empreendimento está inserido.

A definição de uma metodologia padronizada, junto a implantação de um protocolo de pré e pós-controle de impacto, pode servir para melhorias das questões sociais e econômicas do local (SALVADOR, 2020). Diante disso, o relatório técnico aqui proposto preconiza a identificação do ponto inicial do processo mineiro até o ponto final do fechamento e uso futuro do espaço, sendo que através do seu estudo, ocorra a abertura dos espaços de minas exauridas para atividades educativas e geoturísticas, envolvendo a população local junto com a equipe técnica adequada no levantamento de pontos de destaque da biodiversidade e geodiversidade local, na compreensão e difusão dos conhecimentos gerados pelo empreendimento mineiro. Essas ações consistem

em alternativas eficazes na geração de renda para os habitantes dos arredores das minas, fortalecimento das identidades territoriais, uma oportunidade para ressignificar a área afetada pelo impacto da atividade mineira perante a sociedade e, para, além disso, um mecanismo de popularização de conhecimento científico.

Machado & Azevedo (2015) destacam que os estudos sobre o tema da geodiversidade, juntamente com a biodiversidade, são importantes para os avanços sociais e ambientais que se fazem necessários e, desse modo, conceitos como geoturismo, geoconservação e geopatrimônio, estão em franco desenvolvimento.

No entanto, as autoras destacam que as pesquisas na área da geodiversidade são ainda incipientes, quando comparadas a estudos da biodiversidade, por exemplo. Sendo assim, no projeto aqui apresenta o uso do geossit como técnica de inventário geológico, valorização e interpretação de patrimônio geológico e mineiro, restauração ecológica e geoeducação em planos de fechamento de minas.

O presente estudo consistirá em um estudo teórico e técnico, com a finalidade de produzir um relatório conclusivo técnico eficiente, que poderá ser utilizado como uma ferramenta para o empreendimento analisado ou até mesmo pela população local, avançando para além do que está previsto nos códigos legais vigentes no país aproveitando as diversas bases de dados como da SIGMINE (Sistema de Informações Geográficas da Mineração), apoiado pelo plano de metas e ações 2020/2023 do Ministério de Minas e Energia. Futuramente, a ideia aqui apresentada, poderá também inspirar iniciativas semelhantes a serem aplicadas em outros projetos de mineração.

O presente relatório tem as seguintes metas:

a) Compromisso com a legislação e o setor socioeconômico e ambiental na mineração, utilização do espaço físico para a promoção do desenvolvimento socioeconômico, local e regional com responsabilidade ambiental.

b) Promover ações para o alcance de sustentabilidade social,

ambiental e econômica, estimulando a implantação de minas com tecnologias de baixo impacto ambiental e alto ganho social. Propor políticas que auxiliem na diversificação da matriz econômica dos municípios e regiões mineradoras.

c) Adotar as melhores práticas de integridade, ética, transparência em sua gestão, promovendo e estimulando métodos de gestão e redução de riscos, estabelecendo canais de interlocução da sociedade com o setor mineral e com as autoridades minerárias.

d) Abordar os conceitos, a legislação, exemplos e metodologias para as melhores práticas de geoturismo, geoeducação e, ecologia, abordando sempre a educação ambiental, geoeducação e, quando pertinente a restauração e a sucessão ecológica.

e) Propondo políticas que auxiliem na diversificação da matriz econômica dos municípios e regiões mineradoras. Apoiado sempre no plano de metas do programa mineração e desenvolvimento do ministério de minas e energia, utilizando-se do projeto crescer com responsabilidade, apoiando-se nas diversas metas estabelecidas como: promover ações para o alcance da sustentabilidade social, ambiental e econômica, estimular a recuperação de áreas afetadas pela mineração.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

Elaborar um relatório técnico conclusivo com estratégias sustentáveis focado na implementação da restauração ecológica, geoeducação, geoturismo e o ecoturismo em áreas de mineração, na etapa de pós fechamento da atividade.

Utilizar o espaço físico da antiga mina e desenvolver mecanismos para a restauração ecológica, conservação do patrimônio geológico mineiro, com a educação ambiental e a popularização da ciência e em favor das comunidades locais e afetadas pela mineração.

2.2 Específicos

Disseminação dos conhecimentos gerados pelos empreendimentos mineiros, ressignificando o papel da mina fechada como espaço de divulgação científica e tecnológica, levantamento de toda a legislação e seu histórico, educação ambiental e, mais especificamente a geoeducação, utilizando práticas sustentáveis, definindo lugares para plantio de árvores, áreas para conhecimento dos biomas, das vegetações e os principais sítios do meio físico.

Realizar estudos e levantamentos a serem aplicados estabelecendo as melhores práticas de restauração ecológica, além da proposição de utilização de áreas mineiras e parte de suas instalações para fins educacionais, empregando a geoeducação e o geoturismo.

Avaliar os impactos ambientais e indicar formas de recuperação de área degradada, recuperação ecológica e de utilização de áreas nas quais ofereçam menos riscos.

Avaliar a possibilidade da incorporação de técnicas de restauração ecológica implantadas em áreas de mineração, avaliando aquelas que obtiveram sucesso e tiveram o retorno, ou mesmo o incremento, das funções ecossistêmicas e ecológicas.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS

O fechamento de uma mina é um processo complexo que requer planejamento, recursos e expertise técnica para ser realizado com sucesso. A segurança ambiental e a responsabilidade social desempenham papéis fundamentais em todas as fases do processo. Além disso, é importante ressaltar que as regulamentações e os requisitos específicos podem variar de acordo com a localização da mina e as leis aplicáveis.

3.1 Levantamentos Bibliográficos

Nesta etapa, comum em todas as metodologias propostas na literatura, foi realizado o levantamento das referências bibliográficas existentes,

visando compreender o panorama do fechamento de minas no país e os conflitos ambientais e sociais associados às diferentes etapas da mineração.

Este levantamento incluiu a aquisição de conceitos teóricos através de buscas e informações utilizando tópicos como: ecologia, geodiversidade, patrimônio geológico, restauração ecológica, geoconservação e geoeducação; fechamento de mina, legislação fechamento de mina, plano de fechamento de mina (PFM), ANM 68/2021, legislação ambiental, pesquisas sobre o patrimônio histórico e cultural da mineração na Bahia, e estudo de casos de exemplos de sucesso na restauração e usos de áreas mineiras, com destaque para aqueles casos que empregaram técnicas mais proativas e não convencionais.

3.2 Recursos Minerais e Geologia Regional

Um dos tópicos mais importantes é justamente o entendimento da história geológica, a evolução das rochas, a disposição de estruturas geológicas, a distribuição de recursos naturais e outros aspectos geológicos de uma determinada área. Esses dados são de suma importância para a tomada de decisão, já que com essas informações o planejamento adequado se torna ainda mais eficiente. Utilizamos levantamentos bibliográficos da região, banco de dados do Sistema Eletrônico de informação (SEI - Bahia), relatórios técnicos entregues pela empresa e buscas de monografias na região, como o levantamento do potencial local "in situ".

A geologia regional frequentemente envolve a criação de modelos geológicos tridimensionais da subsuperfície, que podem ser usados para prever a distribuição de recursos ou entender melhor a estrutura geológica em profundidade. Os conhecimentos da geologia regional também são aplicados em projetos de engenharia civil, planejamento urbano e gestão ambiental para avaliar a estabilidade do solo, a qualidade da água subterrânea e outros aspectos relacionados ao ambiente.

3.3 Legislação

Levantamento da atual legislação brasileira que define a metodologia

utilizada para o fechamento de mina e a utilização das áreas pós o fechamento da mina, e uma comparação com legislações de outros países. Análise sucinta da legislação das escalas internacionais, federais e estaduais. Estudo sucinto e simplificado sobre as legislações de fechamento de mina, plano de fechamento de mina (PFM), ANM 68/2021, legislação ambiental e todo o histórico legal e panorâmico do avanço da legislação sobre o tema.

3.4 Restauração ecológica

A restauração ecológica é uma abordagem fundamental para reverter ou mitigar os impactos negativos das atividades humanas no meio ambiente e restaurar ecossistemas degradados (SER, 2004). Ela envolve a reintrodução ou reabilitação de elementos naturais em áreas afetadas pela atividade humana, com o objetivo de restabelecer a biodiversidade, os processos ecológicos e as funções dos ecossistemas. Ocorreu pesquisa bibliográfica e buscas de fechamentos de mina de sucesso que utilizaram essa prática. Buscas de temas como restauração, biodiversidade, restauração ecológica na mineração, recuperação de funções ecossistêmicas, restaurações em áreas antropizadas, métodos diretos e indiretos de restauração. Onde os tópicos como: Remoção de espécies invasoras: Eliminar ou controlar espécies invasoras que competem com espécies nativas, reflorestamento e plantio de vegetação nativa: restaurar áreas degradadas por meio do plantio de árvores e plantas nativas, restauração de habitats aquáticos: Recuperar ecossistemas aquáticos, reintrodução de espécies: Reintroduzir espécies nativas ameaçadas ou extintas localmente em seus habitats naturais. É interessante salientar que algumas dessas etapas seriam pioneiras no bioma, e há a necessidade de monitorar e avaliar o sucesso do processo e de suas etapas como um todo.

3.5 Projeto paisagístico e geoturístico

Através de análises de bibliografias, estudos de caso e exemplos mundiais (Projeto Eden e Parque Mangabeiras). Será proposto um projeto paisagístico de uso sustentável com diretrizes de ESG associados, contudo,

podendo ser um grande marco para o estado da Bahia e uma inovação para a região metropolitana da cidade de Salvador. Se fez necessário considerar a tipologia de espaços, ou seja, as ambiências que se pretende formar no projeto paisagístico. O projeto paisagístico é de grande importância e tem como finalidade o uso do local e seu estudo preliminar. Foram levantadas imagens através de drone, levantamento planialtimétrico. O conhecimento geológico é muito importante para definir as diretrizes para o geoturismo e onde colocar as estruturas e os potenciais da área a serem trabalhadas. Foram levantados vários aspectos locais como fotografias, localização, informações de clima, geologia local, geologia regional, solo, vegetação, o objetivo do projeto, necessidade dos usuários e da região, dimensões das áreas, características das construções, clima, disponibilidade de água.

3.6 Inventário e valoração do sítio. (GEOSSIT)

Um inventário e valoração de sítios, também conhecido como inventário de patrimônio ou avaliação de áreas, é um processo que envolve a identificação, documentação e avaliação de locais ou áreas específicas com valor histórico, cultural, natural ou científico. Esse processo é fundamental para a conservação, gestão e tomada de decisões sobre o uso e manejo desses locais. Aqui estão os principais passos envolvidos no inventário e valoração de sítios. Utilizamos o GEOSSIT no inventário do patrimônio geológico, mais especificamente para a valoração dos elementos de geodiversidade associados ao empreendimento. Realizamos pesquisas de campo e revisões bibliográficas para coletar informações sobre os sítios. Isso incluiu mapas, documentos históricos, fotografias, relatórios arqueológicos e estudos científicos. Com as informações levantadas preenchemos as descrições e campos para obter a valoração do local de estudo.

3.7 Elaboração do relatório técnico

Mediante a conclusão das etapas em epígrafe, foi construído o presente relatório técnico, com proposta para o fechamento de minas,

contemplando os paradigmas aqui descritos em itens anteriores, considerando o cenário atual vigente no mundo, América do sul, Brasil e no Estado da Bahia, tanto sob a perspectiva legal, como também da produção mineira em curso. A intenção é que esse relatório possa servir como um balizador de oportunidades para as áreas mineiras e com vistas a valorizar e difundir os conhecimentos gerados pelos projetos mineiros, envolvendo a população residente nessas áreas e entornos nesses projetos, gerando oportunidades de emprego e renda, mesmo depois do encerramento desses projetos.

4. RECURSOS MINERAIS: IMPORTANCIA HISTÓRICA E UTILIZAÇÃO

A atividade mineral é importante para o desenvolvimento econômico de um país e para o bem-estar da sociedade, porque fornece produtos primitivos para manutenção e evolução humana. No entanto, é verdade que o negócio de mineração tem uma natureza limitada e finita, ou seja, toda mina tem um ciclo de vida que depende de fatores físicos, econômicos, ambientais e/ou legais (FLORES, 2006).

É interessante salientar que existem diversas etapas e fases relacionadas a mineração. Sendo a primeira etapa a prospecção, nela estão contidas as fases de estudos preliminares e reconhecimento geológico, seguido da pesquisa mineral que engloba as fases de exploração, delineamento e avaliação mineral, após a fase de pesquisa entra a etapa de lavra que corresponde a fase de projeto, desenvolvimento e exploração mineral, seguido da última etapa que é denominada de descomissionamento de mina que é a etapa de desativação e fechamento da mina.

Tecnicamente os tipos de mineração referem-se à lavra, que consiste na técnica de extração do minério. Há diversos métodos de lavra, que irão variar conforme o método de extração de cada mina ou minério, podendo em alguns casos serem empregados mais de um método de lavra. Os principais métodos de lavras são a lavra a céu aberto ou de superfície, que consiste na extração do minério próximo a superfície e a lavra subterrânea que consiste na extração de minérios que estão longe da superfície, utilizando cavas e galerias para a extração do minério.

Os recursos minerais têm uma importância tão significativa que a evolução da humanidade pré-histórica é marcada em função dos tipos minerais utilizadas durante nossa evolução: Idade da pedra, do bronze, do ferro. Internacionalmente, a mineração é reconhecida como atividade que alavanca o desenvolvimento econômico de uma nação (PONTES, 2013). Na **Figura 1** é possível analisar as principais *commodities* minerais espalhados por quase todos os países mundo e a suas grandes variedades. É perceptível que o território Australiano, o continente americano, e parte do continente Africano são detentores de uma grade variedade interna de *comodities*, tendo escassez no norte do continente Africano e no leste da China.

Os recursos minerais são capazes de desenvolver economicamente e industrialmente um país, por fornece matéria-prima para os setores primários, secundários e terciários da economia. Sendo o uso mineral tão antigo quando a própria civilização, suprimindo indiretamente e/ou diretamente nossas necessidades básicas como comida, roupa, abrigo, energia, defesa e infraestrutura.

Os minerais provenientes da mineração estão em tudo no nosso dia a dia, isso é bem representado pela **Figura 2**, através desta figura a gente perceber a importância dos minerais no nosso cotidiano, desde o momento em que acordamos e iniciamos nossa rotina diária, cuidando da saúde.

A maioria dos produtos de beleza contém minerais como: ferro, talco, zinco, sílica, entre outros. Fosfato, enxofre, zinco, nitrogênio, potássio, são usados como fertilizantes, que auxiliam no aumento da produção de comida em larga escala. Equipamentos eletrônicos utilizam diversos minerais como ouro, cobre, chumbo, quartzo.

Nossas residências são feitas de minerais, as fundações são de concreto e aço. Os serviços básicos (água, luz e gás) são conduzidos através de tubulações e fios de aço e cobre. Nossos cômodos têm equipamentos eletrônicos de todos os tipos, para melhorar nossa qualidade de vida. Nenhum destes equipamentos existe sem o uso de minerais.

Figura 1: Mapa simplificado dos principais commodities espalhados pelo mundo.

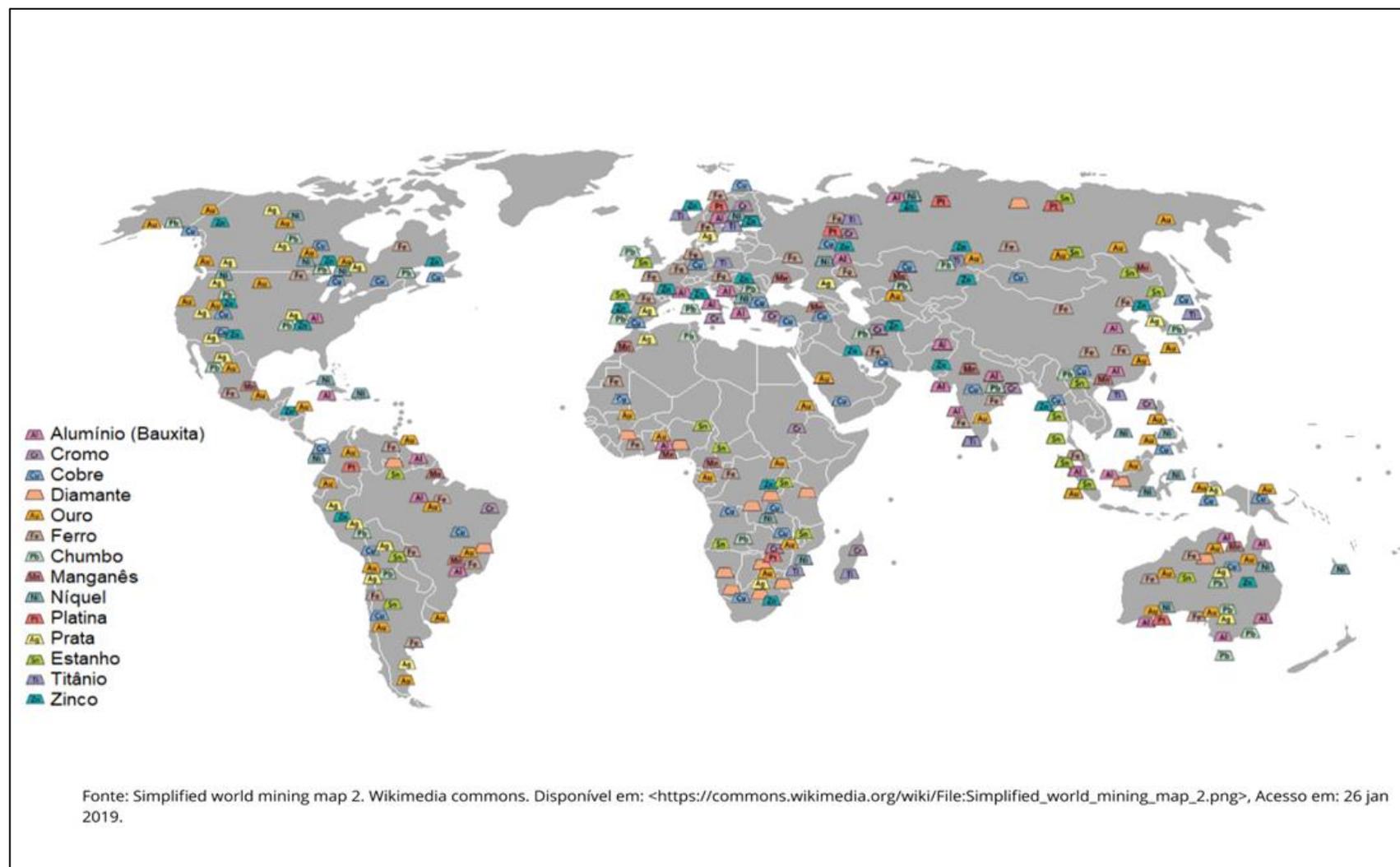


Figura 2 – Principais substâncias empregadas na construção (Fonte: CREA 2021)



ELEMENTO CONSTRUTIVO	PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS MINERAIS UTILIZADAS
Tijolo	Argila
Bloco	Areia, brita e calcário
Fiação elétrica	Cobre e petróleo
Lâmpada	Quartzo, tungstênio e alumínio
Fundações de concreto	Areia, brita, calcário e ferro
Ferrogens	Ferro, alumínio, cobre, zinco e níquel
Vidro	Areia, calcário e feldspato
Louça sanitária	Caulim, calcário, feldspato e talco
Azulejo	Caulim, calcário, feldspato e talco
Piso cerâmico	Argila, caulim, calcário, feldspato e talco
Isolante - lã de vidro	Quartzo e feldspato
Isolante - agregado	Mica
Pintura - tinta	Calcário, talco, caulim, titânio e óxidos metálicos
Caixa de água	Calcário, argila, gipsita e petróleo
Impermeabilizante - betume	Folheto pirotuminoso e petróleo
Pias	Mármore, granito, ferro, níquel e cobalto
Encanamento metálico	Ferro ou cobre
Encanamento PVC	Petróleo e calcita
Fôrro de gesso	Gipsita
Esquadrias	Alumínio ou ligas de ferro-manganês
Piso pedra	Ardósia, granito e mármore
Calha	Ligas de zinco-níquel-cobre ou fibrocimento
Telha cerâmica	Argila
Telha fibrocimento	Calcário, argila, gipsita e petróleo
Pregos e parafusos	Ferro e níquel
Móveis e estruturas de madeira	Ferro e petróleo
Privada	Cerâmica - caulim

Alguns equipamentos e práticas na medicina como substituição de articulações, marca-passo, equipamentos diagnósticos e de cirurgias contêm uma variedade enorme de minerais e todos esses materiais citados são fornecidos devido a mineração. A mineração desempenha um papel fundamental em várias áreas da sociedade e da economia, e sua importância é amplamente reconhecida por diversos motivos, alguns deles apontados e discutidos a seguir:

- **Recursos Naturais:** A mineração é a principal fonte de extração de recursos naturais valiosos, como minerais, metais, petróleo, gás natural e carvão. Esses recursos são essenciais para a produção de uma ampla variedade de produtos, desde eletrônicos até materiais de construção e produtos químicos.
- **Desenvolvimento Econômico:** A atividade mineradora contribui significativamente para o crescimento econômico de muitos países. Ela gera empregos diretos e indiretos em áreas como extração, transporte,

processamento e comercialização de minerais e metais.

- Fornecimento de Energia: A mineração desempenha um papel crucial na obtenção de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão, que são fontes importantes de energia em todo o mundo.
- Indústrias Associadas: Muitas indústrias dependem dos produtos obtidos por meio da mineração. Por exemplo, a indústria automobilística precisa de metais como ferro, alumínio e cobre para fabricar veículos.
- Desenvolvimento de Tecnologia: Minerais e metais extraídos da mineração são matérias-primas vitais para a fabricação de componentes eletrônicos, como circuitos integrados e baterias. Esses componentes são essenciais para a tecnologia moderna, incluindo smartphones, computadores e veículos elétricos.
- Construção e Infraestrutura: Materiais de construção, como cimento, pedra, areia e cascalho, são obtidos por meio da mineração e são usados na construção de edifícios, estradas, pontes e infraestrutura civil.
- Exportação e Balança Comercial: A exportação de minerais e recursos naturais pode ser uma fonte importante de receita para os países, ajudando a equilibrar a balança comercial e gerar receita em moeda estrangeira.
- Inovação e Pesquisa: A indústria de mineração também desempenha um papel na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais seguras e eficientes para a extração e processamento de minerais. Isso inclui o desenvolvimento de métodos mais sustentáveis e menos prejudiciais ao meio ambiente.

No entanto, é importante observar que a mineração também pode ter impactos ambientais negativos significativos, como a degradação do solo, poluição da água e emissões de gases de efeito estufa. Portanto, equilibrar a importância econômica da mineração com a necessidade de proteger o meio ambiente é um desafio crítico que precisa ser abordado por meio de regulamentações e práticas sustentáveis, já que o histórico é bastante negativo devido ao grande passivo ambiental deixado pelas antigas mineradoras.

Os acidentes em Mariana e Brumadinho são desastres de mineração ocorridos no Brasil e tiveram impactos significativos em termos de perdas

humanas, ambientais e econômicas. Rocha em 2021 fez um trabalho focado justamente nos pontos sobre o rompimento da barragem do Fundão (Mariana) e o rompimento da barragem de Córrego do Feijão (Brumadinho). No trabalho ele cita como essas tragédias marcaram negativamente a mineração. A tragédia de Mariana foi um desastre causado pelo rompimento da barragem de rejeitos de mineração da Samarco, uma joint venture entre a Vale e a BHP Billiton.

A ruptura liberou uma grande quantidade de lama que inundou comunidades, causando 19 mortes e destruindo vilas e infraestrutura. A lama também atingiu o Rio Doce, resultando em graves danos ambientais, com a destruição de ecossistemas aquáticos e impactos econômicos significativos para as comunidades que dependiam do rio para subsistência. O desastre de Mariana é considerado um dos maiores desastres ambientais da história do Brasil.

Rocha (2021) é bastante enfático, e cita que em relação a solução, os problemas causados pelo rompimento da barragem ainda são recorrentes. Em novembro de 2020, a tragédia completou cinco anos e poucas foram as soluções encontradas até agora. Todo esse imbróglio foi diagnosticado pelo MPF em 2018 em seu relatório como mais de 54 questionamentos sobre o mau andamento das ações adotadas, e que há ausência da participação dos atingidos na confecção do TAC (Termo de Ajustamento de Conduta).

Uma das medidas para após a tragédia, foi a criação da Fundação Renova, contudo, Rocha (2021) cita que os próprios moradores locais fazem frequentes críticas a relação de governança e a atuação da fundação, onde são questionados procedimentos sem metodologia definida, atendimento confuso, inadequado, constante troca de funcionários, morosidade dos processos entre outras coisas.

O também rompimento da barragem de Córrego do Feijão (Brumadinho) foi outro marco negativo para a mineração. A tragédia foi causada pelo rompimento da barragem de rejeitos da Vale S.A., uma das maiores empresas de mineração do mundo. Segundo Sally (2020), a ruptura da barragem liberou uma avalanche de lama que devastou a região, causando a morte de 270 pessoas e deixando um rastro de destruição. Os danos ambientais foram significativos, com a contaminação de rios e destruição de vegetação nativa.

O desastre de Brumadinho provocou debates sobre a segurança de

barragens de rejeitos e a responsabilidade das empresas de mineração na prevenção de tais tragédias. Ambos os desastres resultaram em investigações criminais, ações judiciais e demandas por mudanças regulatórias e práticas de segurança mais rigorosas na indústria de mineração do Brasil, e em 2021 houve a criação da norma ANM 68. Esses eventos também trouxeram à tona questões importantes sobre o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, bem como a responsabilidade das empresas multinacionais na exploração de recursos naturais em países em desenvolvimento.

Atualmente, é visto que um número grande de minas degradadas foram abandonadas pelas mineradoras sem as medidas de recuperação ambiental (Paranhos, 2012). Até recentemente, essa realidade é o resultado da ausência de uma regulamentação mais adequada e uma fiscalização mais ativa. O regulamento exige que as empresas de mineração usem procedimentos para restaurar as áreas exploradas para garantir seu uso futuro (Domenici, 2016).

5. LEGISLAÇÃO

A fim de uma melhor análise sobre os aspectos legais relativos ao fechamento de mina, convém compreender os aspectos históricos e jurídicos da legislação brasileira (**Tabela 1**), propriamente a do Direito Ambiental e Direito Minerário.

5.1 Panorama e análise nacional

A partir dos anos 1970 e 1980, a obrigatoriedade de recuperar ambientes degradados passou a ser considerada parte integrante de qualquer atividade mineira. Apesar dos graves riscos envolvidos, até 2021 não existia uma legislação federal que disciplinasse a desativação dos empreendimentos do setor mineral. Apenas o Estado de Minas Gerais possui legislação específica.

Embora a legislação brasileira contemple a obrigação da empresa de mineração apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (**PRAD**), junto com o **EIA-RIMA**, essa exigência não contempla de forma sistêmica a recuperação socioeconômica e ambiental prevista num plano de fechamento de mina (Sampaio, 2020)

Tabela 1: Legislação e determinação brasileira (Adaptada de Araújo, 2014)

Legislação	Determinação
Código de mineração	Suspender lavra com autorização DNPM/Manter a mina em bom estado em caso de suspensão temporária
Política Nacional Meio Ambiente (1981)	Na entrega do EIA/RIMA empresa deve entregar o PRAD
Constituição Federal 1988	Explorador de recursos naturais deve recuperar ambiente degradado
NRM 20/DNPM	Estabelece procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina
Novo código de mineração (em tramitação)	Fala apenas em compromisso com desenvolvimento sustentável e recuperação de danos ambientais
Plano Nacional de mineração 2030	Reconhece que legislação existente para fechamento de mina é limitada
Deliberação Normativa COPAM 127/2008 (MG)	Empresas tem que elaborar e apresentar o plano de fechamento de mina
ANM 68 (2021)	Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina (18 de outubro de 2001).

Hoje existe o Plano de Aproveitamento Econômico - PAE que nada mais é que um relatório técnico que envolve diversas informações abrangidas na extração, beneficiamento e na comercialização do minério aprovado na fase anterior de pesquisa, sendo ele exigido pela ANM para a concessão de lavra. Na sua terceira etapa o PAE cita a necessidade de um plano de fechamento de mina, sendo ainda baseado nas diretrizes do Código de Mineração (Decreto Lei N° 227, de 28/02/1967), especificamente os Artigos 39 e 40. Como se viu, não há uma disciplina específica e atualizada sobre a matéria em nível federal, o que seria recomendável (Sampaio, 2020).

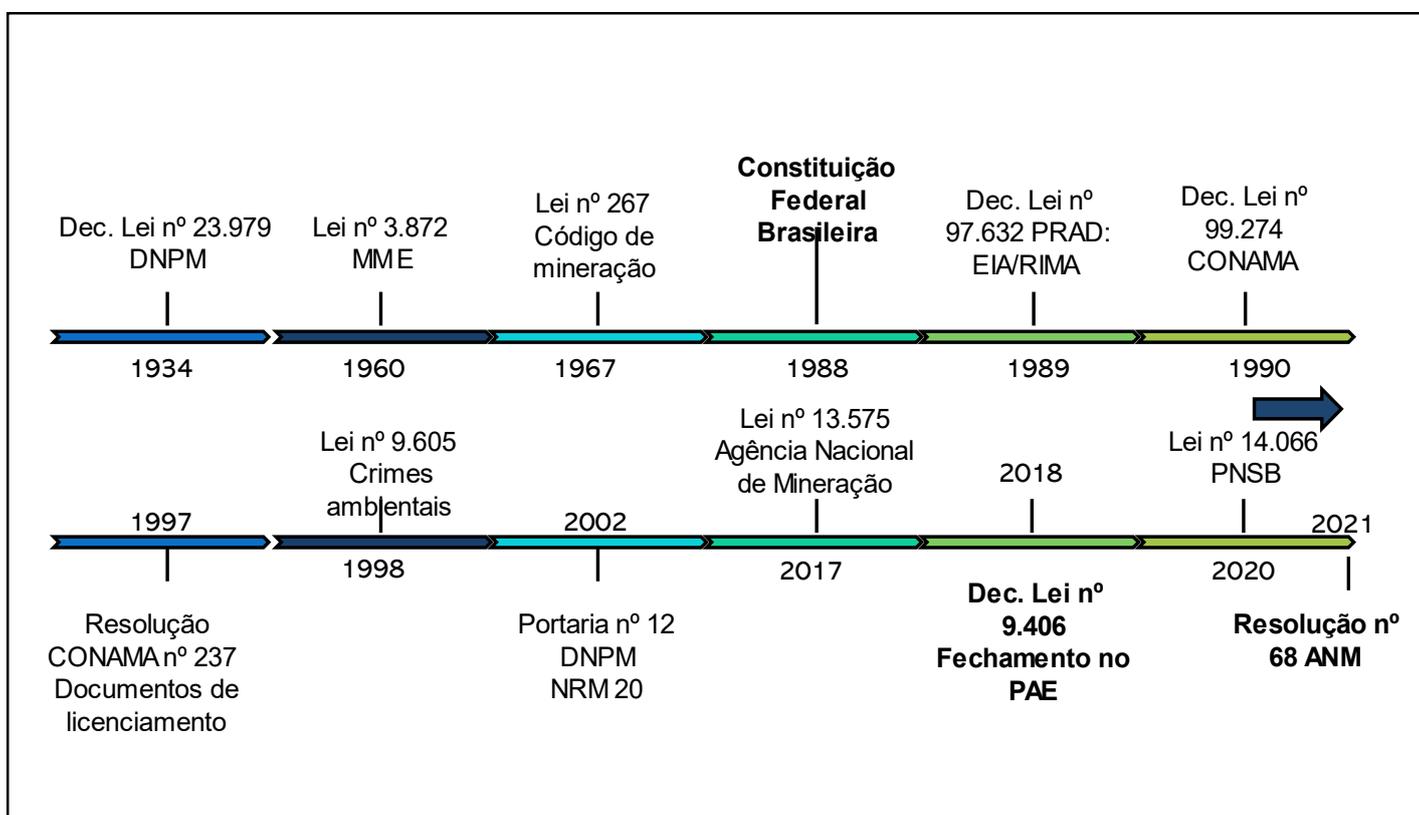
Segundo Sampaio, um recente levantamento divulgado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais - FEAM registrou 400 minas abandonadas ou paralisadas em Minas Gerais, sendo algumas com alto risco ambiental, apesar das exigências feitas pela União, por meio das Normas Reguladoras da Mineração n° 20 e n° 21, aprovadas pela Portaria DNPM n° 237/2001 (BRASIL, 2012), e pelo Estado de Minas Gerais, por meio da Deliberação Normativa COPAM n° 127/2008 (MINAS GERAIS, 2008). O Brasil possui 662 barragens e cavas exauridas com barramento distribuídas em 164 municípios. Desse montante, 80% foram classificadas como sendo de baixo risco de desastres e apenas 5% como de alto risco, o que, pela quantidade existente, é um número considerável.

A constituição de 1988, é acanhada no tratamento de fechamento de minas, o que explica a existência de centenas de minas abandonadas por todo o Brasil. Por outro lado, o Plano Nacional de Mineração 2030 (BRASIL, 2010) é um modelo de ferramenta que almeja direcionar as políticas de médio e longo prazo para o setor mineral, baseando-se no desenvolvimento sustentável e maior preocupação ambiental. Foi elaborado pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM, do Ministério de Minas e Energia - MME. Junto também temos os auxílios de ferramentas internacionais, como os diretivos produzidos em conferências da ONU, por empresas como a *Model Mining Development Agreement - MMDA Project*, por encontros transnacionais, como o Marco de Sendai, o PNM 2030 pode ser um guia para a atuação conjunta da sociedade em torno da problemática do fechamento de mina.

A evolução do conhecimento científico junto as mudanças

tecnológicas são de suma importância para o entendimento das diminuições de impactos e até mesmo o entendimento desses impactos na sociedade. A **Figura 3** mostra justamente o histórico da legislação brasileira onde a necessidade e evolução conceitual serviram para mudanças e aumento de conhecimento. A resolução 68/ ANM é um exemplo disso, devido a dois grandes acidentes na mineração (Mariana e Brumadinho), houve a necessidade de transparecer e aumentar o cuidado com o fechamento de mina.

Figura 3: Histórico da legislação mineral Brasileira (Fonte: Barbosa, 2021)



O fechamento de mina é um tema novo no Brasil e no mundo. No Brasil, o plano a ser supervisionado e detalhado quando a resolução nº 68, da ANM, foi promulgada em 2021. O fechamento da mina pode ser entendido como a conclusão total da atividade mineral, o que aumenta a remoção e o monitoramento da estrutura temporária e, em seguida, leva a recuperação regional para alocá-la para uso futuro (Brasil, 2021).

A produção de minerais brasileiros é supervisionada pelo "código de Mineração", supracitado. Atualmente, a Instituição Nacional de Mineração - ANM

é a agência federal responsável por regulamentar, conceder e supervisionar, fiscalizar o setor mineral no território brasileiro. Recentemente, a ANM fundou a 68ª resolução, pedindo à empresa de mineração que propor o Plano de Fechamento da Mina - PFM com base nos parâmetros previamente estabelecidos pela agência.

RESOLUÇÃO Nº 68/2021 (REVOGOU OS ITENS 20.4 E 20.5 DA NRM-20)

ART. 1º: INCLUSÃO DA ESTABILIZAÇÃO FÍSICA E DA ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA DA ÁREA COMO ALGUNS DOS OBJETIVOS A SEREM ALCANÇADOS.

ART. 5º, 6º, E 7º: DISTINÇÃO DO CONTEÚDO OBRIGATÓRIO DO PFM, A DEPENDER DA FASE E SITUAÇÃO DE CADA EMPREENDIMENTO.

ART. 10º: ATUALIZAÇÃO DO PFM A CADA CINCO ANOS OU NAS ATUALIZAÇÕES DO PAE, O QUE OCORRER PRIMEIRO.

ART. 13º: ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO DO PFM DEVERÁ SER FEITA COM ANTECEDÊNCIA MÍNIMA DE DOIS ANOS DA DATA PREVISTA PARA O FECHAMENTO.

ART. 18º: POSSIBILIDADE DA ANM DISPENSAR, POR MEIO DE INSTRUÇÃO NORMATIVA, ALGUNS DOS ELEMENTOS EXIGIDOS PARA O PFM DE EMPREENDIMENTOS DE PEQUENO PORTE, COM OPERAÇÕES DE LAVRA E BENEFICIAMENTO DE BAIXA COMPLEXIDADE E BAIXO IMPACTO.

5.2 Panorama e análise internacional

Historicamente, o mundo é ligado economicamente a extração mineral, sendo ele elemento central ou relevante ao seu desenvolvimento social e tecnológico. A legislação internacional bem implantada geralmente serve como norte na evolução das práticas, por isso é tão importante a análise delas. Foram escolhidos os países com grandes avanços da legislação mineral e ambiental, onde também a mineração rege ou em algum momento regeu a economia a **tabela 2** mostra um resumo do panorama da legislação internacional.

Os EUA são os líderes na produção de carvão há décadas, controlam mais de 31% das reservas de carvão do mundo, o Canadá é a segunda maior em oferta de urânio, sendo o principal fornecedor de fosfato para o mundo. A mineração é a indústria primária da Austrália, e a principal contribuinte para sua economia, rendendo US\$ 19.9 trilhões ao ano. A Austrália é um dos líderes na mineração de urânio e ouro (segunda colocada em 2018, perdendo apenas para a China).

Segundo Silva Filho (2020), no passado, países como Portugal, Inglaterra, Espanha e França foram grandes produtores de minério e a Europa,

como todo, foi a principal região mineira do mundo, onde, devido a mudança estratégica e processo de colonização de países do continente africano e americano, mudou sua estratégia e começou a focar no recebimento dos *commodities* e transformação da matéria-prima, gerando assim um maior lucro. Em contrapartida, foram também pioneiras nas legislações que regem a utilização das áreas mineradas e nas legislações dessas áreas afetadas.

O Peru é o terceiro maior produtor mundial de prata, cobre, zinco e estanho; quarto maior produtor de chumbo e de molibdênio e sexto maior produtor de ouro, conforme os dados do Ministério de Energia e Minas MINEM. Isso só ocorreu depois da reforma constitucional de 1993, onde o setor mineral passou a ocupar uma posição central na sociedade, como consequência das políticas públicas e sua reestruturação econômica.

A África do Sul é um país de riqueza mineral vasta - incluindo grandes reservas mundiais de cromo, vanádio, manganês, carvão, petróleo, ouro e diamante. Só em 2017, a mineração teve um valor total da indústria de US\$ 33,17 bilhões e representou cerca de 60% das exportações do país, segundo Zonta (2018),

5.2.1 Estados Unidos:

O tratamento jurídico norte-americano é dado através de diversos níveis de leis federais, estaduais e locais. Existe a Lei Geral de Mineração (*General Mining Act* - GML, UNITED STATES OF AMERICA, 1872) que nada mais é que a principal lei federal que rege os recursos minerais estadunidenses. A *US Securities and Exchange Commission* -SEC regula os recursos minerais e recebe documentação de entidades sujeitas à esta regulação. As licenças necessárias para a exploração de recursos minerais incluem plano de operação, plano de recuperação, licenças de segurança de barragens - e autorizações de acesso rodoviário (*International Comparative Legal Guides*, GLOBAL LEGAL GROUP, 2017).

A Lei de Direito e Gestão da Terra Federal de 1976 (*Federal Land Policy and Management Act* - FLPMA) exige que o Departamento de Gestão de Terras (*US Bureau of Land Management* - BLM) e o Serviço Florestal (*US Forest*

Service - USFS) atuem juntos a fim de evitar uma degradação excessiva da terra. Os padrões de recuperação da BLM impõem que os distúrbios causados sejam recuperados até o ponto de serem substancialmente imperceptíveis na área como um todo. As atividades de mineração em florestas nacionais devem ser conduzidas de modo a minimizar os impactos ambientais adversos e os operadores devem tomar medidas que previnam ou controlem os danos (SANTANA, 2020).

As leis federais na maioria das vezes demandam garantias financeiras do empreendedor para que haja início das operações, de modo a cobrir os custos de encerramento da atividade e recuperação da área. Esse aporte de recursos garante que as autoridades reguladoras tenham fundos para recuperar a mina, caso o titular do direito de exploração não o faça.

No fechamento de mina um dos agentes mais importantes é a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency* - EPA, UNITED STATES OF AMERICA, 2017c), criada em 1970, detem uma grande variedade de atividades federais de pesquisa, monitoramento, definição de padrões e fiscalização com a finalidade de garantir a proteção ambiental. Desenvolvendo e aplicando regulamentos, a EPA executa as legislações ambientais desenvolvidas pelo Congresso Americano; fornece subsídios para programas ambientais estaduais; e realiza estudos sobre o meio ambiente, compartilhando informações com outros países, organizações do setor privado, instituições acadêmicas e outras agências. Entre os documentos desenvolvidos pela EPA, cabe ressaltar o "*Abandoned Mine Site Characterization And Cleanup Handbook*" (Manual de Restauração e Limpeza de Minas Abandonadas - EPA, UNITED STATES OF AMERICA, 2000), que aponta diretrizes para o fechamento de minas e recuperação de minas abandonadas.

A agência também possui políticas e documentos de orientação que possuem aplicações diretas para a avaliação e remediação de terras de minas abandonadas, dos quais se destaca o *Planning for Removal and Remedial Activities at Hardrock Mining and Mineral Processing Sites with Fluid Hazards* (Planejamento de Remoção e Atividades de Remediação em Minerações de Rochas e Sítios de Processamento de Minerais com Riscos de Fluidos - UNITED

STATES OF AMERICA, 2016b).

5.2.2 França

Na França, o Código de Mineração Francês (*Le Code Minier*), foi escrito em 1956 e, posteriormente, reformado nos anos de 1970, 1977 e 1994. Esse código define mina baseando-se na natureza do material geológico e o tipo de extração, estabelecendo as condições em que pode ser realizada a exploração e como seus efeitos devem ser reparados ou compensados. Desde 2012, há uma discussão sobre a reforma do Código, tentando impor uma disciplina mais rigorosa, notadamente à reabilitação do espaço degradado e à necessidade de uma diretiva de uso do solo, aliando-a ao direito ambiental (SANTANA, 2020). Sendo então o estado responsável pela gestão dos recursos minerais e concepção das licenças de exploração.

Após inquérito público as licenças de pesquisa para mineração são concedidas por despacho via Ministro das Minas, regulado pelo Código do Meio Ambiente (*Code de l'environnement*, FRANÇA, 2000), com o parecer favorável do Conselho Geral de Minas. As licenças têm duração máxima de cinco anos, sendo renovável duas vezes por igual período, para possuidores de capacidade técnica e recursos para a pesquisa e exploração. As licenças de pesquisa são obtidas por meio de decreto simples e a vinculação entre o indivíduo e o Estado é contratual. As licenças de operação são concedidas pelo Conselho Geral de Minas após consulta pública, limitada a 50 anos, sem restrição de área, mas com limitação de profundidade (SANTANA, 2020). A autorização para iniciar a operação só é emitida após a verificação de que o operador tem planos de respeitar todo o espaço no entorno, incluindo os bens naturais e as comunidades, que ali habitam. Para tanto, são examinados os estudos sobre impactos ambientais, o plano de contingência e os instrumentos de monitoramento e segurança a longo prazo (FRANÇA, 2000).

A França possui um departamento para inspecionar a atividade e realizar essa investigação prévia, a *Direction Régionale de l'Environnement, de l'aménagement et du logement* - DREAL. O explorador é responsável pelos danos causados por sua atividade (art. 75 -I, *Le Code Minier*), sendo o Estado

responsável solidário, quando o empreendedor não puder ser acionado. O Art. 91 e seguintes tratam do descomissionamento da mina, devendo ser apresentadas, ao final de cada etapa do processo de exploração mineral, ou no mais tardar no final do empreendimento, as ações que pretende implementar para salvaguardar os interesses coletivos citados no Art. 79.

O *Établissement Public Foncier* (EPF) é uma instituição pública criada por Decreto, sob o controle do Estado, que gere projetos de gestão de terras, implementando políticas públicas que buscam reciclar a terra, adquirindo terrenos (por acordo, expropriação ou direito de preferência), realizando sua gestão e recuperando a área impactada. Atuando em áreas industriais e minerárias degradadas, incorpora-as novamente no contexto urbano com um novo uso. Em 2015, na subseção de *Nord-Pas de Calais*, 185 novos projetos foram analisados pelo conselho de administração, totalizando 186 hectares e mais de 20 milhões de euros envolvidos (EPF *Nord-Pas de Calais*, 2015). Em 2004 foi inaugurado o Museu do Louvre em Lens, em um pátio de mina fechada, primeira filial fora de Paris do museu mais famoso do mundo. A escolha do local foi uma forma da nação expressar sua gratidão a essa cidade de França que sofreu com mineração intensiva de carvão no passado, tendo sua última mina fechada em 1986 (MUSÉE DU LOUVRE, 2017).

A Agência Pública para a Gestão de Energia e Ambiente (*Agence de l'Environnement et de la Matrise de l'Energie* - ADEME), sob supervisão conjunta do Ministério da Ecologia e Solidariedade e Ministério do Ensino, implementa políticas públicas nas áreas de ambiente, energia e desenvolvimento sustentável, e financia projetos gestão de resíduos, conservação do solo, eficiência energética e energias renováveis, entre outros. Entre suas atividades, o estudo sobre esgotamento de exploração mineral se destaca, mostrando a necessidade de preocupação com a reciclagem de materiais, preservando os materiais ainda não explorados (Santana 2020).

5.2.3 Peru

O setor de mineração no Peru é um dos pilares da economia do país, contribuindo com 25% das receitas fiscais, cerca de 14% do PIB e mais de 56%

das exportações (PINO, 2017). O grande desafio é assegurar que esses números não se percam no passivo ambiental que a exploração minerária pode gerar.

A esse propósito, a Resolução Diretiva nº 0067/2014 (*Resolución Directoral*), baseada no disposto da Lei do Sistema Nacional de Avaliação e Fiscalização Ambiental (*Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental*, nº29325), criou o Sistema Nacional de Avaliação e Fiscalização Ambiental (SINEFA), a cargo do Órgão de Avaliação e Fiscalização Ambiental (OEFA), tendo a finalidade de assegurar o cumprimento da legislação ambiental por parte de todas as pessoas físicas e jurídicas, assim como supervisionar e garantir as funções fiscalizadoras do estado. Também existe a Direção Geral da Ação Ambiental (DGAA), do Ministério de Minas e Energia, que é o órgão técnico normativo responsável pela apresentação e avaliação da política ambiental do setor de mineração (PERU, 2017).

O país aprovou o Texto Único Ordenado da Lei Geral de Mineração (*Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería*, PERU, 1992) que regula a concessão e lavra mineral em território peruano. A Lei nº 28090, que disciplina o fechamento de minas, aplica-se a unidades de mineração em andamento, e define que a competência para aprovar, controlar e fiscalizar os Planos de Fechamento de Minas é do Ministério de Energia e Minas (MEM). Prescreve como o plano deve ser elaborado, com seus detalhamentos, e exige dos empreendedores que a implementação ocorra desde o início de suas atividades, obrigando-lhes a enviar um relatório semestral ao MEM. Também prevê, em seu Art. 11, a constituição de garantia que cubra o custo estimado do plano de descomissionamento, nas modalidades (uma ou mais) de seguro, dinheiro, *fideicommissum* ou aqueles previstos no Código Civil Peruano. Uma modificação feita em maio de 2005, pela Lei nº 28.507, criou a obrigação de as empresas mineradoras, que estavam em operação antes da Lei nº 28.090, apresentarem às autoridades competentes o plano de fechamento de mina, dentro de um período máximo de um ano, a partir da regulamentação da legislação sobre fechamento da mina no país.

Do ponto de vista de controle ambiental, destaca-se a Resolução Diretiva nº 0067/2014 (*Resolución Directoral*), baseada no disposto da Lei do

Sistema Nacional de Avaliação e Fiscalização Ambiental (*Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental*, nº 29325), cria o Sistema Nacional de Avaliação e Fiscalização Ambiental (SINEFA), a cargo do Órgão de Avaliação e Fiscalização Ambiental (OEFA), tendo a finalidade de assegurar o cumprimento da legislação ambiental por parte de todas as pessoas físicas e jurídicas, assim como supervisionar e garantir as funções fiscalizadoras do estado.

Araújo (2015) estima que 152 minas estejam abandonadas no país. A Defensoria do Povo, do Peru, lançou em 2015 o Informe Defensorial nº171 (PERU, 2015) que identifica mais de 4 mil passivos ambientais minerários, gerados quando uma atividade de mineração cessa e deixa a localidade em que operou sem a devida recuperação ambiental aos danos causados. Segundo o documento, os passivos são instalações, efluentes, emissões, restos ou depósitos de resíduos produzidos pelas operações de mineração inativos abandonadas e hoje e constituem um risco permanente e potencial para a saúde da população, o ecossistema e a propriedade. Apesar de ter uma legislação para isso, ainda há um passivo muito grande no Peru.

5.2.4 Portugal

Em Portugal, existe a Empresa de Desenvolvimento Mineiro – EDM, criada em 1966, que é o órgão responsável pela reabilitação das minas abandonadas. Em 2001, por via do Decreto-lei nº 198-A/2001, atribuiu-se à EDM, a concessão para a recuperação das áreas mineiras degradadas no país. Esse órgão é responsável pela elaboração de dois estudos sobre o tema: “Estudo de Hierarquização para Reabilitação de Áreas Mineiras Abandonadas” e “A Herança das Minas Abandonadas”. No final da década de 1970, a legalização da exploração de minerais em Portugal se limitava à apresentação de uma declaração junto aos departamentos competentes. A partir dos anos 1990 o Ministério da Economia lançou o documento “Estudos Integrados de Exploração e Recuperação Paisagística de Núcleos de Pedreiras”, de forma a dar resposta a questões ambientais inerentes aos impactos cumulativos e a compensar as restrições de ordenamento traduzidas nos Planos Diretores Municipais, que não

acautelaram a expansão dos empreendimentos minerários existentes.

Atualmente o licenciamento é realizado junto à Direção Geral de Energia e Geologia (Direção Geral de Energia e Geologia - DGEG), sendo necessária a obtenção prévia de uma licença de exploração, emitida pelos órgãos regionais do DGEG ou pelas Câmaras Municipais. Até recentemente, a Lei de Minas era regulada por dois Decretos- Legislativos de 1990: Decreto-Lei 90/90, de 16 de março, que estabelecia o Regime Geral de Descoberta e Uso de Recursos Geológicos; e o Decreto- Lei n.º 88/90, de 16 de março, que criava o Regulamento de Depósitos Minerais. Em junho de 2015, foi promulgada a nova Lei de Bases Jurídicas para a Descoberta e Uso dos Recursos Geológicos Localizados em Portugal, incluindo o Espaço Marítimo Nacional, Lei n. 54/2015 de 22 de junho, também conhecida como a “Lei dos Recursos Geológicos de Nova Base” ou, simplesmente, a “Nova lei”.

De acordo com o novo regramento uma garantia deve ser entregue juntamente com os contratos de prospecção e pesquisa, exploração experimental e exploração mineral, a fim de assegurar o cumprimento do contrato, recuperação de paisagem e encerramento de minas. As obrigações de fechamento incluem a remoção de todas as construções e instalações, a remoção e entrega de todos os resíduos para um destino final em uma instalação devidamente licenciada e a recuperação ambiental da área de acordo com um plano de recuperação ambiental e paisagística previamente aprovado pelas autoridades (GLOBAL LEGAL GROUP, 2017).

Em Portugal, existe a Empresa de Desenvolvimento Mineiro – EDM, criada em 1966, que é o órgão responsável pela reabilitação das minas abandonadas. Em 2001, por via do Decreto-lei nº 198-A/2001, atribuiu-se à EDM, a concessão para a recuperação das áreas mineiras degradadas no país. Esse órgão é responsável pela elaboração de dois estudos sobre o tema: “Estudo de Hierarquização para Reabilitação de Áreas Mineiras Abandonadas” e “A Herança das Minas Abandonadas”. Até setembro de 2011, haviam sido mapeadas 175 áreas consideradas degradadas que deveriam ser reabilitadas a partir de projetos a serem coordenados pela EDM (PORTUGAL, 2017a). A EDM abre editais para contratação de empresas para empreitadas de recuperação ambiental de minas abandonadas e fechadas, financiados pelos fundos

comunitários e enquadra-se no Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, regido pelo Código dos Contratos Públicos (Decreto-Lei nº18/2008 de 29/01/2008 de Portugal - PORTUGAL, 2017b).

Em 2012, resultante da fusão de 9 organismos, foi criada a Agência Portuguesa do Ambiente - APA para propor, desenvolver e acompanhar a gestão integrada e participada das políticas de ambiente e de desenvolvimento sustentável, de forma articulada com outras políticas setoriais e em colaboração com entidades públicas e privadas que concorram para o mesmo fim, tendo em vista um elevado nível de proteção e de valorização do ambiente e a prestação de serviços de elevada qualidade aos cidadãos (PORTUGAL, 2012). A APA desenvolveu uma política para gerir e recuperar passivos ambientais, propondo ações para implementar a estratégia de recuperação dos passivos ambientais e promover o monitoramento e controle dos locais pós-encerramento (PORTUGAL, 2014, p.76).

5.2.5 África do Sul

A Constituição da República da África do Sul, de 1996, dispõe em suas seções 24 e 25 sobre a proteção ao meio ambiente e sobre a propriedade das terras. No país, a principal legislação que regula a mineração é a Lei de Desenvolvimento de Recursos Minerais e Petrolíferos (*Mineral and Petroleum Resources Development Act - MPRDA*), de 2002 (SOUTH AFRICA, 2002). A indústria minerária é regulada pelo Departamento de Recursos Minerais - DMR, que supervisiona a implementação de todas as leis e regulamentos de mineração no país. O DMR está presente em todas as províncias sul-africanas. O responsável por receber e avaliar os pedidos de licenças minerárias é o Ministro dos Recursos Minerais.

A permissão de reconhecimento, que dá início à prospecção mineral, para ser emitida pelo Ministro, deve estar em conformidade com o parágrafo 14 do MPRDA, e tem a duração de um ano. Para o deferimento, é necessária a demonstração de capacidade financeira e técnica e de que a prospecção não resultará em poluição ou degradação inaceitáveis e, caso haja, uma autorização

ambiental é exigida. Para a autorização de mineração, é necessária uma licença mineral e ambiental, um plano de trabalho de mineração e um plano social e trabalhista. O direito à exploração mineral é um direito real limitado, relacionado ao mineral e à terra a que esse direito se refere. Para a obtenção da licença ambiental, o empreendedor deve solicitá-la de acordo com os Regulamentos de Avaliação de Impacto Ambiental, dispostos na Lei Nacional de Gestão Ambiental (*National Environmental Management Biodiversity Act, 2004*), ao DMR. Também é necessária uma licença de uso da água, conforme os termos da Lei de Uso de Águas (*National Water Act, 1998*).

Com relação à questão ambiental, é necessário um estudo de impacto ambiental prévio à implantação do empreendimento. É obrigatória a elaboração de um plano de gestão de impactos ambientais, que deve ter lastro no plano da análise econômica (FEIGELSON, 2014).

Desde julho de 2015 os detritos provenientes de mineração devem cumprir as exigências previstas no Regulamento de Resíduos de Mineração, da Lei Nacional de Gestão Ambiental (*SOUTH AFRICA, 2008*). A provisão financeira para reabilitação ambiental e os requisitos de fechamento de operações de mineração estão dispostas no MPRDA, que prevê que os empreendedores devem fornecer ao Departamento de Recursos Minerais recursos suficientes para a reabilitação e a gestão dos impactos ambientais da área minerada. O DMR avalia e aprova a provisão financeira anualmente para garantir que os recursos sejam suficientes para cobrir o passivo ambiental. A provisão pode ser em depósito junto ao DMR, garantia bancária ou fiança.

Quando do encerramento das atividades minerárias, o titular do direito deve solicitar um certificado de encerramento até 180 dias após a caducidade, abandono, cancelamento, cessação, renúncia ou conclusão do plano de fechamento e deve ser acompanhado das informações, programas e relatórios exigidos pela MPRDA e lei Nacional de Gestão Ambiental. Para a emissão do certificado, as autoridades devem aferir o cumprimento das condições estabelecidas em lei.

5.2.6 Inglaterra

A mineração no Reino Unido abrange uma ampla gama de combustíveis fósseis, metais e minerais industriais, devido à sua estrutura geológica. Em 2013, havia mais de 2.000 minas ativas, pedreiras e locais de perfuração *offshore* no Reino Unido, produzindo 34 bilhões de Libras em minerais e empregando 36.000 pessoas (*UNITED KINGDOM* 2013, 2018).

Importante destacar que na Inglaterra não há um regime único legislativo para exploração mineral. As leis aplicáveis variam principalmente de acordo com os minerais explorados, sendo agrupados, basicamente, em quatro categorias: i) ouro e prata (*Inclosure Awards and Acts*); ii) carvão (*The Coal Industry Act*); iii) petróleo e gás (*Petroleum Act 1998* e *Continental Shelf Act 1964*); e iv) outros minerais.

Na Inglaterra os títulos aquisitivos de direitos minerários são concedidos em conformidade com o tamanho do projeto, o tipo de mineral extraído e o método de mineração a ser utilizado. O sistema britânico considera três estágios sucessivos de exploração mineral: a prospecção (*“reconnaissance”*), a pesquisa (*“exploration”*) e a lavra (*“exploitation”*). Conforme apontado por BARBOSA (1994), a prospecção, tal como definida em lei, consiste na “busca intencional de uma substância mineral”. O titular é obrigado a apresentar um programa de prospecção indicando os custos envolvidos, sendo que a licença será recusada se o interessado não comprovar sua capacidade técnica e financeira para realizar o programa proposto.

A segunda fase da exploração mineral é a pesquisa (*“exploration”*). Conforme sua definição legal, consiste na “busca intencional de minerais, incluindo as operações necessárias para determinar a extensão geológica e o valor econômico de qualquer jazida identificada pelo titular da licença de prospecção” (BARBOSA, 1994). As exigências técnicas e financeiras são aliadas, em muitos casos, à prestação de garantias (*“bonds”*) de execução dos trabalhos. O terceiro estágio da exploração mineral é o de lavra (*“exploitation”*). O titular de uma licença de pesquisa que comprovar a existência do mineral pesquisado na área concedida, em quantidades comerciais, pode requerer a licença de lavra, que só poderá ser recusada pelo Governo se o interessado estiver inadimplente com qualquer de suas obrigações nas fases anteriores ou tenha submetido seu pedido de modo irregular (BARBOSA, 1994).

Os mineradores se submetem a estritas obrigações, sob pena de cancelamento da respectiva licença. Tais obrigações abrangem a rígida observância de diversos encargos, tais como o prazo para o início da operação comercial, o fornecimento de relatórios periódicos, a proteção do meio ambiente, o treinamento obrigatório do pessoal local e muitos outros. Controles e restrições ambientais são estabelecidos pelo regime de planejamento, além das licenças ambientais. O requisito legal para manejo de resíduos é balizado pela Diretiva de Resíduos de Mineração da União Europeia (Diretiva 2006/21/EC).

Para a mineração de ouro e prata, é necessário o título "*Mines Royal*", obtido no Agente Mineral de Estado da Coroa. E, para a de carvão, a autorização do Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial (*Department of Business, Energy & Industrial Strategy*). Foi criada em 2015, a Autoridade de Petróleo e Gás (*Oil and Gas Authority*), como uma agência executiva, e, em 2016, tornou-se uma estatal, operada pelo Secretário de Estado do Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial. Com relação aos demais minerais, o proprietário é o dono das terras onde se encontram, cabendo ao Estado inglês apenas um planejamento geral de mineração e ambiente. Cumpre destacar que a regulação ambiental na Inglaterra é realizada por reguladores independentes, sendo a Agência Ambiental (*Environmental Agency*) o principal deles.

Em 2014 foi editada nova lei (*Mines Regulation 2014*) que substituiu a legislação relacionada à saúde e segurança de minas que inclui em seu art. 69 planos para minas abandonadas, sendo que ao poder executivo inglês deve ser enviado um plano, por ele mantido, para assegurar o correto descomissionamento. Essa legislação prevê que o empreendedor não pode abandonar ou cessar sua atividade sem deixar a área em condições seguras (art. 7) e deve assegurar a elaboração do plano de fechamento da mina (art. 59).

Para a obtenção da licença de exploração são estabelecidas garantias financeiras (obrigações, encargos, garantias, indenizações, hipotecas ou fundos fiduciários), sendo necessário o detalhamento da caução. As obrigações quando do fechamento da mina são avençadas no arranjo contratual de cessão de direitos de mineração e na legislação ambiental (*GLOBAL LEGAL GROUP, 2017*).

5.2.7 Austrália.

O país é regulado pela Lei de Mineração de 1978 (AUSTRALIA, 1978), e possui um regime legislativo próprio para cada estado ou território a fim de complementá-la. O poder sobre os recursos minerais pertence ao Estado, que editou uma lei geral dando autonomia aos governos estaduais no acompanhamento da exploração mineral. As formas mais comuns de exploração são por meio de licenças, concessão e arrendamento, existindo o direito de prioridade a aqueles que estabelecem na indicação de um depósito econômico em conformidade na lei (AUSTRALIA, 1978).

As aprovações ambientais para atividades de mineração são concedidas de acordo com a Lei de Mineração de 1978 e incluem programas de trabalho apresentados quando uma empresa ou prospector deseja explorar minerais. Tais programas devem incluir o plano de encerramento de minas, abrangendo todos os aspectos do descomissionamento e reabilitação de minas (AUSTRALIA, 1978).

Em conjunto com as aprovações citadas, uma licença de remoção da vegetação nativa pode ser necessária e pode ser concedida pelo Departamento de Minas, Regulação e Segurança da Indústria (DMRSI) sob a delegação do Departamento de Água e do Regulamento Ambiental, de acordo com as disposições da Lei de Proteção Ambiental de 1986 e os Regulamentos de Proteção Ambiental de 2004 (AUSTRALIA, 2015). Outras fontes legislativas que regulam o direito minerário australiano são o *Corporation Act 2001* e o *Australian Stock Exchange*, referentes ao direito empresarial mas com impactos na mineração (FEIGELSON, 2014).

A reabilitação ambiental é requisito para a obtenção de licença de exploração, sendo necessária a entrega de relatórios anuais aos órgãos de regulação. O plano de fechamento de minas é exigido por todas as legislações dos estados e territórios, sendo que a responsabilidade pelo cumprimento do plano permanece com o proponente da exploração e deve ser assegurada por uma caução ou, em alguns territórios, contribuições regulares para um fundo geral de reabilitação.

O Instituto de Política Mineral é um órgão especializado em

mineração, tendo por objetivo propor melhorias nas políticas, legislações e práticas minerárias, com ênfase em ajudar comunidades afetadas por projetos de mineração (AUSTRALIA, 2015). O Departamento de Minas e Petróleo e a Autoridade de Proteção Ambiental publicaram, em 2011, um guia para preparação do plano de fechamento de minas (*Guidelines for Preparing Mine Closure Plans*, AUSTRALIA, 2015), que prevê medidas para o fechamento, descomissionamento e reabilitação das áreas mineradas de forma ecologicamente sustentável. Como forma de maior segurança ao processo, há um Fundo de Reabilitação de Mineração (FRM), custeado pelos operadores de mineração na Austrália Ocidental, nos termos de lei editada em 2012. Os recursos do fundo são utilizados para reabilitar minas abandonadas em todo o território e quando o operador, após todos os esforços, não puder arcar com as despesas do descomissionamento.

A síntese resumida de toda legislação vinculada ao fechamento e pós fechamento de mina gerou a **tabela 2** do resumo panorâmico da legislação internacional, mostrando os principais pontos em forma de comentário sobre cada legislação e país, auxiliando de forma resumida sobre o tema e visão mundial.

Vale ressaltar, que mesmo com legislações mais fortes e menos brandas, existem ainda sim diversos problemas de abandono de mina no mundo inteiro, sendo uma problemática e tema importante para o mundo, não diferenciando países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Algumas legislações como a de Portugal são muito recentes (2017), havendo a necessidade de um estudo da efetividade dessa legislação e o cumprimento desses instrumentos legais para entender a sua efetividade e seus benefícios, podendo associar o instrumento com literaturas científicas atualizadas, podendo gerar um guia de melhores práticas e melhoria contínua.

Tabela 2: Resumo do panorama da legislação internacional

País	Legislação	Comentários sobre o fechamento
Estados Unidos	<i>General Mining Act - GML, UNITED STATES OF AMERICA (1872)</i> Normas sobre fechamento de mina integram outros atos legislativos da mineração	“ <i>Abandoned Mine Site Characterization And Cleanup Handbook</i> ” (Manual de Restauração e Limpeza de Minas Abandonadas - EPA, UNITED STATES OF AMERICA, 2000). Distúrbios causados sejam recuperados até o ponto de serem substancialmente imperceptíveis na área como um todo.
França	<i>Le Code Minier</i> , foi escrito em 1956 e reformado em 1970, 1977 e em 1994. Normas sobre fechamento de mina integram outros atos legislativos da mineração	<i>Direction Régionale de l’Environnement, de l’aménagement et du logement - DREAL</i> (Departamento responsável). O explorador é responsável pelos danos causados por sua atividade (art. 75 -I, <i>Le Code Minier</i>),
Austrália	Varia com estado. Em 2011 foi publicado o Guia para preparação do fechamento de minas	<i>Guidelines for Preparing Mine Closure Plans</i> , AUSTRALIA, 2015, que prevê medidas para o fechamento, descomissionamento e reabilitação das áreas mineradas de forma ecologicamente sustentável.
Peru	Lei 28.090/ 2003-empresas têm de apresentar plano de fechamento de mina	Do ponto de vista de controle ambiental, destaca-se a Resolução Diretiva nº 0067/2014 (<i>Resolución Directoral</i>), baseada no disposto da Lei do Sistema Nacional de Avaliação e Fiscalização Ambiental (<i>Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental</i> , nº 29325)
Inglaterra	Não há um regime único legislativo para exploração mineral. As leis aplicáveis variam principalmente de acordo com os minerais explorados. i) ouro e prata (<i>Inclosure Awards and Acts</i>); ii) carvão (<i>The Coal Industry Act</i>); iii) petróleo e gás (<i>Petroleum Act - 1998</i> e <i>Continental Shelf Act - 1964</i>); e iv) outros minerais.	Cumprir destacar que a regulação ambiental na Inglaterra é realizada por reguladores independentes, sendo a Agência Ambiental (<i>Environmental Agency</i>) o principal deles. Em 2014 foi editada nova lei (<i>Mines Regulation 2014</i>) que substituiu a legislação relacionada à saúde e segurança de mina. Essa legislação prevê que o empreendedor não pode abandonar ou cessar sua atividade sem deixar a área em condições seguras (art. 7) e deve assegurar a elaboração do plano de fechamento da mina (art. 59).
Portugal	Gestão ambiental dos processos de fechamento de mina	As obrigações de fechamento incluem a remoção de todas as construções e instalações, a remoção e entrega de todos os resíduos para um destino final em uma instalação devidamente licenciada e a recuperação ambiental da área de acordo com um plano de recuperação ambiental e paisagística previamente aprovado pelas autoridades (<i>GLOBAL LEGAL GROUP, 2017</i>)
África do Sul	Lei de Desenvolvimento de Recursos Minerais e Petrolíferos (<i>Mineral and Petroleum Resources, 2002. Development Act - MPRDA</i>), de 2002 (SOUTH AFRICA, 2002).	A provisão financeira para reabilitação ambiental e os requisitos de fechamento de operações de mineração estão dispostas no MPRDA, que prevê que os empreendedores devem fornecer ao Departamento de Recursos Minerais recursos suficientes para a reabilitação e a gestão dos impactos ambientais da área minerada.

6. RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Restauração Ecológica é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade. Frequentemente, o ecossistema que necessita restauração foi degradado, perturbado, transformado ou inteiramente destruído como resultado direto ou indireto de ações humanas. (SER, 2004).

Vale ressaltar que ecologia da restauração é uma ciência multidisciplinar emergente, e sua aplicação prática, a restauração ecológica, ainda necessita urgentemente de aprimoramentos técnicos e científicos para alcançar maiores resultados. Assim, avaliar e monitorar a restauração ecológica não é uma tarefa simples, pois ainda não sabemos o suficiente sobre a importância relativa de cada atributo a ser avaliado, portanto uma determinada área degradada, perturbada, danificada ou destruída pode ter um valor próprio. Com o tempo, os processos ecológicos são restaurados e a biodiversidade restaurada.

As modificações que os seres humanos causam ou já causaram aos ecossistemas naturais levaram à extinção de muitas espécies e colocaram em risco de desaparecimento outros milhares (IUCN, 2007). As alterações ambientais não só levam a perda da biodiversidade, mas também acabam refletindo na economia, na saúde e no bem-estar dos seres humanos. O conhecimento científico deve ser o principal norteador das atividades humanas, subsidiado pelas melhores práticas de restauração, conservação e manejo da biodiversidade a fim de evitar novas perdas e recuperação da biodiversidade e do patrimônio natural, bem como assegurar-se da conservação e dos serviços dos ecossistemas naturais (METZGER, 2009).

Devido a necessidade de intervenção humana e alteração das características ambientais da região para que a extração mineral seja efetivada, o empreendimento minerário acarreta o surgimento de áreas degradadas durante e ao final da exploração, uma vez que o minério extraído da natureza não retorna ao seu local de origem.

Contribuir para a garantia do direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e para a construção de um modelo de

desenvolvimento econômico capaz de assegurar a produção de riquezas e a preservação ambiental representa o grande desafio da mineração moderna. Sendo que a atividade mineradora tem uma tendência muito grande à modificação do meio ambiente, porém são adotados diretrizes e metodologias para que ocorra, de forma correta, eficaz e suprindo o desenvolvimento sustentável, disponibilizando programas eficientes de recuperação do meio ambiente afetado (MOURA, 2015).

Os processos de recuperação de uma área degradada podem ser iniciados através de diferentes métodos, os principais são por meio de medidas de intervenção do homem através do reflorestamento com mudas e manejo adequado, regeneração natural da vegetação ainda existente (SALES, 2008). A rapidez da recuperação via regeneração natural dependerá do processo de intemperização dos solos, da proximidade de árvores porta sementes e do banco de sementes.

A Recuperação de áreas degradadas por mineração tem evoluído ao longo das últimas décadas, passando do objetivo de restabelecer as melhores condições ou mais próximas das originais do sítio, para a busca de situações em que os impactos ambientais sejam efetivamente corrigidos e que a estabilidade e a sustentabilidade do ambiente sejam asseguradas.

A recuperação é crescentemente abordada como um processo que deve ser realizado mediante um plano prévio, visando uma das seguintes alternativas: desenvolver um projeto de uso significativamente diferente, transformando as áreas degradadas em áreas com condições seguras e estáveis. Assim, a recuperação de áreas degradadas por mineração pode ser considerada como um processo que visa a estabilidade em relação ao meio ambiente e à progressiva instalação de um uso do solo planejado, em conformidade com as condições ambientais e culturais da circunvizinhança e, ainda, produtiva, gerenciável e potencialmente sustentável (MOURA, 2015).

Basicamente, esse processo é de suma importância para o trabalho por auxiliar na recuperação do ecossistema degradado, danificado ou destruído. Envolve a reintrodução de vegetação nativa, controle de erosão, renovação do solo e proteção da vida selvagem para restabelecer a biodiversidade e a funcionalidade do ecossistema. Esse processo é crucial para conservar a

biodiversidade e melhorar a qualidade de todos os aspectos como ar e água.

Segundo Gann (2019), No geral, a restauração ecológica envolve várias etapas fundamentais e princípios para a recuperação dos ecossistemas degradados, podendo ser dividido em oito grandes etapas:

- 1) Planejamento: Avaliação detalhada do ecossistema degradado, identificação de espécies nativas, análise de solo e das condições climática. Estabelecendo metas realistas e desenvolvendo planos detalhados com aplicabilidade real. A restauração ecológica e as atividades associadas são integradas num modelo sustentável para proporcionar a máxima melhoria nas condições ambientais.
- 2) Remoção de espécies exóticas: Eliminação de espécies invasoras e não nativas, que possam competir com as espécies nativas alinhado com um levantamento de fauna e flora local. Quando a mineração ocorre em ecossistemas nativos, as empresas restauram uma referência nativa alvo e desenvolvem modelos de referência para planejar e comunicar uma visão partilhada.
- 3) Preparação do solo: Trabalho no solo para melhorar sua estrutura, fertilidade e capacidade de reter água. Isso pode envolver a adição de compostos orgânicos ou outras técnicas de melhoria do solo (ex.: calagem e etc.) Os processos e intercâmbios biológicos são restabelecidos no contexto do ecossistema circundante, com intervenções realizadas quando e onde necessário para compensar a perda do potencial de recuperação natural.
- 4) Reintrodução de espécies nativas: Plantio cuidadoso de árvores, plantas e outras espécies nativas, levando em consideração a diversidade e distribuição local. As metas de restauração são informadas e medidas em relação a parâmetros baseados em evidências.
- 5) Manutenção e monitoramento: Acompanhamento constante para garantir o crescimento saudável das plantas e a adaptação das espécies reintroduzidas ao ambiente. Manutenção regular, incluindo controle de praga, irrigação e, caso seja necessário, remoção de plantas invasoras. As empresas mineiras adotam uma

política de construção de capacidade de restauração no início da mineração, incluindo restauração progressiva, melhoria contínua e gestão adaptativa genuína que requer funcionários tecnicamente competentes e devidamente treinados.

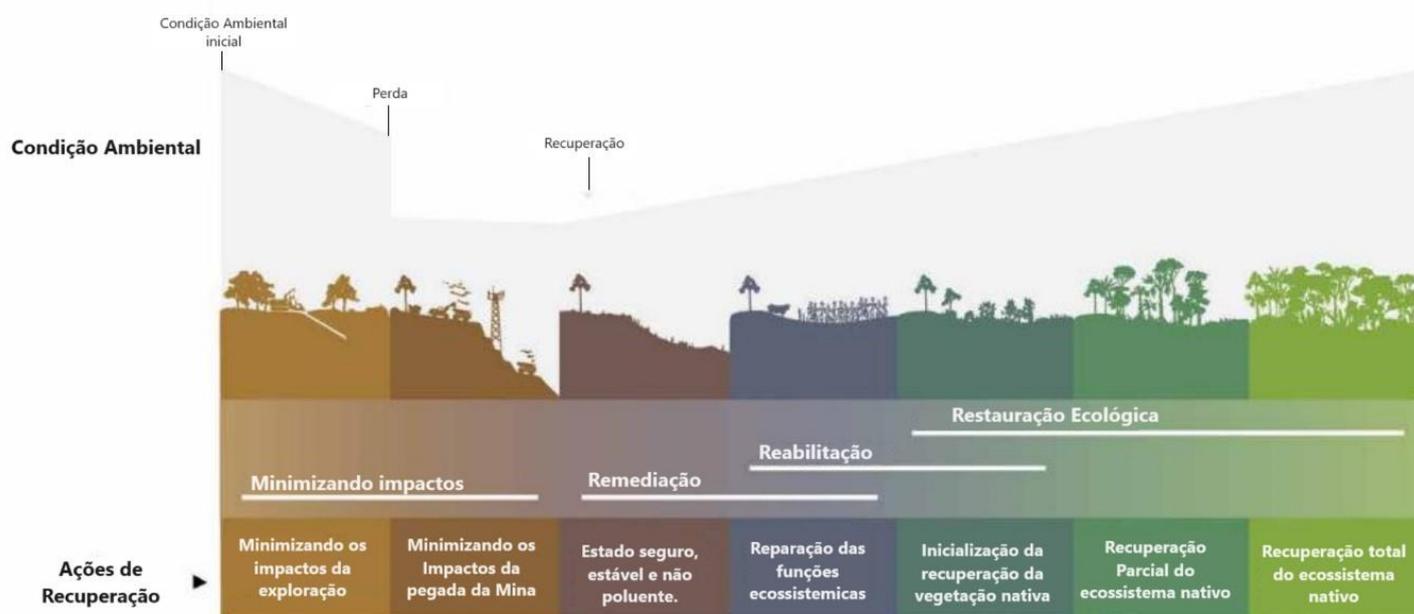
- 6) Monitoramento a longo prazo: Avaliação contínua do progresso de restauração ao longo de vários anos, para garantir o ecossistema esteja recuperado conforme o planejado. Integrar a restauração de toda a mina nos ecossistemas e atividades de restauração em escala regional e paisagística, incluindo o compartilhamento de lições de restauração e melhores práticas
- 7) Educação e envolvimento da comunidade: Envolver a comunidade local no processo de restauração, educando sobre a importância da biodiversidade e incentivando a participação em atividades de preservação. As partes interessadas são consultadas durante toda a vida da mina, onde as empresas têm um compromisso contínuo e genuíno com consultas abertas e informadas, acompanhadas por uma preparação para alterar o planejamento da mina em resposta às preocupações das partes interessadas.
- 8) Adaptação e aprendizado: Ajustes contínuos com base nas observações e nos resultados. A restauração é um processo dinâmico, que pode exigir adaptações ao longo do tempo para alcançar o sucesso. Decisões baseadas em evidências fundamentadas na ciência, no conhecimento local e na experiência dos profissionais são a base de resultados de restauração robustos, eficazes e resilientes.

Os Princípios e Padrões Internacionais para a Restauração e Recuperação Ecológica de Locais Mineiros constituem uma estrutura para a restauração ecológica social e ambientalmente responsável nas atividades de mineração globais. Os Padrões visam melhorar resultados em terras minadas que minimizem a lacuna de recuperação e, sempre que possível, alcancem ganhos líquidos para a natureza, os ativos naturais e as comunidades (YOUNG, 2022).

Isto começa com a hierarquia de mitigação para evitar impactar bens naturais e culturais insubstituíveis, únicos ou de alto valor. As comunidades e as agências reguladoras são cada vez mais propensas a pressionar as empresas para que se envolvam na recuperação externa de minas antigas e outras paisagens adjacentes para criar ganhos ecológicos e sociais líquidos, restaurando para além da pegada da área minada.

As inovações na restauração de minas também podem ajudar a melhorar a restauração noutras paisagens altamente degradadas, especialmente através da aprendizagem bidirecional e da partilha proativa de conhecimentos. Globalmente, o impacto da mineração é profundo, exigindo um investimento igualmente profundo na restauração das minas.

Figura 4. A Trajetória de Recuperação de minas ilustra como minimizar os impactos da mineração e como a implementação em todas as fases da vida da mina pode contribuir para a otimização dos resultados ecológicos. (Fonte: adaptado YOUNG, 2022)



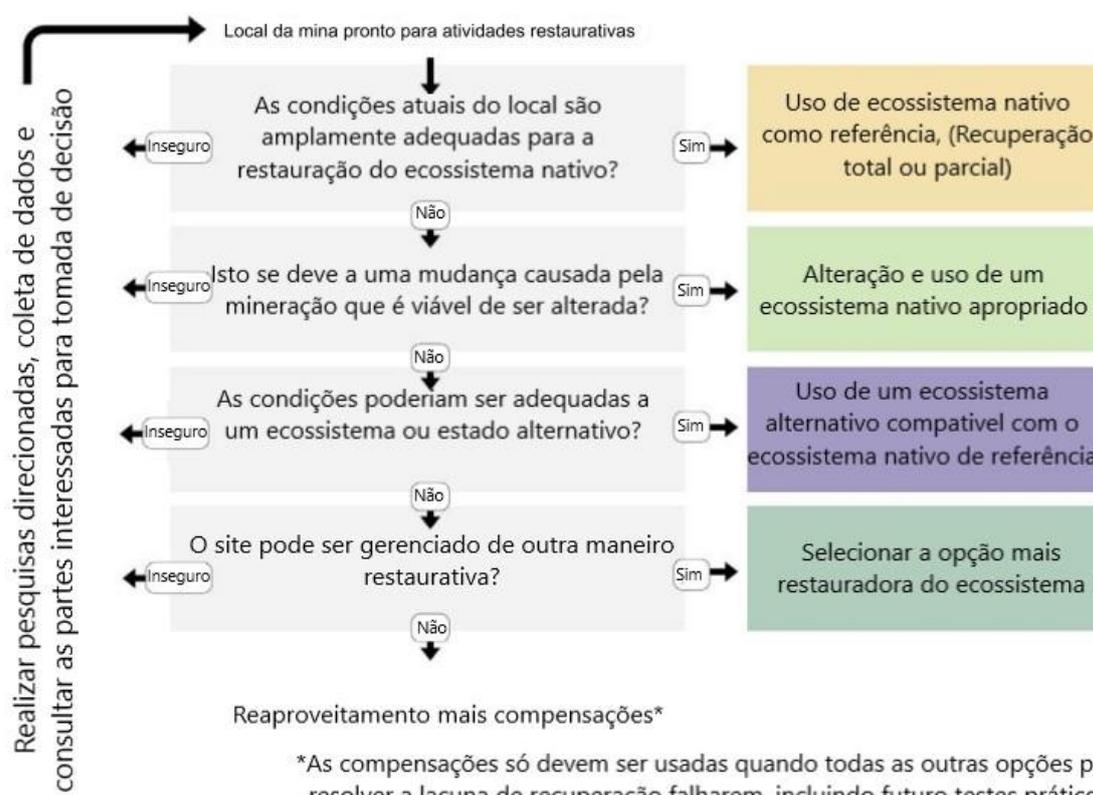
Estas Normas fornecem uma ferramenta crítica para permitir à indústria mineira aproveitar a sua capacidade tecnológica e recursos financeiros para implementar não só a remediação e a recuperação, mas também a restauração ecológica em grande escala, melhorando assim tanto o ambiente como a saúde e o bem-estar humano.

Onde a mineração ocorrer, as práticas orientadas pelos oito

princípios dos Padrões minimizarão a lacuna de recuperação e devolverão ecossistemas funcionais, biodiversos e resilientes ao clima que atendam às expectativas da comunidade, podendo ser usado a árvore da decisão, que pode ser usada para tomada de decisão sobre a atividade restaurativa, sendo representada pela **Figura 5**. Estas Normas fornecem um quadro para a recuperação de ecossistemas através da restauração ecológica de alto impacto que beneficia a indústria mineira, a comunidade onde a mineração opera e a natureza.

Globalmente, o impacto da mineração é profundo, exigindo um investimento igualmente profundo na restauração das minas. Estas Normas fornecem uma ferramenta crítica para permitir à indústria mineira aproveitar a sua capacidade tecnológica e recursos financeiros para implementar não só a remediação e a recuperação, mas também a restauração ecológica em grande escala (**Figura 4**), melhorando assim tanto o ambiente como a saúde e o bem-estar humanos.

Figura 5 - Esta Árvore de Decisão pode auxiliar na seleção de ecossistemas de referência nativos apropriados para projetos de restauração. (YOUNG, 2022)



Oliveira em 2017 objetivou o estudo da restauração ecológica e sistêmica florestal do bioma mata atlântica, essa pesquisa bibliográfica e documental apresentou uma evolução histórica e temática da pesquisa e ações em restauração florestal na década de 80, 90 e 2000. Sendo que o plantio de mudas foi a técnica mais utilizada nos trabalhos.

No levantamento bibliográfico feito por Oliveira, houve predominância do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas como técnica de restauração para todas as fitofisionomias. Outros métodos, como a semeadura direta, a nucleação (utilizando técnicas diversas, como instalação de poleiros e transposição de galharia, de plântulas, de banco e chuva de sementes e de solo) e sistemas agroflorestais também foram utilizados, ainda que em menor escala, assim como a condução da regeneração natural são citados. Segundo os autores há que se considerar também a disponibilidade de sementes e mudas, e ainda os custos associados às diferentes práticas.

A condução da regeneração natural tem sido inclusive apontada como uma técnica promissora, em locais onde existe comprovada resiliência, e é aceita, pela legislação vigente, em projetos a serem submetidos à fiscalização do Estado (Brasil, 2012). Já aspectos culturais referiram-se, por exemplo, a projetos de educação formal e informal, e educação ambiental relacionados à restauração, relações culturais com a restauração e percepção das pessoas sobre o tema, avaliação de conflitos relacionados e incentivos à restauração.

Reynolds em 2018 executou um trabalho de padrões de movimentos, atribuídos a busca probabilística vantajosa para a execução de uma restauração ecológica eficiente, onde ele estudou padrões de movimento com o intuito de entender, onde a população estudada serviu para compreender como os indivíduos vivenciam e interagem com o mundo em um amplo contexto ecológico, já que a própria população conhecia o espaço físico e sabia onde encontrar as melhores árvores e frutos para coleta.

Os resultados apontam a multidisciplinaridade de e em temas relacionados aos aspectos sócio-político-econômico-culturais da restauração florestal no Bioma Mata Atlântica.

7. ESG – ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA, PREOCUPAÇÃO SOCIAL, AMBIENTAL E GOVERNAMENTAL

A Política Ambiental pode ser considerada como um conjunto de ações ordenadas e práticas tomadas por empresas e governos com o propósito de preservar o meio ambiente e garantir o desenvolvimento sustentável do planeta. Esta política deve ser norteada por princípios e valores ambientais que levem em consideração a sustentabilidade (CNUMAD,1995 *apud* SIQUEIRA 2007).

As empresas, conscientes de suas responsabilidades para com a população vizinha a suas Instalações, devem manter uma atitude positiva e ativa em relação à conservação do Meio Ambiente em seus diferentes aspectos, realizando um controle do possível impacto que suas atividades no entorno ambiental, baseada nos seguintes princípios definidos em sua Política Ambiental e de seus indicadores (**Tabela 3** - indicadores).

O conceito de ESG “*Environmental, Social, and Governance*” (Ambiental, Social e de governança) refere-se a uma grande tendência e resposta frente aos desafios da nossa sociedade contemporânea. O termo surgiu em 2004, sendo publicado em *Who Cares Wins*, através do Pacto Global em parceria com o Banco Mundial, tendo todo o histórico de ESG apresentado na **Figura 6**. No contexto de fechamento de mina, a aplicação de princípios e práticas de ESG é crucial para mitigar os impactos negativos no meio ambiente, nas comunidades locais e na governança, após o encerramento das operações.

Ambientalmente, o conceito se tem estreita relação com o tópico anterior e relacionado com a restauração ecológica, já que a reabilitação da terra em áreas mineradas é um ponto fundamental e a busca do estado natural, ou de um estado ecologicamente sustentável é um ponto chave. O tratamento e disposição adequada de resíduos e rejeitos da mineração é outro ponto chave, esse ponto evita contaminação de solo e da água (YOUNG, 2022).

Socialmente, a participação da comunidade é outra peça-chave. O envolvimento das comunidades locais no processo de fechamento, ouvindo suas preocupações e necessidades é um rito que, por vezes, não é devidamente cumprido. A geração de emprego acaba sendo muito importante na região e,

para além disso, o desenvolvimento de programas que ofereçam treinamento e oportunidades de emprego para os trabalhadores locais, após o fechamento da mina. A saúde e a segurança são pontos importantes que demandam monitoramento das pessoas das áreas circundantes para identificar possíveis impactos da mineração e fornecer os cuidados de saúde, quando necessários, e incluindo o levantamento das principais doenças e problemas de saúde da região para identificar se há relação ou não com a mineração.

Governança é um tópico que pode ser abordado na conformidade legal, na garantia de que as atividades de fechamento estejam em conformidades com as leis e regulamentações locais e nacionais. A transparência e o compartilhamento transparente das informações sobre o progresso do fechamento com as partes interessadas, incluindo comunidades, ONG's e órgãos reguladores associado a responsabilidade pelas operações, incluindo a mitigação de impactos ambientais e sociais deixados para trás.

Jacobi em 2012 enfatizar que ao falarmos de Governança Ambiental nos referimos a um conceito que transcende um simples conjunto de formatos de gestão. Podemos desdobrá-la em sua dimensão instrumental, sua dimensão de compartilhamento baseada na participação ampliada em todos os processos, o que demanda o envolvimento ativo de todas as partes interessadas (stakeholders) em agendas pautadas pela busca de cooperação e consenso.

Para Kooiman, o conceito de "Governança" se baseia em multiplicidade de atores, sua interdependência, objetivos compartilhados, fronteiras fluídas entre público, privado e esferas associativas e multiplicidade de formas de ação, intervenção e controle. A literatura sobre o tema enfatiza a governança, como a realizada através da participação, envolvimento e negociação de multiatores (multi-stakeholders), da descentralização (transferindo o poder para o governo local (empowerment), da unidade de gestão ambiental, e de mecanismos para a resolução dos conflitos.

Jacobi em 2012 é categórico quando afirma que o conceito de governança refere-se ao conjunto de iniciativas, regras, instâncias e processos que permitem às pessoas, por meio de suas comunidades e organizações civis, a exercer o controle social, público e transparente, das estruturas estatais e das políticas públicas, por um lado, e da dinâmica e das instituições do mercado, por

outro, visando atingir objetivos comuns.

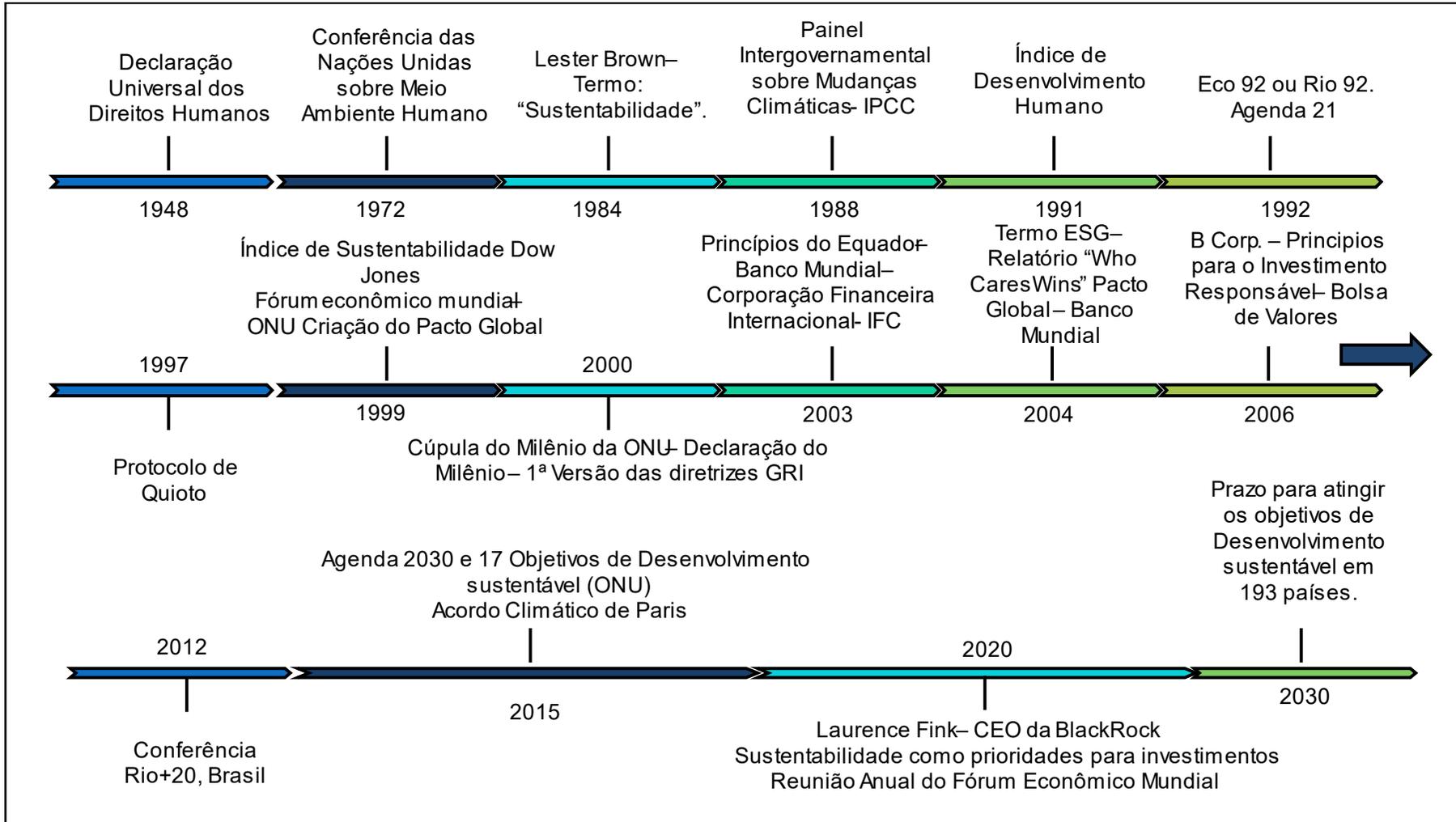
A implementação eficaz dessas estratégias não apenas minimiza os impactos adversos do fechamento de mina, mas também contribuem para a reputação corporativa positiva, promovem a sustentabilidade a longo prazo e criam um legado positivo nas áreas impactadas pela mineração.

As práticas ESG são, portanto, importantes para o setor de mineração gerenciar questões de sustentabilidade dentro e fora do local de trabalho (INIS, 2020), de acordo com a KPMG com a sua Pesquisa Global de Riscos e Oportunidades de Mineração de 2021: Visão Geral da América do Sul. 83% dos líderes da indústria mineira sul-americana concordam que as empresas mineiras precisam de desenvolver estratégias ESG claras e mensuráveis, e 72% acreditam que as suas empresas devem ser avaliadas com base no cumprimento das metas ESG (KPMG, 2021). Além disso, avaliar o desempenho da sustentabilidade corporativa através de indicadores ESG (tabela 3) pode ter um impacto positivo na vantagem competitiva futura, além de ajudar a alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável (RAJESH, 2020).

Tabela 3. Indicadores ESG (Fonte: Responsible Mining Foundation, 2019.)

Nº	Tópico	Indicador
1	Envolvimento da comunidade	A empresa operacional envolve as comunidades presentes nos projetos em assuntos que possam afetá-las
2	Emprego local	A empresa divulga a composição de funcionários, mostrando o número de empregados expatriados e nacionais
3	Aquisição local	Divulgação de dados sobre compras locais e apoio a fornecedores locais
4	Mecanismo de reclamação da comunidade	A empresa divulga publicamente dados sobre as queixas da comunidade e toma medidas para solucioná-las
5	Salário digno	A empresa deve garantir níveis salariais dignos aos empregados e contratados
6	Segurança dos trabalhadores	A empresa garante que a seus funcionários e contratados sejam fornecidos equipamentos de segurança adequados
7	Mecanismo de reclamação do trabalhador	A empresa divulga publicamente dados sobre seu mecanismo de queixas dos trabalhadores e age para fornecer soluções adequadas
8	Povos indígenas	A empresa consulta os povos indígenas possivelmente afetados por suas atividades, e respeita seu direito ao consentimento livre, prévio e informado sobre o uso de suas terras
9	Mineração artesanal e de pequena escala	A empresa operadora se envolve com mineração artesanal e de pequena escala dentro e ao redor de sua mina
10	Avaliações de impacto ambiental	A empresa divulga publicamente as avaliações de impactos ambientais, e discute os resultados dessas avaliações com os acionistas afetados
11	Qualidade da água	A empresa operacional divulga publicamente os dados de monitoramento da qualidade da água, discute os resultados com as partes interessadas afetadas pelo projeto e aplica ações de melhoria da qualidade da água em suas bacias hidrográficas ou bacias regionais
12	Qualidade do ar	A empresa operacional divulga publicamente os dados de monitoramento da qualidade de ar, e discute os resultados com as partes interessadas afetadas pelo projeto e aplica ações de melhoria da qualidade de ar dentro e ao redor da mina
13	Reabilitação progressiva	A empresa operadora divulga publicamente e implementa uma reabilitação e plano de fechamento que inclui planos de reabilitação progressiva contínua
14	Viabilidade pós-fechamento para as comunidades	A empresa desenvolve planos para garantir que as comunidades afetadas pelo projeto permaneçam viáveis após o fechamento da mina
15	Planos de preparação e resposta a emergências	A empresa operacional divulga publicamente e testa sua preparação para emergências e planos de resposta

Figura 6. Linha do tempo com alguns marcos relevantes sobre ESG (modificado de OLIVEIRA; CASTRO; NUNES, 2021).

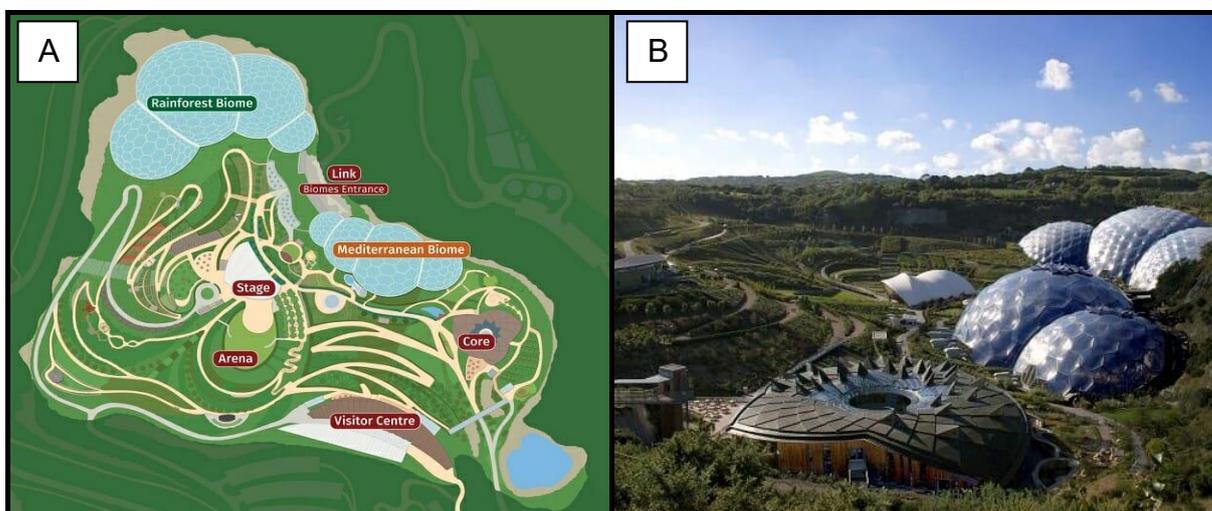


8. EXEMPLOS MUNDIAS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁREAS EXHAURIDAS DA MINERAÇÃO.

Existem diversos exemplos práticos de uso de áreas mineradas após o fechamento de mina, que tiveram êxito e são inspiradores pela sua inovação e sustentabilidade (DIAS, 2016). Esses exemplos mundiais evidenciam que existe a possibilidade de novas práticas com garantia de sucesso, com retorno financeiro e recuperação ambiental.

Conservação, pesquisa e turismo: Projeto Eden – Inglaterra: localizado em Bodelva - Cornwall, onde anteriormente abrigava uma pedreira quase esgotada de caulim. O Projeto Éden tem o propósito da ecologia da restauração (**Figura 7**), demonstrando o que pode ser feito para recuperar um buraco aberto no solo que se assemelhava à superfície lunar no início do projeto. As grandes atrações do Projeto Éden são os dois biomas internos e o bioma ao ar livre, restauração e remanescente paisagístico do poço de argila, além de programas de pesquisa, educação e conservação, sendo uma das atrações mais populares do país. De acordo com Dias (2016), uma outra finalidade do projeto foi impulsionar a enfraquecida economia de Cornwall e criar postos de trabalho em uma área com elevado nível de desemprego.

Figura 7. Projeto Éden (Figura A: Planta baixa e Figura B: Projeto)



Turismo / Valorização histórico-cultural – Essen / Alemanha: Complexo Industrial da Mina de Carvão de Zollverein é um antigo parque industrial na cidade Essen, na Alemanha. A mina de carvão foi fundada em 1847, sua vida extrativa desse deu entre 1851 até 1986 e a Fábrica de Coque Zollverein, foi fechada em 1993 (**Figura 8**). Esse complexo figurou entre os maiores de sua classe na Europa. Após a recuperação veio à preservação através do uso alternativo, como museus, parques e diversos outros atrativos. Destacam que os edifícios e instalações foram oficialmente listados como monumentos históricos desde 2000, que foi seguido em 2001 por sua inscrição como Patrimônio Mundial pela UNESCO.

Figura 8. Essen Alemanha: Figura A: Complexo Industrial da Mina de Carvão de Zollverein, Figura B: Área de eventos e Figura C: Turismo no parque



Museu - Segunda Unidade do Louvre em Lens / França: uma filial do museu do Louvre foi construída sobre as minas de carvão abandonadas na cidade de Lens, ao norte da França e inaugurada em 2012 (**Figura 9**). Conforme Dias, (2016) esse projeto foi criado com a expectativa de contribuir para revitalizar a área, castigada pela crise econômica, após o fim da mineração. "Vamos substituir as imagens geralmente negativas sobre a mineração", afirmou Guy Delcourt, prefeito de Lens. O objetivo é que o Louvre-Lens atraia 500.000 visitantes por ano, número expressivo frente ao total de habitantes da cidade, de 35.000, onde o índice de desemprego é superior a 16%.

Figura 9. Museu - Segunda Unidade do Louvre em Lens / França



Cultura/Teatro - Dahalla é um teatro ao ar livre localizado em uma antiga pedreira de calcário e é usado como local de música no verão. Localizado a 7 km ao norte do Lago Siljan e no município de Rättvik em Dalarna (**Figura 10**), no centro da Suécia, apresenta 20-30 eventos a cada verão, de junho ao início de setembro, com uma combinação de ópera, obras corais, jazz e concertos populares que compõem a maior parte do programa.

A pedreira, anteriormente conhecida como Draggångarna, tem 60 m de profundidade, 400 m de comprimento e 175 m de largura. Esteve em operação até 1990. O teatro ao ar livre foi inaugurado em 1995 e atualmente tem 4.000 lugares. As qualidades acústicas são comparáveis aos melhores palcos da Europa.

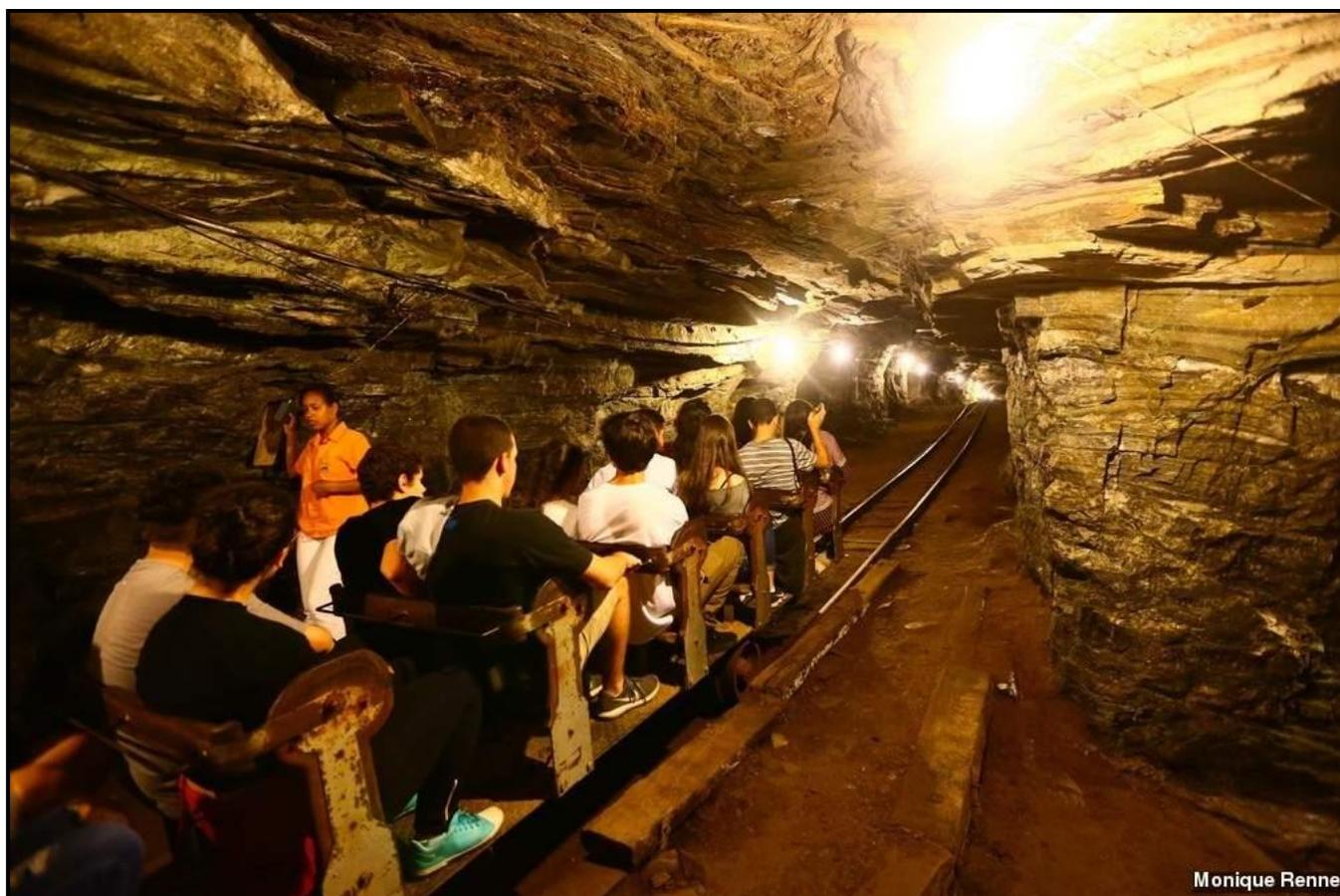
Figura 10: Dalhalla – Ravttvik (Fonte: Tripadvisor)



Turístico / Recreativo: Mina da Passagem: Localizada em Mariana / MG, a Mina da Passagem, com cerca de 120 metros de profundidade é, segundo Dias (2016) uma das maiores do mundo abertas à visitação, atraindo cerca de 300 turistas por dia. Uma antiga mina subterrânea de ouro, explotada de 1719 a 1996 (**Figura 11**). É visitada por gente de diversas origens, a descida é em um trole, o mesmo carrinho sobre trilhos usado pelos mineiros há mais de 200. A

aventura no interior da mina dura cerca de meia hora e é cheia de curiosidades narradas pelos guias, que explicam o processo de extração, transporte e beneficiamento do ouro. Também lembram situações de gerações passadas. Outra atração é o lago formado pelo lençol freático e por pequenas infiltrações que vêm do solo, as galerias mais profundas foram inundadas e atualmente podem ser visitadas apenas com uma equipe de mergulho. A Mina virou atração turística, sua usina de beneficiamento foi transformada em museu. Além disso, em seu interior já foram realizadas competições esportivas de *mountain bike*.

Figura 11. Mina da passagem (Fonte: Guia melhores destinos)

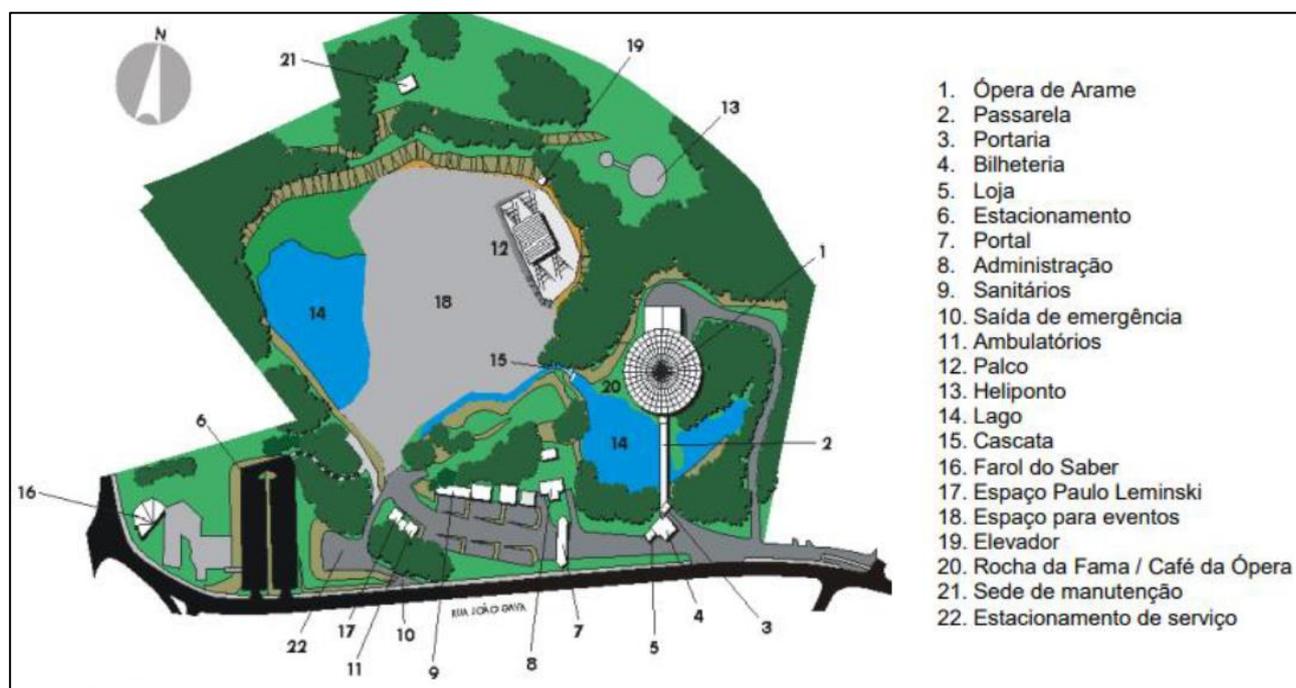


Monique Renne

Cultura: Parque das Pedreiras - Opera de Arame - Curitiba / Brasil: Nas áreas reconstituídas, foram implantadas diversas paisagens de integração entre sociedade e a natureza, como a criação de cascatas, lagos, heliponto, vegetações típicas, entre outros. Nessa área degradada, ainda foi implantado um anfiteatro e, de acordo com Dias (2016) foi feita a urbanização do espaço, recuperação do solo impactado, revegetação, aproveitou-se a acústica natural

desenvolvida pela exploração da pedra. Ópera de Arame é um dos pontos de turismo cultural mais visitado da cidade de Curitiba. A Ópera foi construída em apenas 75 dias e foi inaugurada em março de 1992, na cratera de uma pedra desativada, a Pedreira Gava, existente ao lado da Pedreira Municipal (**Figura 12**). A Ópera está integrada à paisagem por meio dos blocos de fundação apoiados diretamente na rocha, circundada por lago e cascata d'água.

Figura 12. Parque das Pedreiras - Ópera de Arame – Curitiba: (PINTO, 2017)



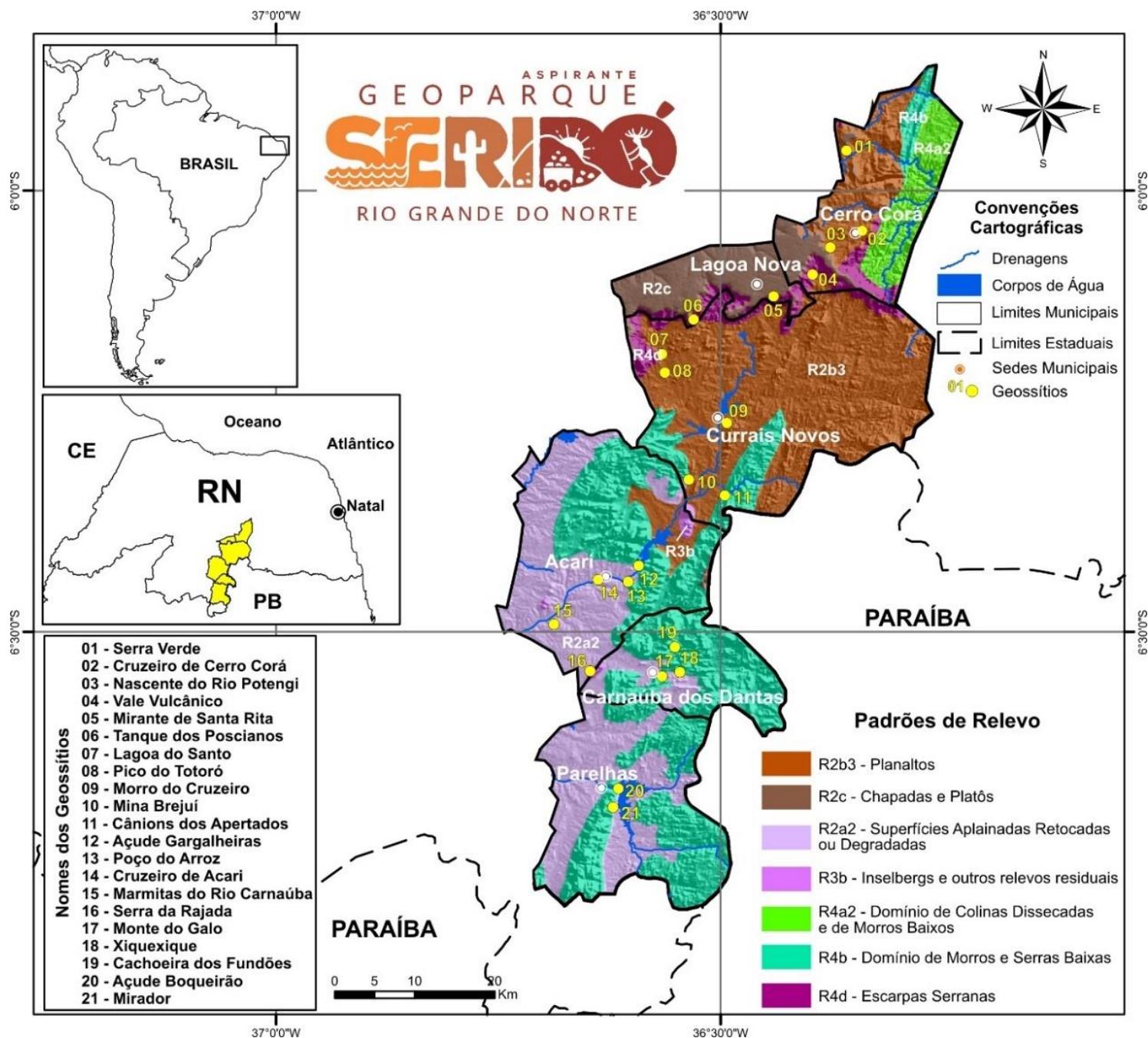
Conservação, pesquisa e turismo: Parque Mangabeiras – Belo Horizonte/MG. O Parque das Mangabeiras faz parte da história de Belo Horizonte e da Serra do Curral. Além de tombada como patrimônio municipal desde 1991, a Serra do Curral é também um dos marcos mais emblemáticos da cidade e possui importante significado simbólico. No início da década de 60, a área foi cedida à empresa Ferro Belo Horizonte S/A, Ferrobela, para a exploração de minério de ferro. Em 14 de outubro de 1966, por meio do decreto nº 1.466, foi criado o Parque das Mangabeiras, com a finalidade de preservar a Serra do Curral, a reserva florestal existente e a criação da área de recreação para a cidade. Em 1974, foi autorizada a implantação do Parque, por meio da lei nº 2.403. Em 2020 houve a confecção do Plano de Manejo dos Parques Municipais das Mangabeiras, da Serra do Curral e Fort Lauderdale.

Figura 13. Parque Mangabeiras – Belo Horizonte/MG. (Fonte: FPMZB, 2020)



Geoparques, exemplo: Seridó/RN: esse segmento relacionado à geoconservação vem sendo desenvolvido em vários países da Europa e sudeste asiático. Um geoparque, criado com a assistência da UNESCO, tem objetivos ligados à conservação e à Educação.

Figura 14: Geoparque Seridó (fonte: Geoparqueserido.com.br)



Ele preserva um patrimônio geológico expressivo para futuras

gerações, desenvolve ações para ensinar a grandes públicos temas relativos a paisagens geológicas e matérias ambientais e também pode prover meios de pesquisas para as geociências. Um geoparque colabora na busca pelo desenvolvimento sustentável, já que, ao utilizar um bem natural para fins econômicos através do turismo, gera emprego e renda. Um exemplo é o Seridó Geopark, administrado por um consórcio intermunicipal no Rio Grande do Norte e reconhecido pela UNESCO em 2022, conta com um circuito de geossítios com enorme potencial para o entendimento da evolução da Terra, que agrega atividades educativas, ambientais, turísticas e culturais. Um desses geossítios é a Mina Brejuí, localizado no item dez dos geossítios na **Figura 14**.

A Mina Brejuí viveu seu auge econômico entre as décadas de 1940 e 1980. A exploração da scheelita, principalmente nas primeiras décadas de mineração, fez do Rio Grande do Norte o maior produtor de minério de scheelita da América Latina. A mina foi desativada no final do século XX e mais tarde tornou-se um parque temático para turistas, professores e estudantes (ALVES, 2020).

Conhecida como a “Princesa do Seridó” e “Capital da Scheelita”, Currais Novos, no Rio Grande do Norte, é considerado o maior município da microrregião do Seridó Oriental Potiguar e o nono mais populoso desse estado. Sua trajetória econômica teve como tripé a pecuária, a cotonicultura e a mineração, mas, na atualidade, essas atividades econômicas, produtoras de riqueza e poder na região, apresentam pouco dinamismo quando comparadas ao passado.

Em 2002, a Mina Brejuí passou por um processo de musealização, transformando-se no Parque Temático, com a criação do Memorial da Família Salustino e do Museu Mineral Mário Moacyr Porto, ambos instalados na área industrial onde antes funcionava o escritório da empresa. Com isso, algumas ferramentas de trabalho e elementos que representam a figura do operário, voltam ao cenário, porém como símbolos que expressam a memória dos tempos áureos da mina (ALVES, 2020).

Atualmente, a Mina Brejuí constitui-se em um patrimônio histórico e cultural do município de Currais Novos, sendo visitada frequentemente por estudantes e turistas. Em razão disso, representa um lócus constitutivo de uma

memória coletiva e possui potencial educativo ao expressar algo memorável, contribuindo, dessa forma, para que os educandos possam situar-se como sujeitos históricos em um processo de construção e compreensão de tempos e espaços dos lugares de memória (ALVES, 2020).

Fragomeni (2005) define que instrumentos de gestão ambiental cooperativa despontam como alternativas para complementar e/ou substituir alguns dos tradicionais instrumentos das gestões pública e privada, no sentido de se promover processos de planejamento e de gestão ambiental mais adequados e eficientes.

Esses exemplos citados fazem parte de um processo de gestão ambiental de integração de ESG, simbolizando os diversos “cases” de sucesso pelo mundo, provando que é possível a implantação de um projeto qualificado ressignificando o local e gerando um novo ambiente de qualidade e uso social.

9. GEOTURISMO

O geoturismo é uma forma de turismo que tem como principal atrativo a geologia e a paisagem de um destino. Ao contrário do turismo convencional, que muitas vezes se concentra em aspectos culturais ou históricos, o geoturismo destaca a importância da geologia, geomorfologia, biodiversidade e outros aspectos naturais do ambiente, e segundo Moreira (2014), apesar de a geodiversidade ser considerada a base para a biodiversidade, o que se observa é que em muitos anos a biodiversidade vem sendo muito mais contemplada e divulgada em detrimento da geodiversidade.

Alguns dos elementos-chave do geoturismo incluem:

Geodiversidade: Variedade de feições geológicas presentes em uma área, como montanhas, vales, rios, cavernas, formações rochosas, entre outras.

Conservação: O geoturismo promove a conservação dos recursos naturais e geológicos. Os destinos de geoturismo muitas vezes esforçam-se por preservar a sua geodiversidade e promover práticas sustentáveis.

Educação: O objetivo do geoturismo é educar os visitantes sobre a geologia e a importância da conservação dos ambientes naturais. Isto pode ser conseguido através de interpretação geológica, painéis informativos, visitas guiadas e programas educativos.

Participação local: O geoturismo envolve frequentemente as comunidades locais no desenvolvimento e gestão de atrações turísticas. Isto pode ajudar a impulsionar a economia local e promover um sentido de responsabilidade e orgulho na conservação do património geológico.

Experiência sustentável: O geoturismo procura proporcionar experiências turísticas sustentáveis e amigas do ambiente. Isto envolve minimizar o impacto negativo no ambiente natural e maximizar os benefícios para a comunidade local.

Os destinos de geoturismo podem incluir parques nacionais, reservas naturais, áreas protegidas e outros locais com características geológicas únicas. Esta abordagem não só destaca a beleza da paisagem, mas também destaca a importância de conservar e valorizar a riqueza geológica do planeta.

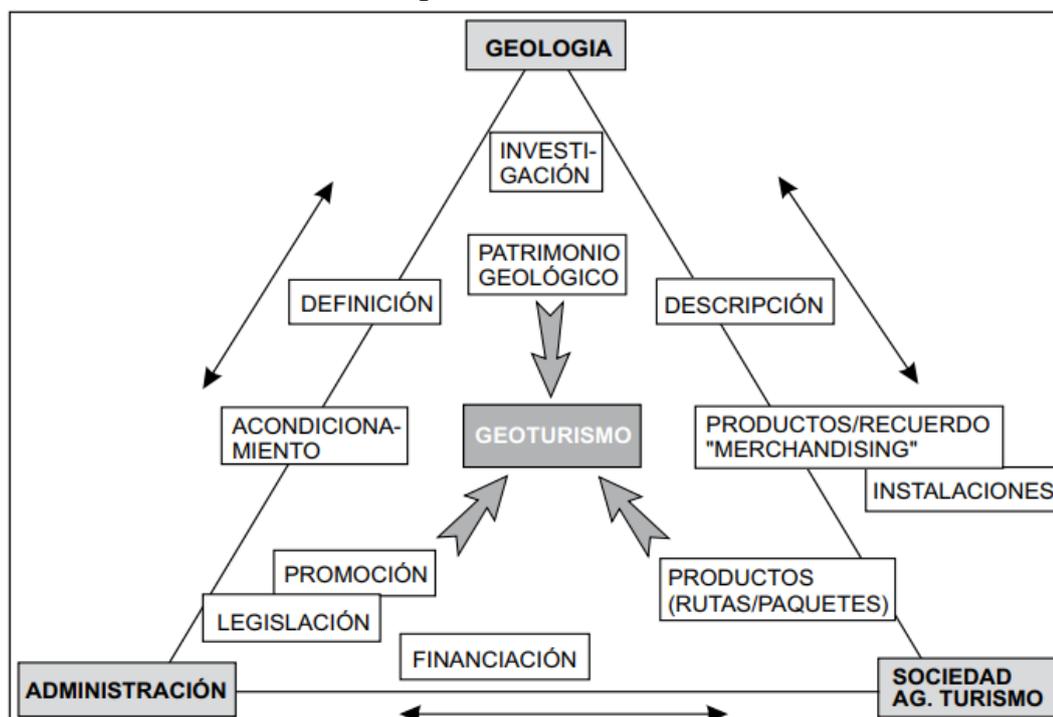
Segundo Moreira (2014) O geoturismo é um segmento que vem

crescendo a cada ano, sendo uma nova tendência em termos de turismo em áreas naturais, contudo, mais importante do que isso é o reconhecimento de que as paisagens naturais, monumentos geológicos, rochas, fósseis, entre outros aspectos geológicos precisam ser preservados antes que se percam. As pesquisas nessa área ainda estão no início e faz-se necessário conhecer mais as características, impactos e definições de tal segmento.

MELENDEZ; MOREIR e SORIA, (2007) desenvolveram uma Figura (Figura 15) e definiram alguns fatores condicionantes que favorecem ou limitam o geoturismo. Esses fatores podem ser divididos em 3 grandes grupos, sendo eles:

1. Os de caráter científico, próprio para a comunidade geológica, referente a limitações e descrições do patrimônio.
2. Os de caráter político, como administração, legislação e promoção de atrativos
3. Os de caráter social e turístico, que seria o nosso foco maior, já que incluem a iniciativa privada e pública e movimentam todo o setor da região.

Figura 15- Fatores condicionantes do geoturismo.



Fonte: Melendez; Moreira e Soria, 2007.

Ólafsdóttir (2018) efetuou uma revisão sistemática da literatura sobre o geoturismo, explicando que é um novo conceito dentro os estudos de turismo da atualidade e que há um aumento da busca sobre o tema.

Em colaboração com organizações locais, a National Geographic publicou Geotourism MapGuides, que apresenta mais de vinte destinos turísticos em todo o mundo e procura informar os visitantes sobre as escolhas mais sustentáveis oferecidas em cada área, ajudando assim a melhorar o carácter geográfico da região e contribuindo para o bem-estar.

Estas publicações da National Geographic contribuíram significativamente para a popularização do geoturismo como uma estratégia de desenvolvimento turístico sustentável. Ao mesmo tempo, os investigadores enfatizam a importância de restringir a definição de geoturismo à geologia e à sua conservação, salientando que a aplicação de uma abordagem mais ampla ao geoturismo pode reduzir o conceito de impacto.

Um grande questionamento é: como planejar o geoturismo? A OMT (2003) argumenta que os turistas são atraídos justamente pelos atrativos turísticos. Há um cuidado para que a atividade seja cuidadosamente planejada, para que os impactos negativos não interfiram na conservação do atrativo.

Moreira em 2014, definiu com o seu livro e propôs aspectos de planejamento desse segmento, tentando aplicar a realidade brasileira. São sugerido o planejamento de atividades e algumas ações geoturístico e a utilização do patrimônio geológico tanto em Unidade de Conservação como para os locais que desejam e queiram aproveitar o seu potencial. Divisão em quatro fases:

Fase 1. Confecção e levantamento dos pontos de interesse (Criação do inventário)

A elaboração do inventário como base para o planejamento geoturístico deve ser realizada por equipe qualificada, incluindo profissionais de geociências e turismo e consulta a bibliografias relevantes. Essas informações podem ser utilizadas se já existirem inventários geológicos adequados na área. Para auxiliar esse processo, pode ser utilizado o GEOSSIT, junto ao levantamento dos pontos chaves, obtendo uma classificação do local.

Fase 2. Objetivo e metas

Elaborar diretrizes para a organização do geoturismo e identificar ações que são necessárias para o desenvolvimento do local e evolução do geoturismo. Quando se fala em realização de um planejamento turístico, precisamos pensar em um sistema integrado, de curto, médio e longo prazo, sendo esses descritos por Moreira em 2014 como metas e objetivos específicos e projetos estratégicos. Tal planejamento deve desenvolver o geoturismo e impreterivelmente participação da comunidade local.

Fase 3. Ações (Desenvolvimento).

Seguindo o método de Moreira (2014) Após a fase anterior são feitas ações a nível local com recomendações, seguindo a meta.

- Verificar se há legislação específica de proteção do patrimônio geológico (nacional, estadual ou municipal). Se não houver, criá-las;
- Em locais onde há o potencial, iniciar discussões e incentivar a criação de geoparques, articulando parcerias e divulgando suas características à comunidade;
- Em locais onde os recursos geológicos são importantes a nível nacional e regional, instalar centros interpretativos, sinalização e meios interpretativos;
- Incentivar a inclusão de conteúdos relacionados ao patrimônio geológico da região em cursos universitários, no Ensino Médio e Fundamental;
- Capacitar a população do entorno para que possa atuar em atividades como a condução de visitantes, confecção de artesanato etc. (Após assembleia pública, levantamento do histórico local e suas necessidades);
- Incentivar a divulgação e o aprendizado relacionado aos aspectos do patrimônio geológico. Para tanto, podem ser realizadas atividades como: cursos, palestras, workshops, roteiros direcionados a públicos específicos, concursos de geofotografia, criação de website, entre outros;
- Produzir material promocional e para ser utilizado em atividades

interpretativas, educativas e de divulgação.

Fase 4. Gerenciamento, avaliação e monitoramento

O planejamento não tem sentido se a implementabilidade das medidas e orientações propostas na fase anterior não puder ser assegurada. Para fazer isso, são necessários avaliações e monitoramento contínuos.

É importante continuar a envolver a comunidade em todas as fases, seja em fase de assembleia pública, reuniões públicas como direito a voto e escolhas das benfeitorias, oferecer treinamento caso seja de interesse da comunidade e, além disso, deve ser realizado um levantamento de necessidades que inclua aspectos relacionados com a satisfação dos visitantes. Realizar estudos de capacidade de carga (qual a lotação máxima do parque?) e verificar a eficiência, no sentido de minimizar ou evitar impactos ambientais negativos nos pontos de interesses ou geossítios catalogados.

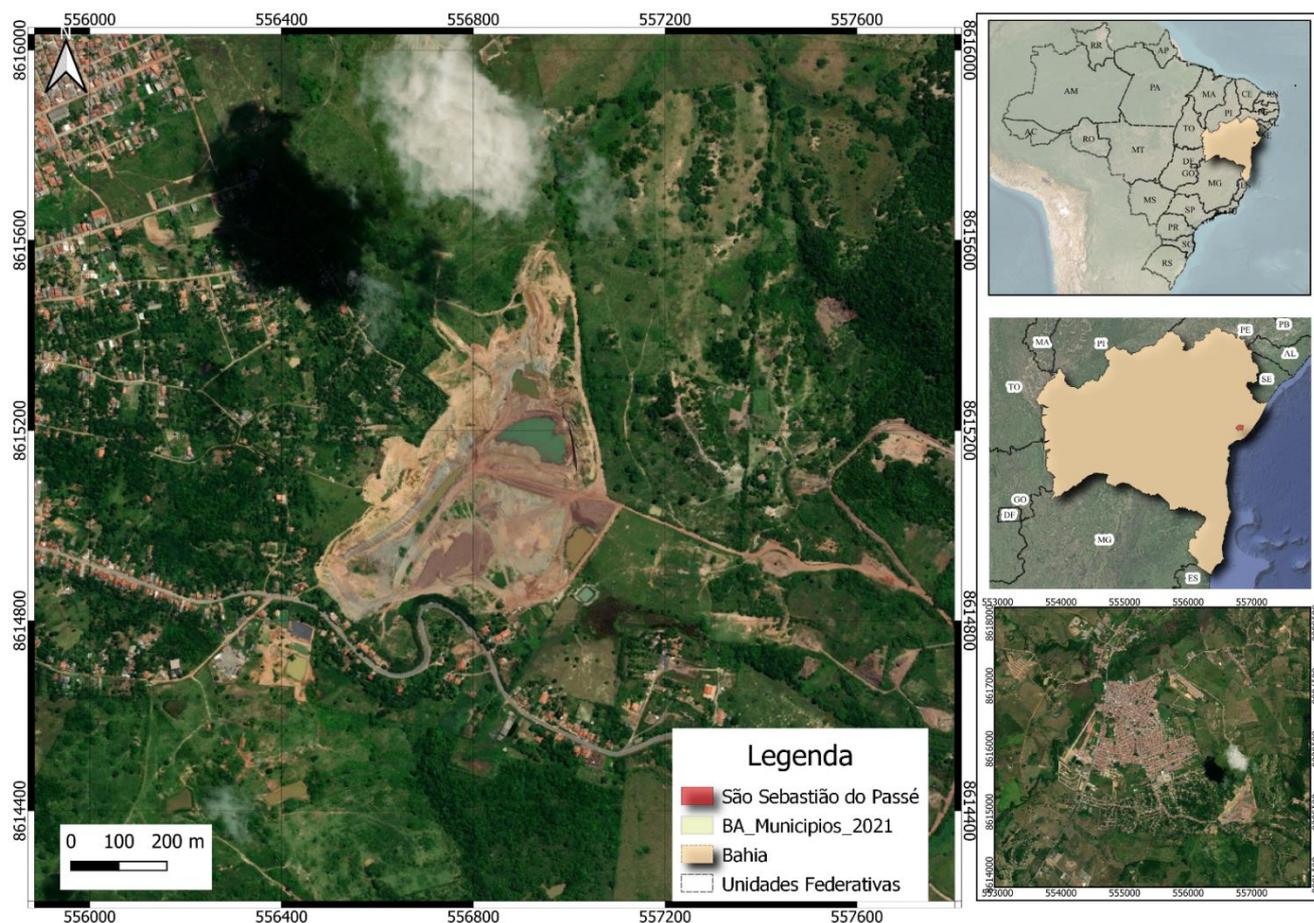
Estas medidas devem ser implementadas em parceria entre os setores público e privado. O setor público (níveis federal, estadual e municipal) é responsável pela elaboração de leis, principalmente de proteção ao patrimônio geológico, infraestrutura e fiscalização. O setor privado pode ajudar a atrair recursos humanos, infraestruturas turísticas e qualidade de serviço.

Ambos os departamentos são responsáveis pela educação, proteção de identidade, proteção de atração, marketing, promoção e investimento.

10. RELATÓRIO TÉCNICO - FECHAMENTO DE MINA - ESTUDO DE CASO

No intuito de aplicar parte dos assuntos aqui compilados, foi escolhido um empreendimento para elaboração de um projeto de valorização e aproveitamento geoturístico pós-fechamento de mina e restauração ecológica, aqui tratado como um estudo de caso. A área localiza-se em São Sebastião do Passé, estado da Bahia cujo acesso pode ser feito a partir da capital baiana, através da BR-324, em direção a Feira de Santana, até o entroncamento para o município de São Sebastião do Passé. Desse, segue-se pela BA- 420 até o município de objeto deste estudo, em um percurso total de 75 km. O acesso à mina pode ser feito tomando a saída sudeste de São Sebastião do Passé, pela BA-512, por aproximadamente 4,0 km, até estrada não pavimentada, por onde se percorre mais 2 km até o local (**Figura 16**). A mina é da empresa INCENOR revestimentos cerâmicos, que nos deu um grande suporte e liberou o acesso do inventário florestal e seus estudos hidrogeológicos e ambientais disponíveis.

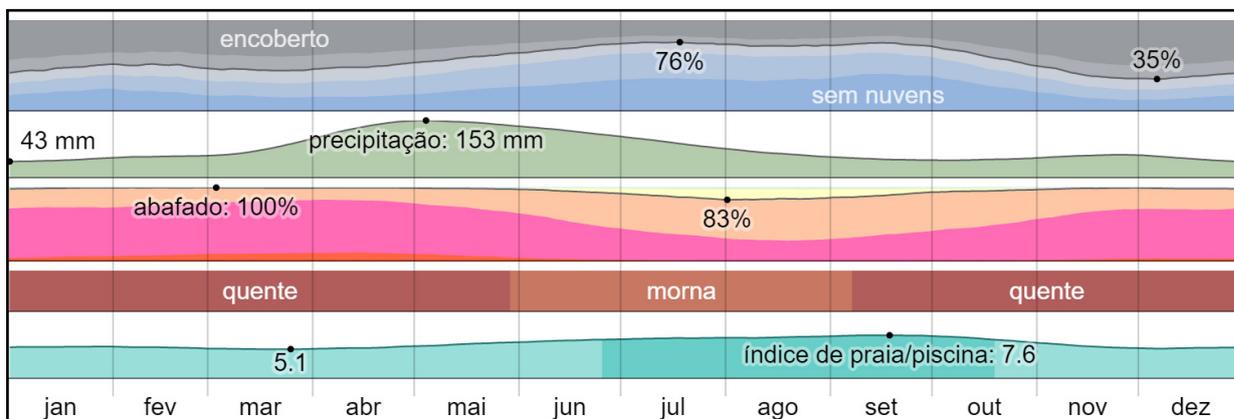
Figura 16: Mapa de localização da Mina



10.1 Clima

Em São Sebastião do Passé, o verão é longo, quente e de céu quase encoberto; o inverno é curto, morno, com precipitação e de céu quase sem nuvens (**Figura 17**). Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 20 a 33 °C e raramente é inferior a 18 °C ou superior a 36 °C (**Figura 18**).

Figura 17: Condições meteorológicas por mês de São Sebastião do Passé (WEATHER SPARK, 2023).

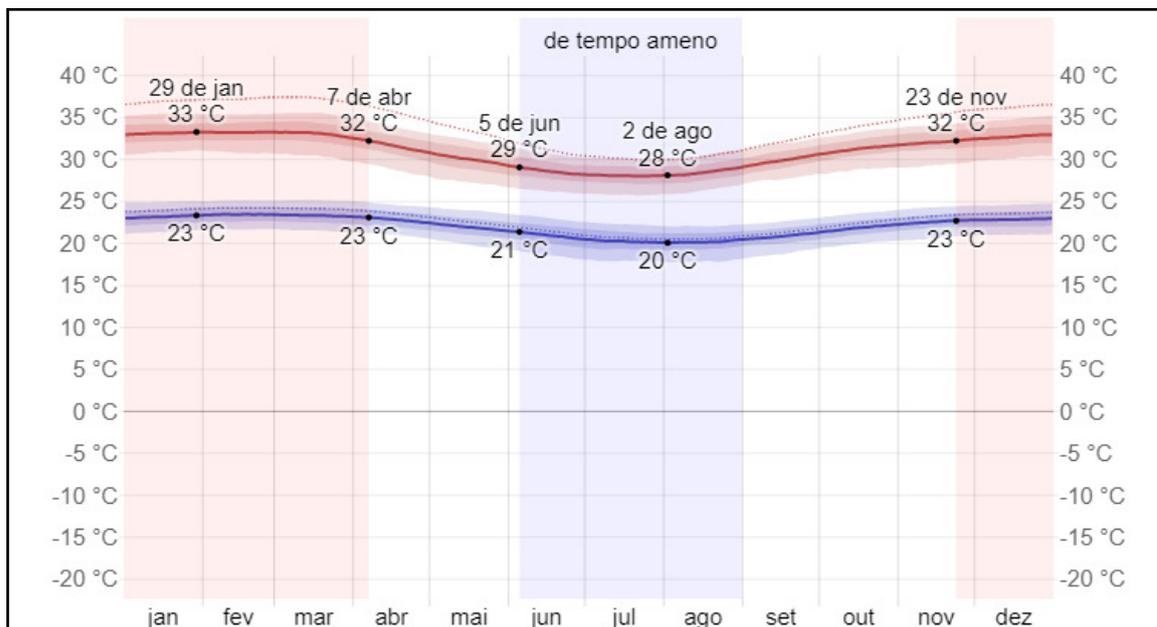


A estação quente permanece por 4,5 meses, de 23 de novembro a 7 de abril, com temperatura máxima média diária acima de 32°C. O mês mais quente do ano em São Sebastião do Passé é fevereiro, com a máxima de 33 °C e mínima de 23 °C, em média.

A estação fresca permanece por 2,8 meses, de 5 de junho a 31 de agosto, com temperatura máxima diária em média abaixo de 29 °C. O mês mais frio do ano em São Sebastião do Passé é julho, com a mínima de 20 °C e máxima de 28 °C, em média (WEATHER SPARK, 2023).

A estação de maior precipitação dura 4,7 meses, indo de 26 de março a 17 de agosto, com probabilidade acima de 36% de que um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em São Sebastião do Passé é maio, com média de 16,2 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação e a estação seca dura 7,3 meses, de 17 de agosto a 26 de março. O mês com menor número de dias com precipitação em São Sebastião do Passé é dezembro, com média de 6,3 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação

Figura 18: Temperaturas máximas e mínimas de São Sebastião do Passé (WEATHER SPARK, 2023).



Dentre os dias com precipitação, distinguimos entre os que apresentam somente chuva. O mês com mais dias só de chuva em São Sebastião do Passé é maio, com média de 16,2 dias.

Com base nessa classificação, a forma de precipitação mais comum ao longo do ano é de chuva somente, com probabilidade máxima de 54% em 6 de junho (**Figura 19**).

Figura 19: Dados de precipitação de São Sebastião do Passé (WEATHER SPARK, 2023).



10.2 Bioma local da área de estudo

A cobertura vegetal que se desenvolve na área da mina pertence ao Bioma Mata Atlântica, ela é apoiada pela Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. A Mata Atlântica é o segundo maior complexo de florestas tropicais do Brasil. Sendo também a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que originalmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul (TABARELLI, 2005).

A Mata Atlântica vem sofrendo um intenso processo de fragmentação, que já levou a uma redução de 92,5% de sua área original (TABARELLI, 2005). Este bioma vem sendo bastante ameaçado e, considerado, portanto, uma área prioritária para a conservação biológica (DÁRIO & ALMEIDA, 2000). Devido à alta taxa de endemismo, grande diversidade de fauna e flora e ao elevado grau de fragmentação, é considerado um *hotspot*, estando em quarto lugar entre os 25 mundiais (MYERS, 2000). É tanta riqueza, que é apontada como um dos mais importantes refúgios da biodiversidade em todo o planeta, declarada pela UNESCO como Reserva da Biosfera, e pela Constituição Federal de 1988 Art. 225 § 4º um Patrimônio da Humanidade. Isso é produto de sua complexidade ambiental, reflexo dos gradientes climáticos, altitudinais e pluviométricos, resultando em uma paisagem complexa, que pode abrigar várias formas de vida, favorecendo a diversificação de espécies que estão adaptadas às diferentes condições topográficas, de solo e umidade.

10.3 Inventário florestal

Através do inventário florestal disponibilizado pela INCENOR, confeccionado pelo Biólogo André Luis Ventim Bonfim, tivemos a caracterização e levantamento das informações de flora da região de estudo, onde, no perímetro urbano de São Sebastião do Passé este tipo de cobertura vegetal apresenta-se extremamente antropizada. Na área de supressão do projeto, onde foi realizada a Dendrometria (Inventário Florestal), se desenvolve uma matriz de pasto sujo e

solo exposto com árvores esparsas.

Esse levantamento florestal se deu devido a uma ampliação do projeto, a área ampliada está na mudança da Área Diretamente Afetada - ADA para a área de transição mais preservada. Foi descrito pelo inventário como estrato arbóreo apresentando pequeno porte, com altura média igual a 5 m, dossel aberto, espécies lenhosas com DAP médio igual a 18 cm, desprovida de epífitas, lianas, com serrapilheira de espessura fina ou ausente, crescendo sobre uma matriz herbácea (**Figura 20**).

O estrato inferior é composto por espécies ruderais (típicas de ambientes antropizados), composto por espécies herbáceas e subarborescentes, como: *Cyperus* spp., *Brachiaria* sp, *Cnidocolus urens* (“cansanção”), *Pavonia* sp. (“malva”), *Scleria* sp. (“tiririca”), *Solanum stipulaceum* (“caiçara”), *Lantana camara* (“cambará”) e *Psidium araca* (“araçá-do-mato”), além de pastagem (BONFIM, 2022).

Figura 20- Aspecto da cobertura vegetal que se desenvolve na área. São Sebastião do Passé, 2022. (Imagens cedidas do inventário florestal. Fonte: BONFIM, 2022).



No inventário apresentando consta resultado do estudo fitossociológico realizado a partir dos dados levantados no terreno específico para um licenciamento ambiental de ampliação (**Figura 21**). A espécie de maior abundância definido pelo inventário no terreno é a *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), uma espécie típica da caatinga, portanto, exótica em relação ao Bioma local, que é o da Mata Atlântica (BONFIM, 2022). A segunda mais abundante foi a *Genipa americana* (Jenipapo).

Em dominância, essas duas espécies responderam por 50 % da densidade observada no terreno. Quanto aos IVC, apesar de menos abundante, a espécie *Mangifera indica* (mangueiras) identificada no terreno através de seus dois exemplares, responderam pela maior parte do IVC, além do sabiá, jenipapo e da mangueira também se destacou a espécie *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira), sendo a mangueira e a jaqueira duas espécies exóticas ao Bioma local, exemplificada através da **tabela 4**.

Figura 21. Localização da área que foi objeto do levantamento florestal.



Os dados consolidados sugerem uma formação de estrutura fitossociológica bastante alterada e empobrecida, em relação à fitofisionomia nativa que deveria haver na área (Floresta Ombrófila Densa), caracterizando a cobertura vegetal existente como bastante antropizada e de baixa relevância ecológica (BONFIM, 2022). Sendo o levantamento local e específico, podendo ocorrer a necessidade de um levantamento e inventário florestal mais amplo e condicionando uma randomização mais adequado para o todo, não apenas na área específica.

Tabela 4. Resultado do estudo fitossociológico para a propriedade, onde: NI (nº de indivíduos), DA (Densidade Absoluta), DR (Densidade Relativa), FA (Frequência Absoluta), FR (Frequência Relativa), DoR (Dominância Relativa), IVC (Índice de Valor de Cobertura) e IVI (Índice de Valor de Importância) (Fonte: BONFIM, 2022).

ESPÉCIE	N	DA (ind/ha)	DR (%)	AB (m ²)	DoA (m ² /ha)	DoR (%)	IVC (%)
<i>Anacardium occidentale</i>	1	0,52	2,04	0,18	0,09	6,80	8,85
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	0,52	2,04	0,72	0,37	27,22	29,26
<i>Cecropia pochystachya</i>	2	1,05	4,08	0,02	0,01	0,82	4,90
<i>Mangüfera indica</i>	2	1,05	4,08	0,66	0,35	25,19	29,27
<i>Coccoloba sp.</i>	4	2,09	8,16	0,11	0,06	4,26	12,42
<i>Genipa americana</i>	11	5,76	22,45	0,44	0,23	16,73	39,18
<i>Inga sp.</i>	7	3,66	14,29	0,18	0,10	6,96	21,25
<i>Machaerium hirtum</i>	2	1,05	4,08	0,11	0,06	4,00	8,08
<i>Matayba guianensis</i>	1	0,52	2,04	0,02	0,01	0,91	2,96
<i>Mimosa caesalpinifolia Benth.</i>	13	6,81	26,53	0,06	0,03	2,37	28,90
<i>Spondias mombin</i>	1	0,52	2,04	0,06	0,03	2,29	4,33
<i>Syzygium cumini</i>	2	1,05	4,08	0,04	0,02	1,37	5,45
<i>Tapirira guianensis</i>	2	1,05	4,08	0,03	0,01	1,07	5,15
Total Geral	54	25,65	100	2,63	1,38	100	200

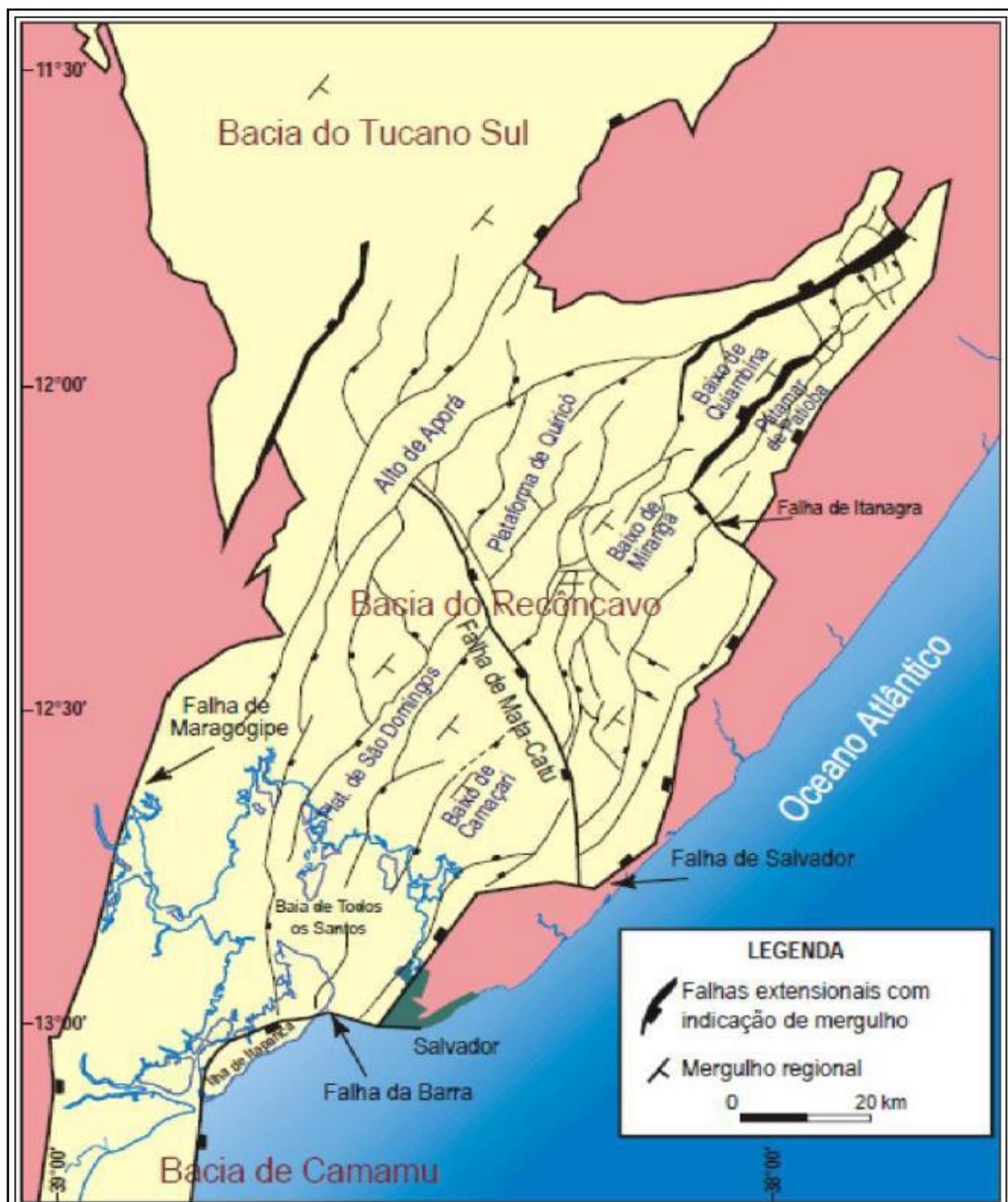
10.4 Geologia Regional

A área de estudo posiciona-se na bacia sedimentar do Recôncavo, que faz parte da unidade geotectônica do aulacógeno Recôncavo-Tucano-Jatobá, um rift abortado atrelada ao processo de estiramento crustal que, durante o Cretáceo, resultou na fragmentação do continente Gondwana e na abertura do Oceano Atlântico (MONTEIRO, 2022).

Considerada na literatura como um rifte abortado, a bacia possui a arquitetura de um semi-gráben com mergulho das camadas para Sudeste, em direção aos grandes depocentros localizados junto à borda oriental. Já a sua margem flexural é formada por várias falhas normais que a compartmentam em três segmentos principais – norte, centro e sul (SANTOS; BRAGA, 1990).

A bacia do Recôncavo é delimitada ao norte pela Bacia de Tucano, ao sul pela Bacia de Camamu, a leste pelo sistema de falhas de Salvador e a oeste pela falha de Maragogipe (**Figura 22**).

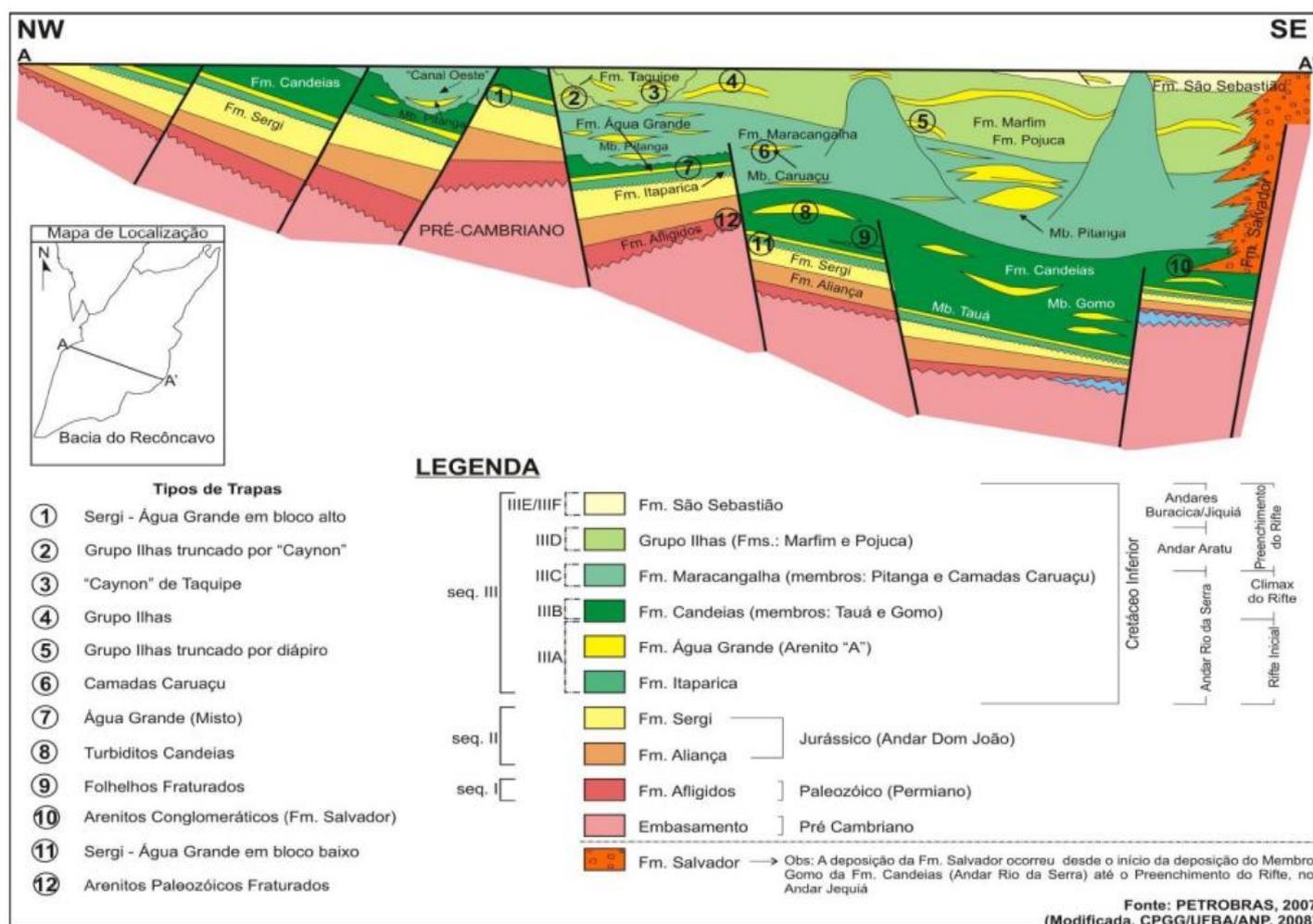
Figura 22: Localização e arcabouço estrutural da Bacia do Recôncavo. Fonte: Milhomem (2003).



O embasamento pré-cambriano da bacia é formado por rochas arqueanas (3.85 bilhões de anos a 2,5 bilhões de anos) a paleoproterozóicas (2,5 bi a 1,6), pertencentes ao Bloco Serrinha e aos cinturões Itabuna Salvador-Curaçá, e por rochas metassedimentares de idade neoproterozóica pertencentes ao Grupo Estância.

Segundo Milhomen (2003), estima-se que a seção preservada na Bacia do Recôncavo possua uma espessura da ordem de quase 7.000m, no Baixo de Camaçari (**Figura 23**). Ainda de acordo com os autores, trata se de depósitos acumulados, sobretudo, durante o processo distensional.

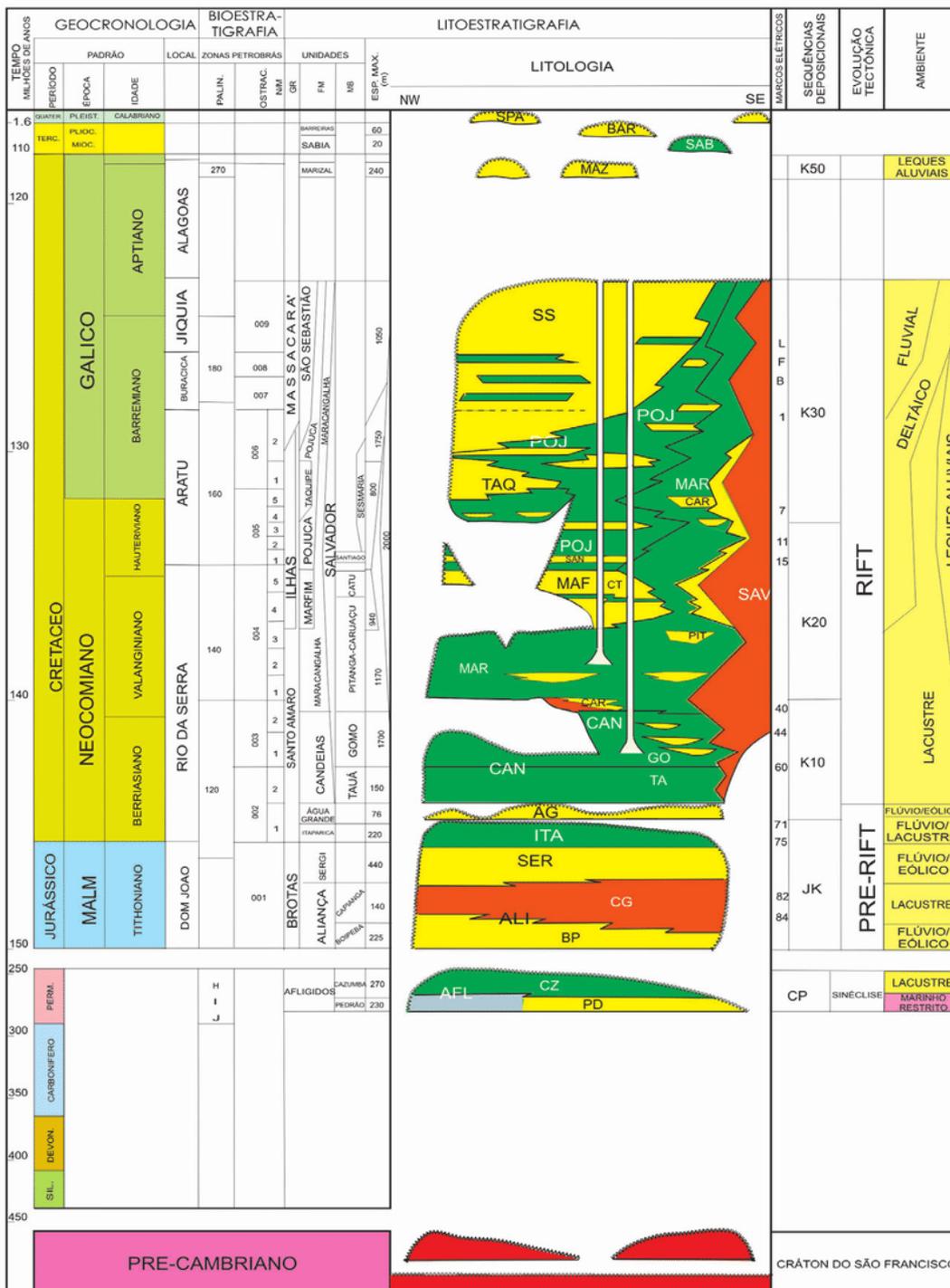
Figura 23. Seção geológica esquemática NW-SE da Bacia do Recôncavo, ilustrando a morfologia de semi-graben (Milhomen, 2003).



O preenchimento sedimentar compreende a fase sinéclise, Sequência Permiana (250 milhões de anos), que é constituída pelos membros Pedrão e Cazumba, ambos da Formação Afligidos, depositados sob condições de bacia

intracratônica. O Membro Pedrão caracteriza-se por sedimentos clásticos, evaporitos e laminitos algais, depositados em contexto marinho. O Membro Cazumba, por sua vez, é constituído por depósitos continentais representados predominantemente por pelitos e lamitos lacustres avermelhados, com nódulos de anidrita na base da seção (Milhomem, 2003).

Figura 24. Diagrama Estratigráfico da Bacia do Recôncavo (CAIXETA, 1994).



A atividade tectônica exerceu sobre a sedimentação um controle estrutural e o preenchimento da bacia desenvolveu-se em três fases principais, correspondendo a três supersequências.

A fase pré-rifte representa a primeira supersequência estratigráfica, reúne depósitos relacionados ao estágio inicial de flexura da crosta e se estende, essa etapa envolve três ciclos flúvio-eólicos. Definido como ciclos separados por transgressões lacustres. A supersequência que corresponde à fase rifte teve início com o aumento da taxa de subsidência e uma brusca mudança climática, quando novamente implantou-se um sistema lacustre, anóxico e inicialmente raso, com a deposição dos sedimentos do Membro Tauá da Formação Candeias, segundo Silva (1996). A deposição de sedimentos argilosos intercalados com carbonatos (Membro Gomo da Formação Candeias) ocorreu devido à formação de lagos profundos oriundos do processo de tafrogênese.

Com a ampliação e o aprofundamento da bacia, iniciou-se a sedimentação da Formação Maracangalha (Valanginiano a Eoaptiano, cerca de 140 milhões de anos), acentuando-se nos blocos baixos das grandes falhas a deposição de espessas sequências de arenitos turbidíticos. A bacia apontava uma crescente quiescência tectônica e leve subsidência, gerando uma sedimentação lacustre, partindo de NW, se estabeleceu a progradação de um sistema flúvio-deltaico que representa os sedimentos da Formação Marfim, sobreposto por um sistema deltaico da Formação Pojuca.

No Barremiano (130 milhões de anos) iniciou-se a fase final de assoreamento da bacia, com a instituição de uma sedimentação fluvial, provinda também de NW, que deu origem aos arenitos da Formação São Sebastião (até o Eoaptiano). Durante toda a fase rifte, leques aluviais sintectônicos (Formação Salvador) foram depositados junto ao sistema de falhas da borda leste, intercalando-se aos demais sedimentos (SILVA, 1996).

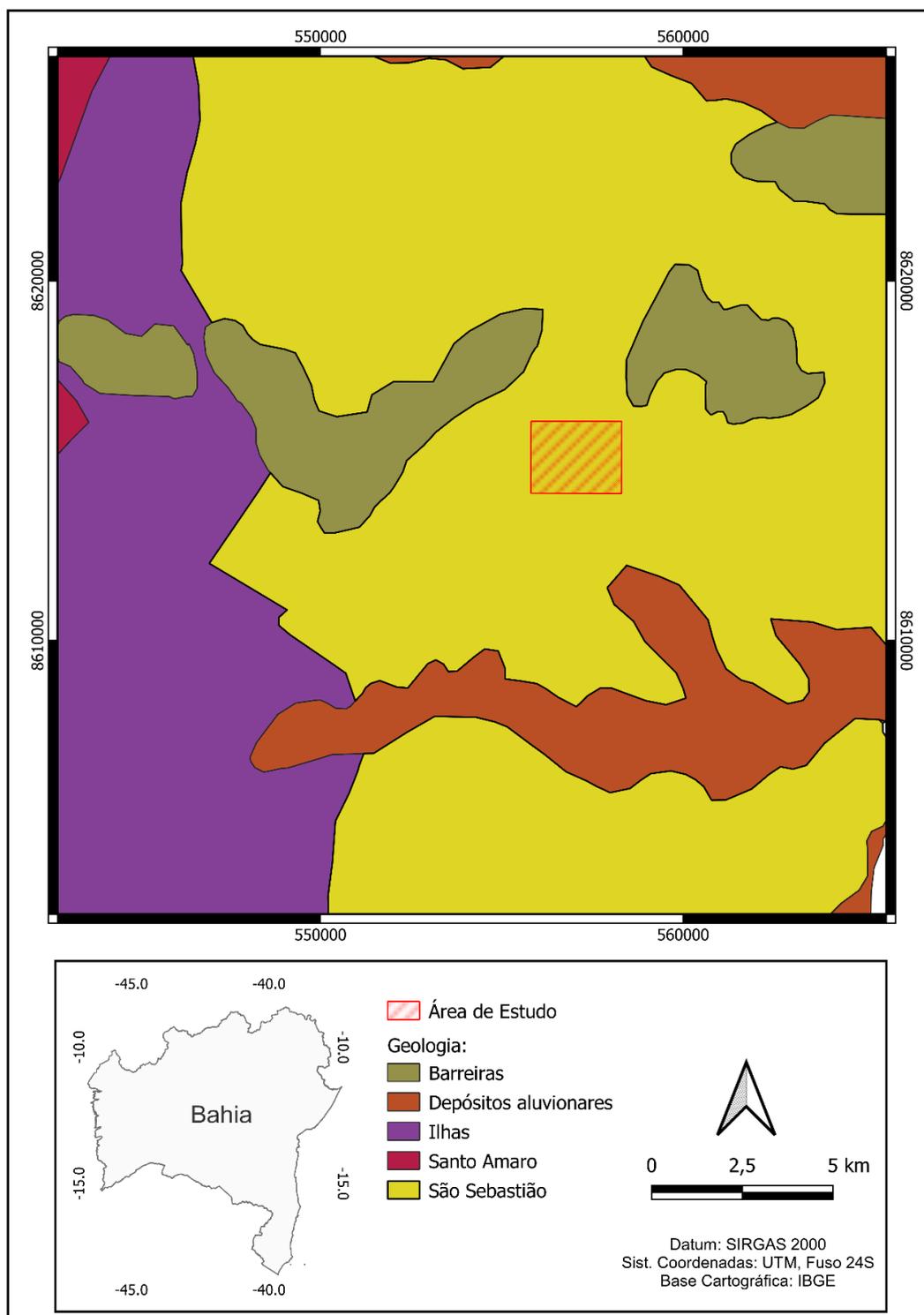
A fase pós-rifte retrata a terceira supersequência contemplada com relevância pelo corpo histórico sedimentar da bacia e caracteriza-se pelos conglomerados pertencentes à Formação Marizal, de idade Neo-alagoas (Neo-aptiano, cerca de 125 milhões de ano). Trata-se de uma sequência elástica superior que cobre parcialmente a supersequência sin-rifte, embora não esteja relacionada com subsidência térmica. A **Figura 24** vem para ilustrar a

estratigrafia e todas as fases tectônica, períodos, época, idade, litologia, sedimentação e seus respectivos ambientes deposicionais. Milhomem (2003) ressalta-se também a ocorrência de leques aluviais pliocênicos, que caracterizam a Formação Barreiras e pelos folhelhos cinza-esverdeados e calcários impuros da Formação Sabiá.

10.5 Geologia Local

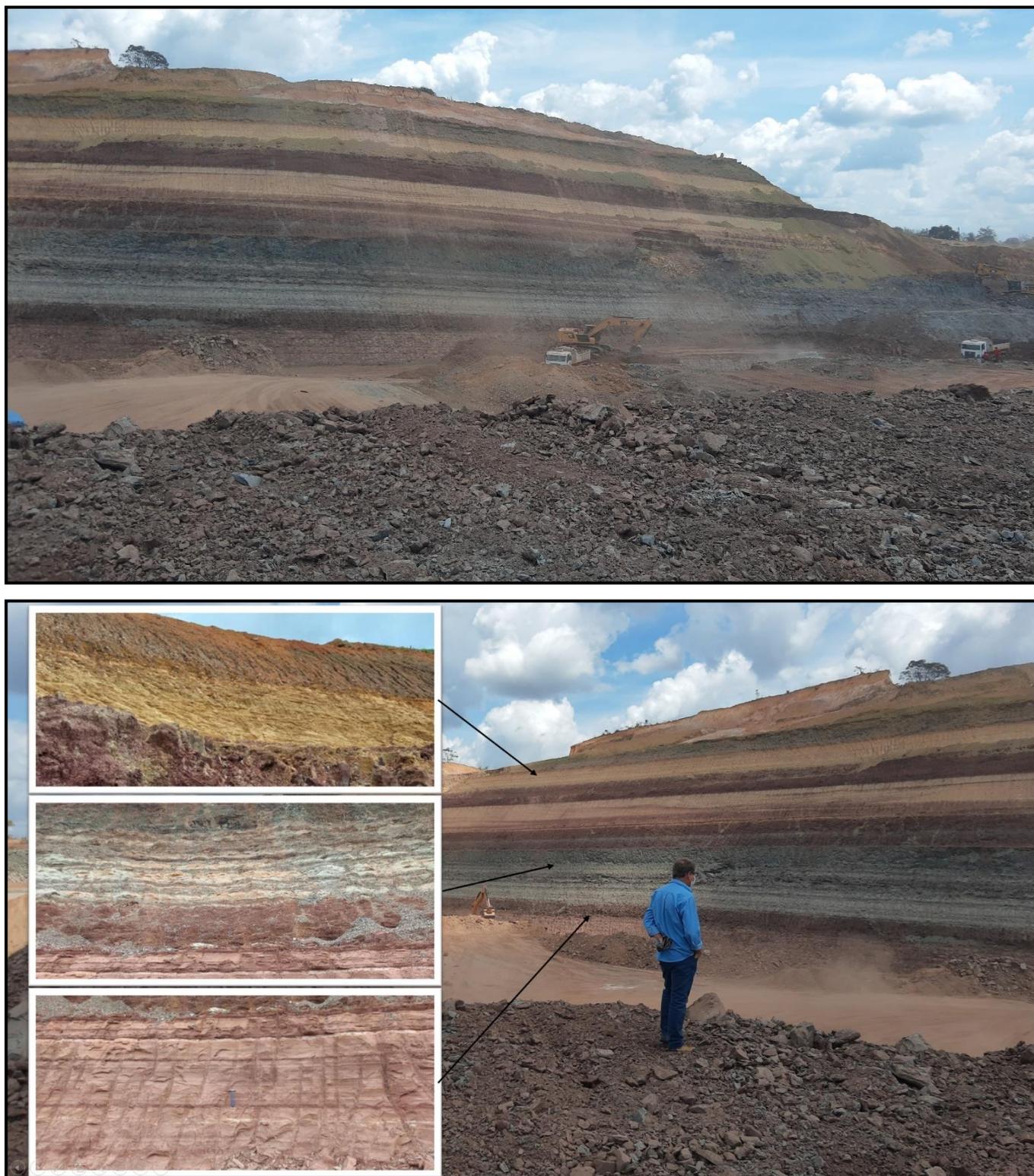
A área de estudo posiciona-se nos sedimentos da Formação São Sebastião, depositados entre 130 e 120 milhões de anos (**Figura 25**).

Figura 25. Mapa geológico da região de estudo apresentando as principais formações sedimentares da região, sendo a área da mina na formação São Sebastião (MONTEIRO, 2022).



De forma mais específica, observa-se em seção geológica na área de cava pacotes subhorizontalizados, com estratificação plano-paralela, de argilitos avermelhados e folhelhos cinza-esverdeados (**Figura 26**).

Figura 26. Imagem da estratigrafia e aspectos das litologias encontradas na área de estudo



Pontes & Ribeiro (1964) [*apud* Brandão (2011)] propuseram subdividir a Formação São Sebastião em três membros: o membro inferior, onde encontra-se o arenito Bebedouro na base e um folhelho preto rico em coprólitos e ostracodes, com intercalação de calcáreo oolítico no topo. O membro médio que foi baseado na morfologia dos arenitos espessos, siltitos, e folhelhos ricos em microfósseis. E o membro superior, onde verificou-se a presença de folhelhos, siltitos e arenitos avermelhados, pobres em ostracodes e com predominância de clastos grossos.

Assim, baseado na lição de Pontes & Ribeiro (1964) *apud* Brandão (2011), pode-se afirmar que a área de estudo se encontra na porção superior da Formação Sebastião em paleoambiente lacustre mais profundo onde foram depositados os argilitos e folhelhos. A fina camada silte-arenosa que ocupa o topo da sequência estaria vinculada mais à pedologia.

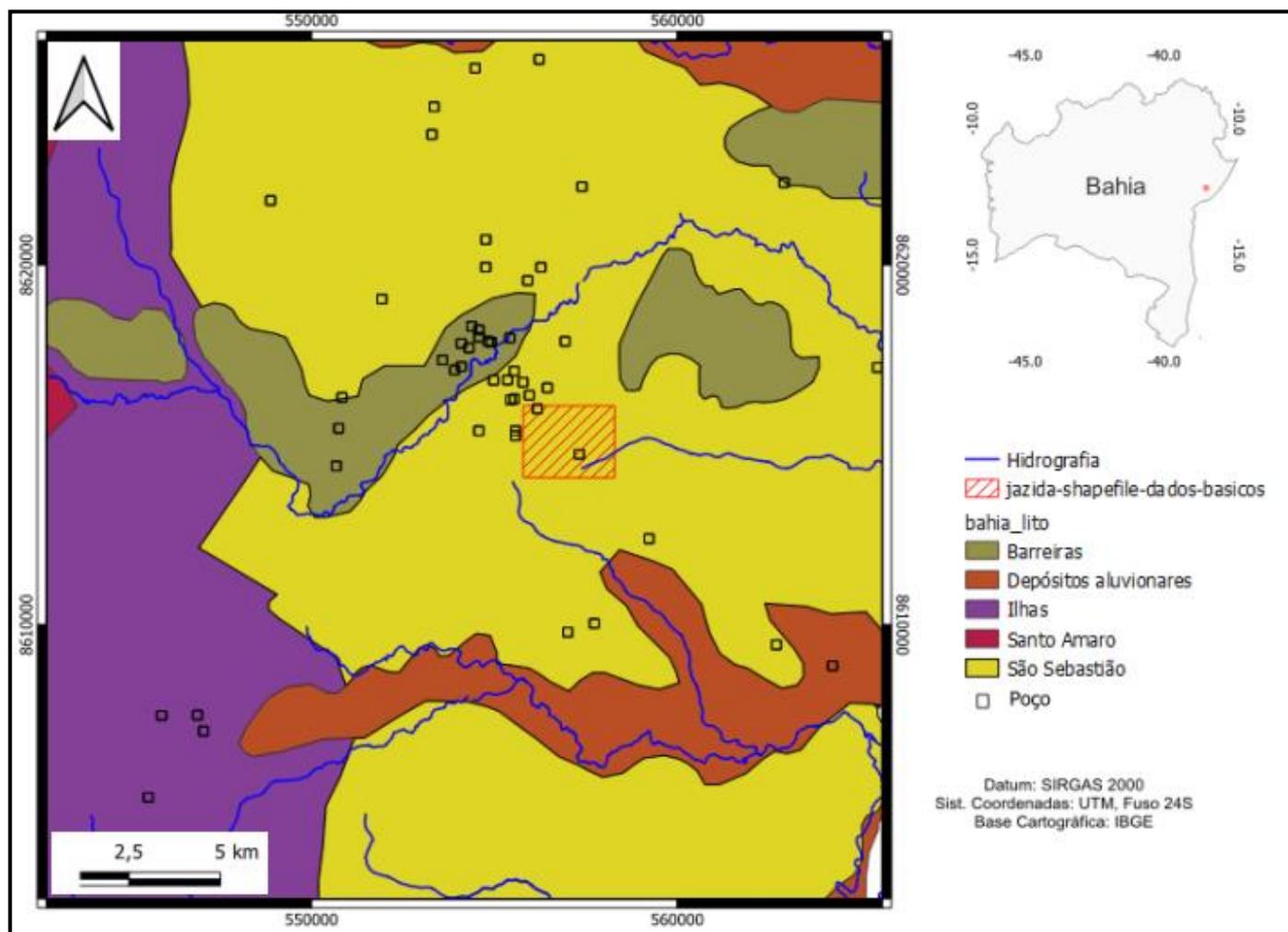
10.6 Hidrogeologia

A área do estudo está situada sobre o domínio hidrogeológico do aquífero São Sebastião, conforme apresentado no Mapa geológico com a hidrografia regional (**Figura 27**).

A formação São Sebastião é caracterizada como um aquífero poroso sedimentar de composição areno-argilosa. Localmente, trata-se de um aquífero confinado caracterizado pela existência de uma camada predominantemente silte-argilosas sobreposta à camada aquífera (formada por depósitos arenosos), que por sua vez é confinada por outra camada impermeável, subjacente, também formada por sedimentos silte-argilosos. Vale lembrar a lição de Press e outros (2006) que explicam que a água meteórica só adentra o aquífero confinado pela área de recarga.

O relatório hidrogeológico fornecido pela INCENOR, através de dados levantados dos poços da CERB, constatou a existência de uma superfície piezométrica mediana, variando de 0,0 a 76,5 metros, sendo que 68% dos poços possuem o nível estático inferior a média de 16,5, sendo então um aquífero pouco profundo. Em relação ao seu potencial quantitativo, pode-se afirmar que é alto com vazões esperadas acima de 27m³/h.

Figura 27. Mapa geológico com a hidrografia regional (MONTEIRO, 2022)



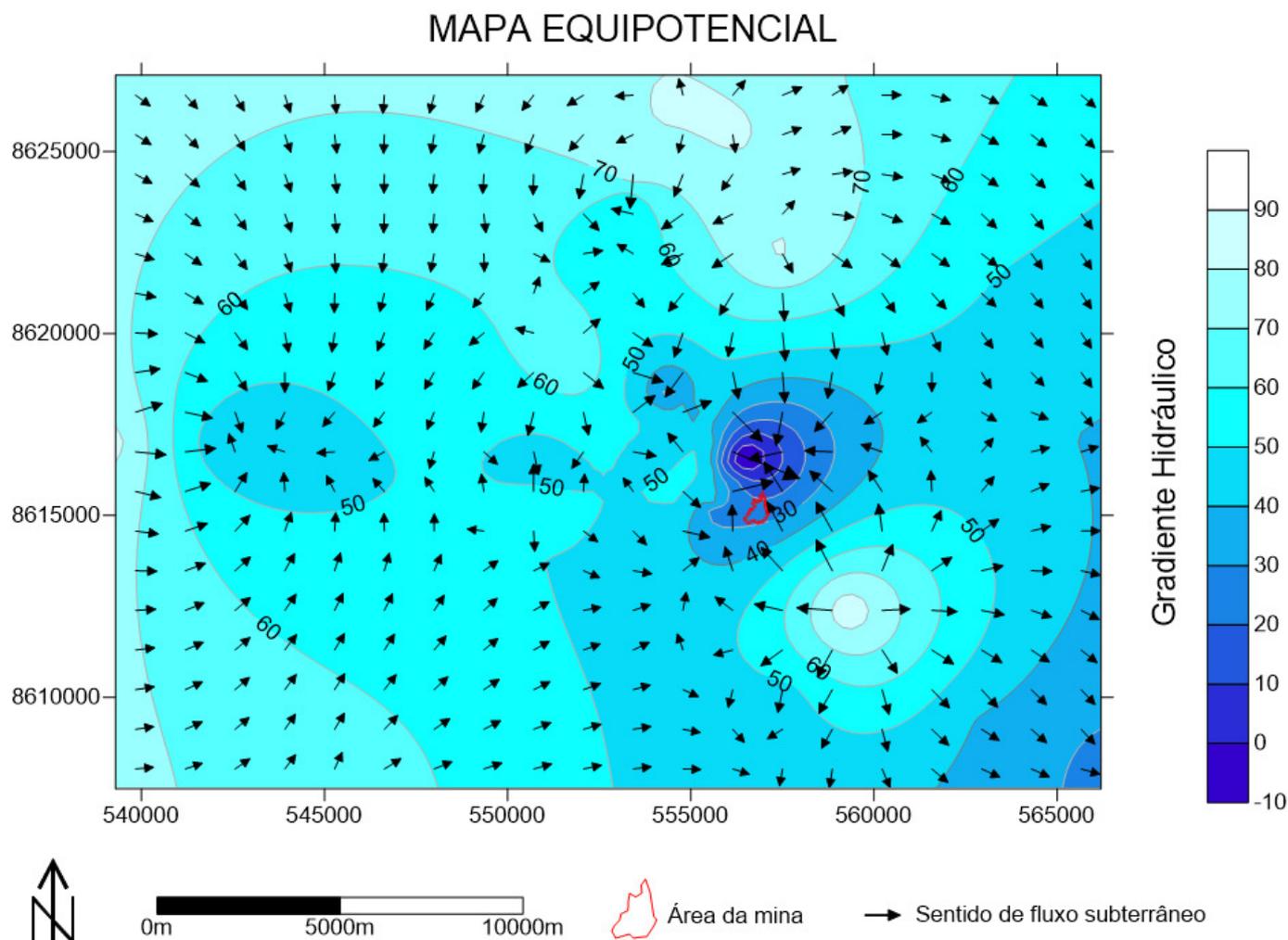
Por sua vez, observa-se no mapa equipotencial do relatório, que as áreas de descargas (zonas com menor gradiente hidráulico) – encontram-se principalmente ao longo do eixo central do mapa entre as latitudes 8615000 e 8620000 N para onde seguem os fluxos subterrâneos (**Figura 28**).

Assim pode-se afirmar que a área da mina se encontra numa zona de baixo gradiente hidráulico, sendo então uma zona de fluxo subsaturada, que nada mais é que uma área no subsolo onde a água subterrânea está se movendo, mas a inclinação da superfície da água é muito pequena. Em outras palavras, é uma região onde o lençol freático está quase nivelado.

Em uma zona de baixo gradiente hidráulico, a água subterrânea geralmente flui lentamente e pode ser influenciada por processos complexos de recarga e descarga. Devido à baixa inclinação do lençol freático, o movimento da água subterrânea pode ser difícil de detectar e medir com precisão. De uma forma mais regional, vale salientar que ao somar os vetores de fluxo subterrâneo

observa-se que a água escoar pelo meio poroso subterrâneo de sudeste para noroeste até atingir o rio Jacuípe localizado a cerca de 7 km a NW da mina (**Figura 28** – Mapa Equipotencial).

Figura 28: Mapa Equipotencial com linhas de fluxo subterrâneo. (MONTEIRO, 2022).



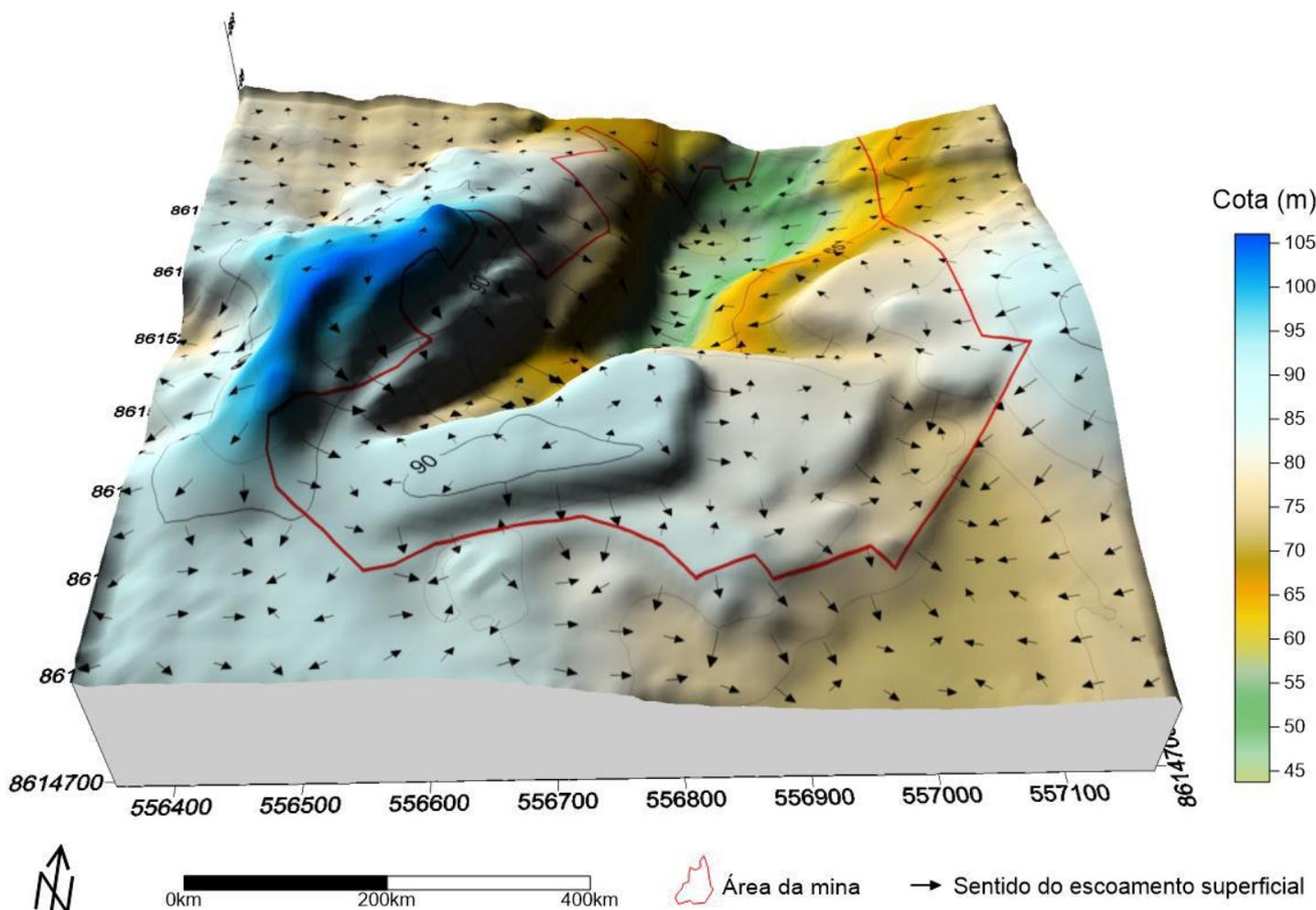
É importante ressaltar que aquíferos confinados, por terem áreas de recargas restritas, são menos susceptíveis a contaminação do que aquíferos livres. Diante disso, apesar da operação da mina envolver apenas atividade física (extração mineral sem uso de agentes químicos), o fato de localmente não ser área de recarga do aquífero não deixa de ser um ponto positivo para a preservação do aquífero, visto que toda atividade antrópica pode envolver algum tipo de risco aos recursos hídricos.

Finalmente, ainda no tocante à vulnerabilidade do aquífero, vale ressaltar que as regiões em que a profundidade do nível de saturação (nível estático) é pouco profunda (principalmente abaixo de 10 m) e serem áreas de recarga, merecem uma atenção maior por tratar-se de ser áreas mais vulneráveis à contaminação do que as regiões com nível estático mais profundo.

10.7 Escoamento superficial e sistema de drenagem da mina

A partir dos dados topográficos primários do controle de lavra da INCENOR foi possível elaborar, através do software Surfer 13, o modelamento tridimensional da área da mina e o respectivo fluxo de escoamento superficial (*run-off*), **Figura 29**.

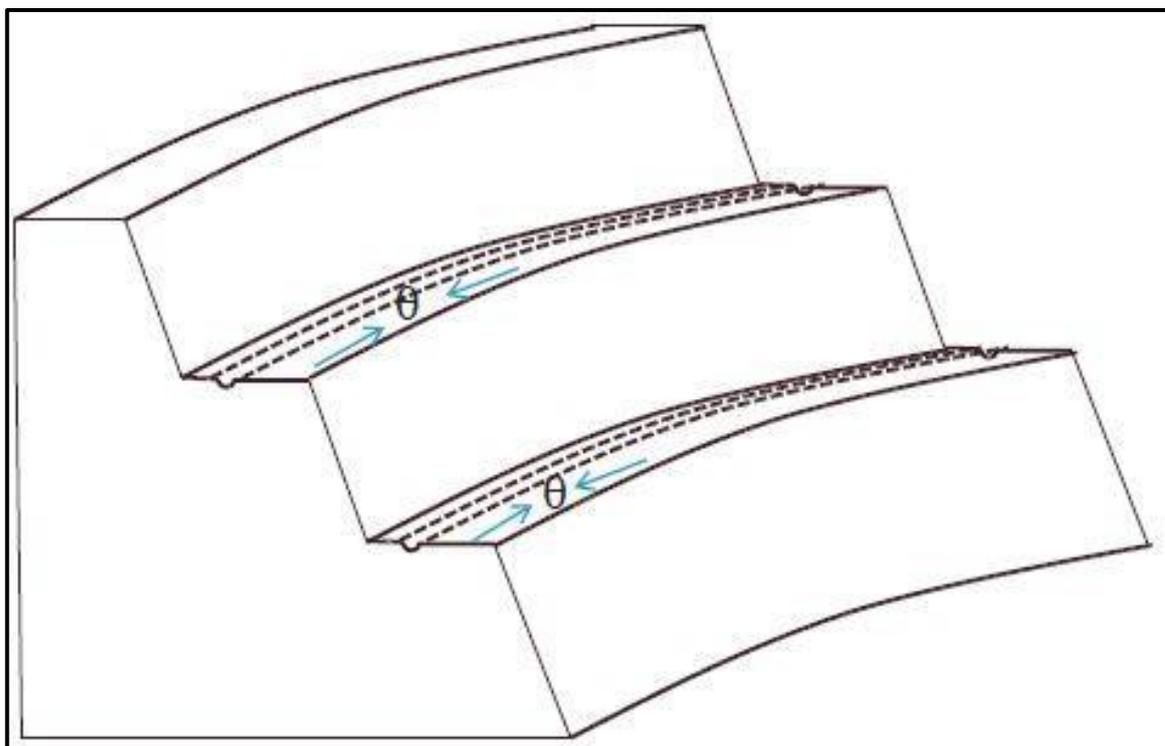
Figura 29: Modelamento tridimensional da mina com sentido do escoamento superficial.



Observa-se que o fluxo de escoamento superficial segue para dentro da cava aberta da mina e por consequência forma uma pequena lagoa na porção mais ao norte. Dali a água é então bombeada através de uma canaleta, topograficamente um pouco mais alta, para uma pequena bacia de decantação a partir da qual o fluxo segue, via gravidade, para um pequeno curso d'água e até desaguar no rio Jacuípe cerca de 7 km a NW.

No tocante ao sistema de drenagem da mina, as bermas possuem uma inclinação de 2% no sentido do pé do banco superior e uma inclinação de 1% ao longo de sua extensão (**Figura 30**) fazendo com que as valetas e os canais laterais redirecionem o fluxo de água para as bacias de contenção fora da cava. Esse tipo de sistema tem por finalidade derivar as águas pluviais das áreas de intervenção de forma a prevenir principalmente carreamento e deposição de sedimentos e água em locais não apropriados.

Figura 30: Sistema de drenagem da mina.



Essas bacias de contenção tem o objetivo de diminuir a velocidade de escoamento superficial da água, evitando processos erosivos e fazendo com que

os detritos sedimentem de maneira a não seguirem para as drenagens próximas. O relatório ratifica que as águas do escoamento superficial assim como o fluxo geral subterrâneo (somatório de vetores), coincidentemente, apresentam sentido de SE para NW. Em ambos os casos, o empreendimento minerário não prejudica nem a qualidade da água nem o próprio fluxo, seja superficial ou subterrânea.

Foi visualizado em campo zonas que já estão no nível freático, na qual o nível hídrico é identificado, podendo ser associado então com as curvas de níveis abaixo da cota de 70 metros, onde podemos visualizar através das imagens de satélite (**Figura 31**) e “*in situ*” (**Figura 32**). Essa região faz parte do projeto paisagístico, onde será aprofundado e servir como uma grande estrutura com presença de peixes e oxigenação contínua.

Figura 31. Mapa temático imagem de satélite da área de estudo com curvas de contorno topográfico, com destaque no local de maior acúmulo de água na superfície da mina.

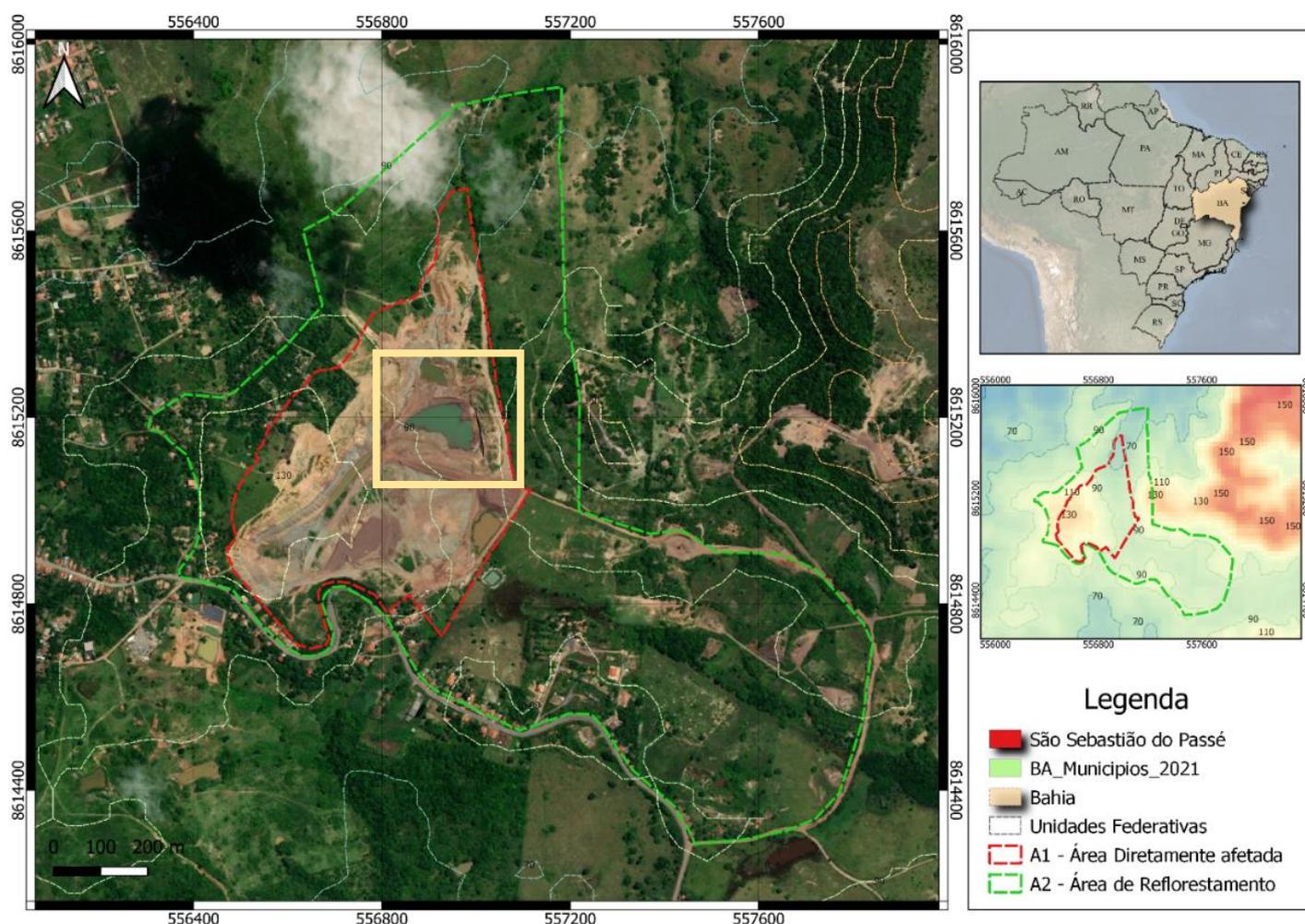


Figura 32. imagem do acúmulo de água na superfície da mina.



10.8 Recuperação e Restauração Ecológica Aplicada ao Estudo de Caso com Reflorestamento e Recuperação ambiental

A restauração ecológica é justamente um dos pontos chave para um projeto de restauração ecológica e recuperação ambiental da mina. Existem técnicas em desenvolvimento que aumentam as chances de germinação de sementes quando se fala em florestas nativas, impulsionando a geração de renda para as populações tradicionais.

Buscando inovações dentro do conceito aplicado para o modelo de parque, apoiado em normas internacionais de restauração ecológica proposto por Young (2010) e com o novo padrão de qualidade no conceito ESG, pode ser definido como um método de avaliação ou trabalho, tendo como foco a integralização da parte ambiental, educacional e social, além do retorno econômico, gerando uma alternativa de renda para população.

Uma das metodologias de reflorestamento estudadas e que se encaixa perfeitamente para a nossa área de estudo é a utilização de biocápsulas biodegradáveis, na qual dentro dessas biocápsulas **(Figura 33)** e **(Figura 34)**

são inseridas sementes nativas de árvores da flora local com um condicionador de solo, sendo essa opção patenteada pela Ambipar e certificada pelo Instituto Biodinâmico (IBD) e o Ecocert.

Essas capsulas são feitas de um material gelatinoso biodegradável, que em contato com o solo e água, se derretem, passando por um processo de decomposição natural e que não causam danos ao meio ambiente. Essas capsulas podem ser espalhadas através de DRONES (**Figura 35**), utilizando rotas e áreas pré-definidas, o que aumentaria ainda mais a efetividade e diminuiria custos para o reflorestamento e recuperação ambiental da vegetação.

O levantamento florestal e o conhecimento do bioma são de grande importância para o processo, através dessas informações pode-se adotar e utilizar as sementes adequadas para o reflorestamento e restauração ecológica. O conhecimento da vegetação primária (pioneira) e conhecimento da vegetação secundária deve direcionar a quantidade de sementes, ordem das espécies e definição da rota do drone no sensoriamento remoto, podendo ser alterado como uma melhoria contínua após os primeiros dados de sucesso e obtenção dos dados atualizados após a implantação do método.

Figura 33. Biocápsulas: estímulo à economia circular por meio da utilização de aparas de colágeno que seriam descartadas pela indústria farmacêutica (Ambipar/Divulgação).



Figura 34. Biocápsulas espalhadas em contato com o solo



Figura 35. Capsulas biodegradáveis utilizadas para o reflorestamento — Foto: Ambipar/Divulgação



Esse método já foi aplicado em forma de teste no Bioma Amazônico pela Ambipar (DOMINGOS, 2023), em parceria com a mineradora Vale em Canaã dos Carajás no Pará e foi constatado o aumento da germinação comparada pelo método tradicional. Essa metodologia, pode ser comparada ao trabalho feito pelas aves na natureza, que comem as sementes e depois, no momento do seu voo, espalham as sementes junto aos nutrientes contidos em suas fezes, no qual esses nutrientes junto ao solo acabam ajudando a ativação e germinação da semente.

As cápsulas protegem as sementes da luz solar, fungos e insetos e aumentam as taxas de fertilização e as chances de germinação em comparação com os sistemas tradicionais de cultivo de sementes. “Traz nutrientes funcionais como matéria orgânica, retenção de umidade, troca catiônica (CTC) e alguns micro e macro nutrientes como nitrogênio (DOMINGOS, 2023).

Segundo o IBRAM através de sua revista técnica (2018), sugere que o sensoriamento remoto junto ao conhecimento do bioma e da fauna local favorecem uma maior eficiência comparado aos métodos tradicionais. O planejamento sistêmico poderá minimizar os custos e promover um reflorestamento mais eficiente, ajudando a restaurar e preservar a biodiversidade local e proporcionando novos habitats para as diversas formas de vida local. O próprio drone pode coletar imagens do solo, as coordenadas geográficas e a topografia. Em tese, é possível acompanhar o crescimento da vegetação ao longo do tempo.

Existe no local uma mata ciliar associada a um recurso hídrico, o reflorestamento desempenhará um papel crucial na regulação do ciclo da água. Ela ajudar a prevenir a erosão do solo e diminuir o escoamento superficial e melhorar a qualidade da água, protegendo assim os recursos hídricos locais e suas respectivas áreas de recarga. Florestas e mata ciliares ajudam a reduzir impactos de desastres naturais como enchentes, deslizamentos de terra e secas, atuando como uma barreira natural

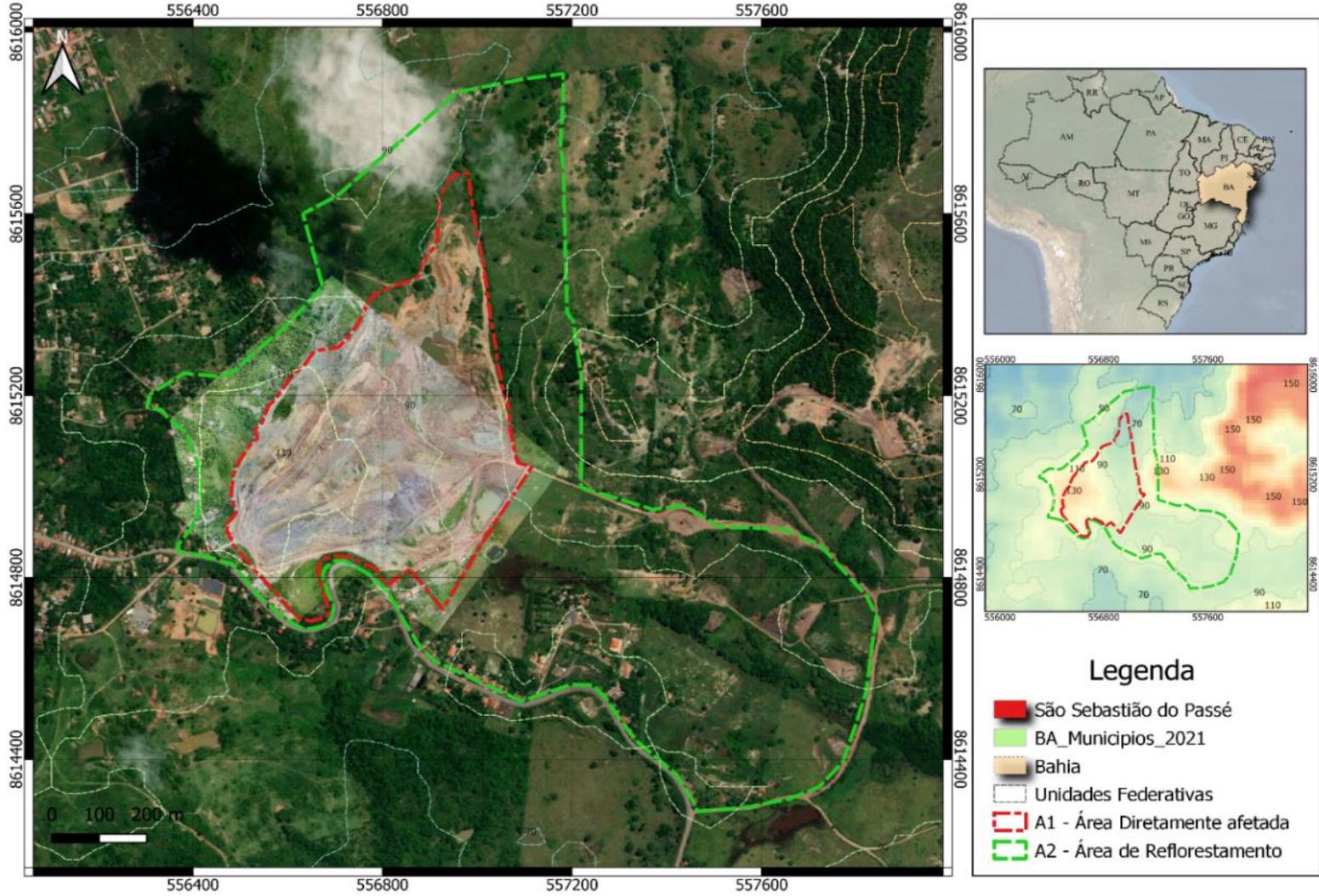
A área diretamente afetada (ADA), corresponde a cerca de 33 hectares, essa área corresponde atualmente a área de extração de argila e areia em atividade. A área correspondente ao reflorestamento é de 78 hectares, sendo a área de restauração ecológica, aproximadamente 136,4% maior que da área

diretamente afetada pela exploração. A ADA terá uma recuperação ambiental e poderá ser usada como área científica – para realização de estudos de acompanhamento da eficácia dos métodos aqui proposta e como área de lazer para a população local, representada espacialmente na **FIGURA 36**, com as definições de ADA, área de reflorestamento e utilização do espaço.

O turismo sustentável é um fato positivo, florestas saudáveis e biodiversas atraem turistas interessados em ecoturismo, proporcionando oportunidades econômicas para as comunidades locais. A iniciativa de reflorestamento pode servir como ferramenta educacional, aumentando a conscientização sobre a importância das árvores e do ecossistema local.

Contido na área de reflorestamento existem algumas propriedades isoladas, que deverão ser englobadas e associadas aos beneficiamentos do projeto, já que o reflorestamento contribui para os objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas, ajudando a criar um mundo mais sustentável para as gerações futuras.

Figura 36. Área de estudo com o zoneamento da área diretamente afetada e da área de reflorestamento.



10.9 Valoração do patrimônio geológico e geoturístico local

O GEOSSIT é um aplicativo destinado ao inventário, qualificação e avaliação quantitativa de geossítios e de sítios com representatividade nacional da geodiversidade. Os geossítios representam as ocorrências *in situ* de partes da geodiversidade de alto valor científico que, em conjunto com as correspondentes ocorrências *ex situ* (coleções de museus) constituem o Patrimônio Geológico que é um tema bastante discutido e desenvolvido por Mondejar, que em seu trabalho de 2004 cita a importância do patrimônio geológico, manifestando a preocupação de conservação da geodiversidade da região de Múrcia, na Espanha, focando na cultura, turismo e meio ambiente. s

O Serviço Geológico do Brasil, no sentido de atender ao cadastro de sítios geológicos e para permitir a alimentação de uma base de dados, desenvolveu um aplicativo web para cadastramento e avaliação quantitativa automática, o GEOSSIT (LIMA, 2010).

É importante salientar que o geossit não é usada apenas para projetos de geoparques, também está incluído na lista o patrimônio geológico nacional. Os sítios geológicos selecionados são registrados neste “aplicativo”, permitindo quantificá-los automaticamente, definir o seu nível de importância (local/regional, nacional e internacional) e outros atributos.

Após identificação, há a possibilidade de gerar diretrizes de proteção para preservação da geodiversidade, podemos definir as seguintes etapas: Inventário, análise quantitativa, conservação, interpretação e Monitoramento. Através do inventário e do método aplicado no GEOSSIT, ocorre a valoração e atribuição de valores para os quesitos: Científico, educacional e turístico/estético, sendo esse um dos grandes méritos do geossit: gerar uma quantificação para cada sítio, individualizando seus valores conforme suas atribuições, facilitando uma tomada de decisão nas ordens de grandezas e até mesmo de proteção dos parques com maiores riscos de degradação de seu patrimônio. O simulador é intuitivo, aponta locais de preenchimento iniciando pelo valor científico onde você irá preenchendo as opções como representatividade, local-tipo, conhecimento científico, integridade, diversidade geológica, raridade e limitação ao uso. Cada tópico terá opções e em seguida

será gerado o valor específico do tópico.

O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar estruturas geológicas, sendo o local de interesse tipo secundário, onde existem alguns trabalhos sobre a formação São Sebastião, principalmente hidrogeológicos, mas não há trabalhos no local da mina, sendo esse relatório pioneiro academicamente no local. O local não se encontra preservado, devido a operação da mina, contudo, os elementos geológicos encontram-se intactos por se tratar de uma estratigrafia extensa, com a diversidade contendo mais de 3 aspectos geológicos diferentes (estratigrafia, sedimentologia, hidrogeologia e estrutural). Existem diversas áreas semelhantes e devido a mineração há limitação de realização de trabalho ou amostragem de campo, gerando o valor científico de 170.

Passamos então para a etapa de avaliação do risco de degradação, onde ocorre a valoração da deterioração dos elementos geológicos, no qual ocorre reduzida possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários, por se tratar de uma mina em operação temos um potencial de degradação com o raio de ação menor que 100 metros do local, sendo a área sem proteção legal, mas com controle de acesso feito pela mina, tendo a sua acessibilidade feita por veículos em uma estrada não asfaltada, gerando um valor de degradação de 245 (risco médio).

Na quantificação do potencial do valor educativo e turístico temos 15 tópicos a serem preenchidos como vulnerabilidade, acesso rodoviário, caracterização do sítio, segurança, logística, densidade populacional, associação com outros valores (ecológicos e etc) beleza cênica, singularidade, condições de observação, potencial didático, diversidade geológica, potencial para divulgação, nível econômico e proximidade a zonas recreativas.

O sítio Mina Passe, ficou classificado como um sítio de relevância nacional, com valor científico de 170, valor turístico de 185 (relevância regional/local), valor educativo de 245 (relevância nacional) e com risco de degradação de 245 (risco médio) representado pela **tabela 5**.

O valor baixo no ponto turístico é justificado pela dificuldade de acesso, falta de zona recreativa e pouca estrutura, a utilização e estruturação da mina no seu pós-fechamento acarretará mudanças desses valores, na

necessidade de requalificar o sítio e na relevância do sítio, podendo chegar a um valor de relevância nacional acima de 200 devido as melhorias do projeto paisagístico e de integração com a comunidade, ressignificando o seu uso e dando um novo valor local para o empreendimento.

As informações e levantamento de campo favorecem o geoturismo, que é uma forma de turismo sustentável que se concentra na exploração e valorização dos sítios geológicos e das paisagens naturais da Terra, nesse caso específico, estamos falando de todos os pontos supracitados anteriormente. O principal objetivo do geoturismo é promover a conservação do património geológico e cultural de uma determinada área.

Os geoturistas estão interessados em aprender sobre a geologia, ecologia e cultura de um lugar específico. Eles participam de atividades educativas, como excursões guiadas por geólogos locais, visitas a sítios paleontológicos, observação de formações geológicas únicas e experiências de caminhadas em parques naturais. Além disso, o geoturismo incentiva o respeito ao meio ambiente e à comunidade local, promovendo práticas turísticas responsáveis e sustentáveis que é justamente um dos focos da utilização da área de estudo.

O geoturismo também pode desempenhar um papel importante na consciência ambiental, educando as pessoas sobre a importância da conservação dos recursos naturais e da proteção do ambiente para as gerações futuras. A presença de estruturas naturais como a lagoa e o rio, alinhado com as estruturas geológicas (Sedimentos, estratigrafia e geologia local) fornecem um grande atrativo para o geoturismo, aumentando o potencial de visitação local, tornando o lugar um grande atrativo para região.

Esta abordagem turística traz benefícios tanto para os visitantes como para as comunidades locais. Os turistas podem desfrutar de experiências autênticas e educativas, enquanto as comunidades locais podem preservar o seu património natural e cultural, gerando rendimentos através do turismo de forma sustentável a longo prazo.

Tabela 5. Classificação de acordo com a quantificação das informações da Mina Passé no geossít.

Tópico	Valor	Classificação	Pontos positivos	Pontos negativos
Científico	170		Ótimo exemplo da formação São Sebastião, diversos resumos e artigos sobre a formação.	Amostragem difícil devido a mineração, necessidade de autorização para visitação, falta de trabalhos publicados, não é aberto � visitação. Sendo essas observações o motivo da classificação baixa.
Educativo	245	Relevância Nacional	Ocorrência de elementos geológicos ensinados em todos os níveis de ensino.	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários
Turístico	185	Relevância Regional/Local	Região metropolitana de Salvador, a menos de 2 km de São Sebast�o do Passé, cidade estruturada com hotéis, restaurantes, postos de combustíveis.	Acesso atualmente limitado devido a mineração. Não há estruturas para visitação e não há estacionamento
Risco de degradação	245	Risco médio	Atualmente devido a mineração há controle de acesso, devido as dimensões do afloramento, reduzidas as possibilidades de deterioração dos elementos geológicos primários	Local a menos de 100 m de distância de atividade com potencial para causar degradação (mineração)

10.10 Projeto paisagístico e geoturístico

Um projeto paisagístico para o fechamento de uma mina é uma abordagem cuidadosa e planejada para restaurar a paisagem minerada à sua condição natural ou a um estado ecologicamente sustentável. Esse tipo de projeto envolve uma combinação de técnicas de restauração ecológica, design paisagístico, e considerações socioeconômicas para transformar uma área minerada em um ambiente funcional, esteticamente agradável e ecologicamente saudável sendo o produto de toda a teoria aplicada para uso.

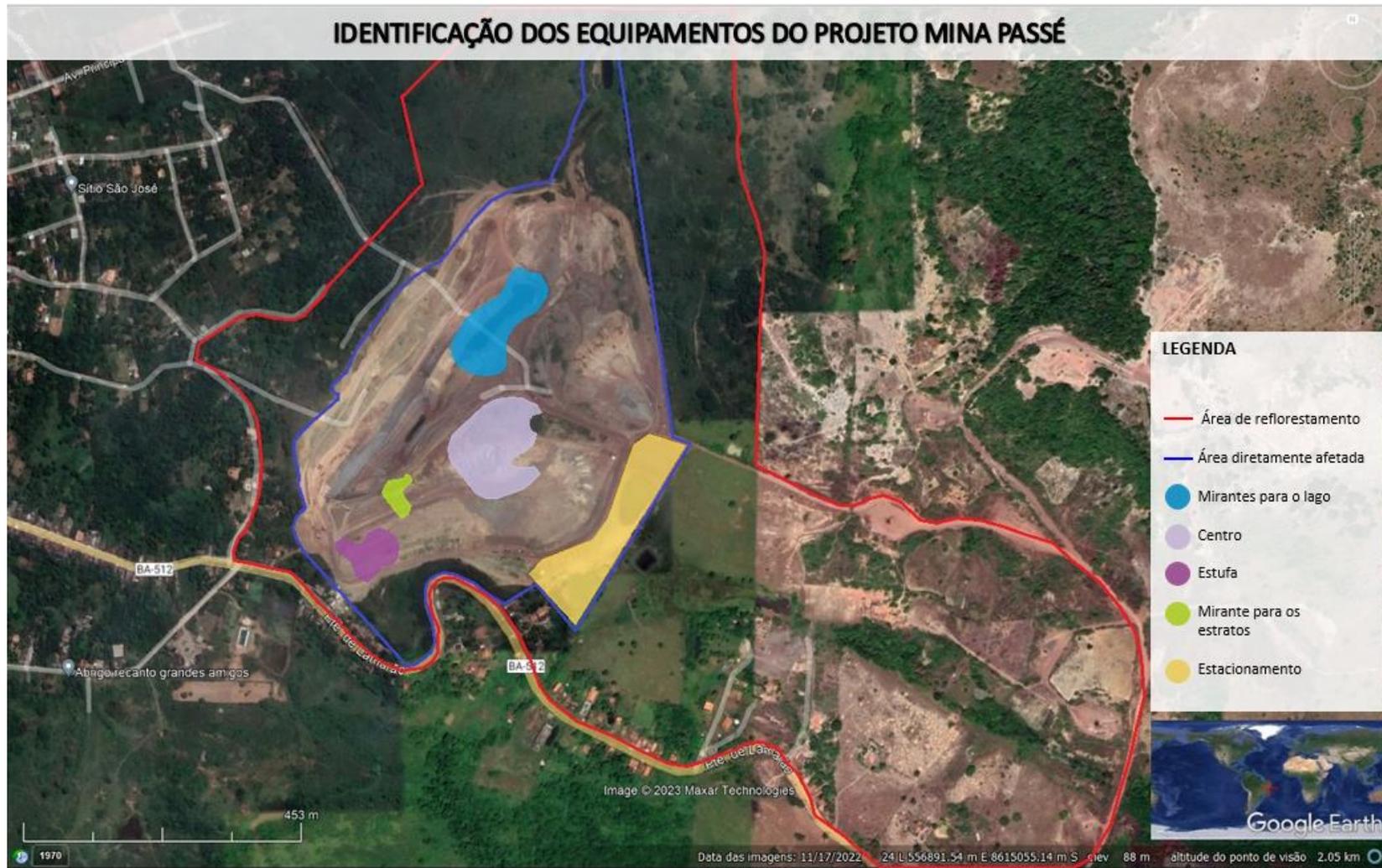
A avaliação do local, levantamento topográfico, geologia, informações geotécnicas de solo, rocha, clima e ecossistema é determinante para um planejamento mais eficiente e o desenvolvimento de um plano detalhado. Esse plano deve incluir metas claras, cronograma, orçamento e métodos de implementação. É interessante salientar a importância de uma parceria público-privado para uma gestão de um projeto com tamanha magnitude.

A restauração ecológica compreende também uma parte muito importante para o projeto paisagístico. O reflorestamento e a reintrodução da vegetação nativa geram uma beleza cênica, transformando o lugar em um atrativo único (**Figura 37**). Associado a restauração ecológica temos o controle de erosão, que ao implementar a técnica de restauração evita a erosão de solo, como a construção de terraços e uso de cobertura vegetal.

A gestão de água é um tópico muito importante, o desenvolvimento de um sistema para gerenciar o fluxo de água, incluindo a criação de lagoas artificiais para o controle de enchentes e conservação da água. A implantação de um lago natural para pesca com oxigenação faz parte do *design* paisagístico, a introdução de elementos paisagísticos como lagoa, cascatas e/ou jardins melhoraram a estética da área.

Foi projetado um reflorestamento total de 77,6 ha, aproximadamente 230% da Área Diretamente afetada (33,4 ha) e que será usada para as construções e estruturação do local. A estrutura central e a principal construção e pode ser definida através de assembleia pública qual a maior necessidade do município e RMS, podendo ser um parque museu a céu aberto, um teatro, um cinema ou qualquer tipo de construção de carência do município.

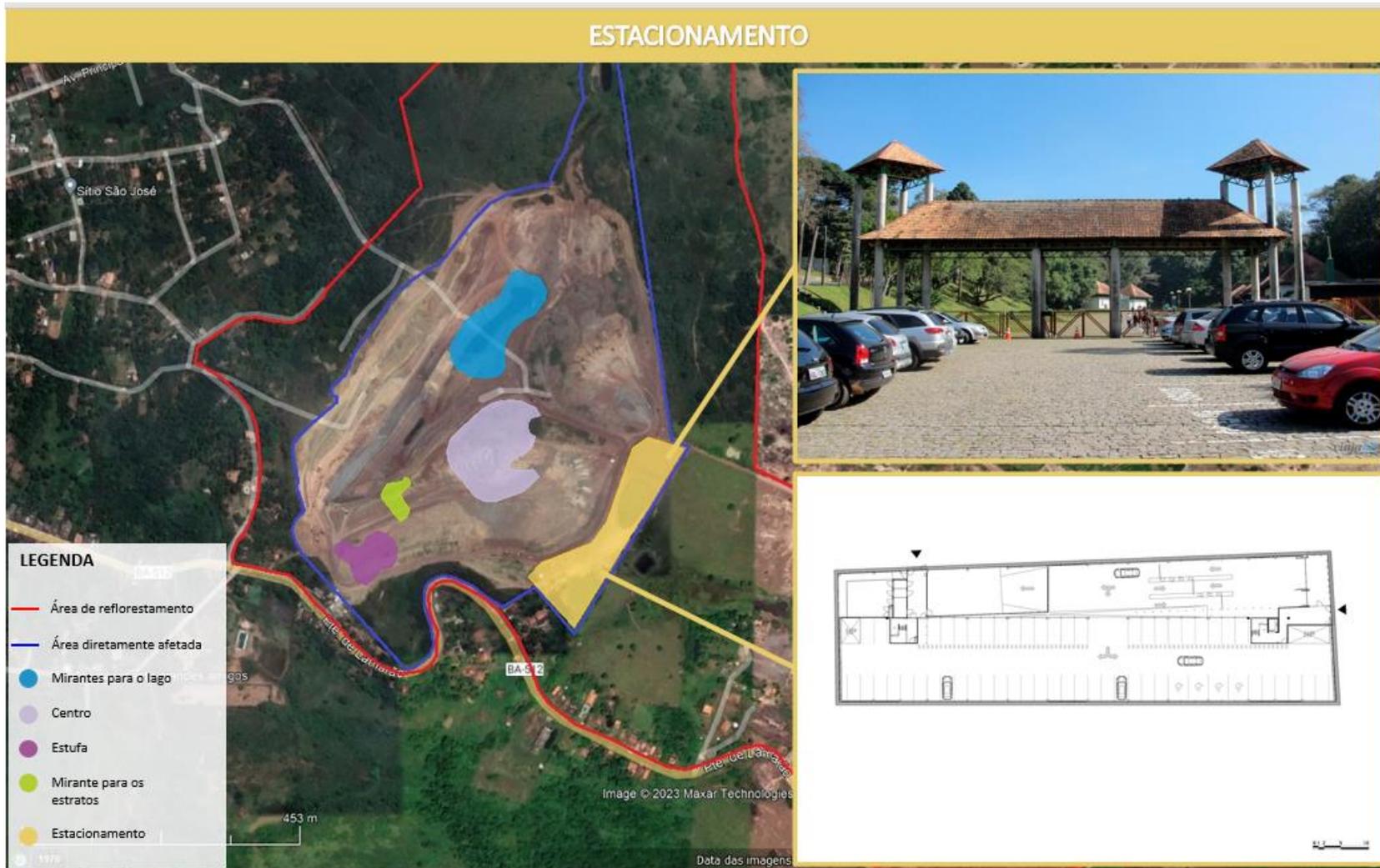
Figura 37. Modelo de projeto paisagístico aplicado na área de estudo.



O estacionamento (**Figura 38**) desempenha um papel crucial em facilitar a visitação ao local, como também aos centros urbanos, parques, museus, shoppings, aeroportos e muitos outros destinos turísticos e culturais. A importância do estacionamento para a visitação pode ser observada em vários aspectos como acessibilidade e conveniência, estímulo ao turismo, segurança e prevenção de crimes, facilitação de atividades comerciais, inclusão e acessibilidade. Sendo algo fundamental para aumentar a segurança, conforto, qualidade e é item para o aumento da qualificação do potencial turístico no geossit.

Oferecer incentivos para veículos elétricos, ônibus escolares, promovendo o transporte sustentável e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa. Em resumo, o estacionamento desempenha um papel fundamental na experiência dos visitantes, promovendo o turismo, a economia local, a segurança e a acessibilidade, enquanto também contribui para a preservação do meio ambiente e a promoção do transporte sustentável.

Figura 38. Modelo planejado com imagem do Ópera de Arame e o projeto arquitetônico do estacionamento. (Opera de Arame/divulgação, Modelo arquitetônico da empresa Mei Architecten).



A estufa é um ponto chave do projeto. Estufas para a preservação de biodiversidade, muitas vezes conhecidas como estufas de conservação ou estufas botânicas, são estruturas controladas usadas para cultivar e proteger plantas raras, ameaçadas de extinção ou de importância científica e cultural. Essas estufas oferecem um ambiente controlado onde fatores como temperatura, umidade, luz e ventilação podem ser ajustados para imitar as condições naturais das regiões de origem das plantas, sendo muito importante para a preservação da biodiversidade local

A região de implantação do projeto fica inserida no bioma conhecido como mata atlântica, mas podemos inserir dentro das estufas os três biomas presentes no estado da Bahia, sendo eles o cerrado, caatinga e mata atlântica com foco principal bioma o de mata atlântica que corresponde ao bioma presente localmente. O projeto contempla estufas (**Figura 39**) conectadas, na qual cada estufa teria a sua flora específica permitindo a preservação e o cultivo de plantas que estão criticamente ameaçadas, nativas, endêmicas ou extintas em seus habitats naturais. Variedades raras de plantas, incluindo aquelas historicamente importantes para culturas específicas, podem ser mantidas e propagadas nessas estufas. Uma vez implementado, há a possibilidade de doações de mudas para os visitantes, oferecendo a possibilidade do visitante poder levar para casa exemplares do bioma da região.

Figura 39. Modelo planejado de estufa utilizando o Projeto Eden. (Projeto Eden/divulgação)



Cientistas podem estudar plantas em condições controladas, ajudando a entender melhor suas necessidades de crescimento e como elas respondem a diferentes condições ambientais. Estufas servem como ferramentas educacionais, permitindo que o público aprenda sobre plantas raras e ameaçadas e a importância da biodiversidade. Mesmo com o projeto de biocápsulas, plantas cultivadas nessas estufas podem ser reintroduzidas em seus habitats naturais para reforçar populações selvagens enfraquecidas.

Pesquisadores podem usar estufas para estudar plantas e realizar experimentos de melhoramento genético, ajudando a desenvolver variedades mais resistentes e adaptáveis. Espécies de plantas endêmicas (encontradas apenas em uma região específica) podem ser protegidas, garantindo que não sejam perdidas para sempre. Estufas podem cultivar plantas que desempenham papéis importantes em ecossistemas específicos, preservando assim as interações ecológicas.

Ao proteger plantas raras e ameaçadas, as estufas de conservação contribuem para a preservação da biodiversidade global, um componente essencial da saúde do nosso planeta. Estas estufas desempenham um papel vital na conservação da biodiversidade, garantindo que as futuras gerações tenham acesso à riqueza da vida vegetal que compartilha nosso planeta.

Uma outra estrutura planejada é o mirante do lago (**Figura 40**). Conforme já informado e representado na **Figura 32**, existe a presença de um lago natural no local, que no projeto paisagístico tornaria esse lago mais estruturado, dragando e aumentando o seu tamanho. Os lagos têm várias importâncias e trazem benefícios para as comunidades e o meio ambiente. Eles podem servir como reservatórios temporários para controlar inundações em áreas propensas a cheias.

Aos lagos têm um papel fundamental quando se trata de recreação e turismo, podendo ofertar a oportunidade de atividades de lazer como natação, pesca, canoagem e passeios de barco, além de atrair turistas, ajudando no desenvolvimento econômico e local. Ecologicamente, a lagoa servirá de habitat para várias espécies de peixes, plantas, aves e outros animais, promovendo assim a biodiversidade local.

A presença de uma lagoa ou recurso hídrico no local ajuda a melhorar

o cenário, proporcionando espaços esteticamente agradáveis para a comunidade e aumentando o valor imobiliário na região devido ao atrativo ambiental. Servirá também como ferramenta educacional para ensino sobre hidrogeologia, hidrologia, ecossistemas aquáticos e sua preservação, junto a um controle para estudos científicos sobre ecossistemas aquáticos, poluição da água e da vida selvagem.

O nosso projeto contempla uma estrutura parecida com o do mirante de Abdon Batista/SC, que foi construído com um *layout* moderno e inovador, utilizando madeira plástica, obtida através do processo de reciclagem do lixo, tendo esse material uma maior durabilidade.

Na sustentabilidade e agricultura, a própria água da lagoa pode ser usada para irrigação de terras agrícolas ou mesmo da área verde da ADA, contribuindo para uma maior sustentabilidade do local. Em resumo, as lagoas artificiais desempenham papéis multifacetados em nossas sociedades, contribuindo para o bem-estar humano, a biodiversidade, a qualidade da água e muito mais. Elas são componentes valiosos dos ecossistemas humanos e naturais, desempenhando um papel crucial na sustentabilidade ambiental e no desenvolvimento das comunidades.

Figura 40. Modelo planejado de mirante com lagoa. (Na imagem Mirante Santo Antônio - Município de Abdon Batista/SC)



Mirante turístico (**Figura 41**) será um local elevado ou uma plataforma construída especificamente para oferecer uma vista panorâmica da paisagem e da estratigrafia local (**Figura 26**), sendo um ponto turístico o com características geológicas notáveis, como o afloramento das rochas sedimentares da formação São Sebastião que ocorrem no local e que, conforme avaliação no GEOSIT obteve destaque como sendo e que permite a inclusão de painéis interpretativos, que poderão colaborar para a popularização das Geociências para os visitantes, materiais dos estratos e seus produtos gerados, gerando então um conteúdo lúdico para os visitantes.

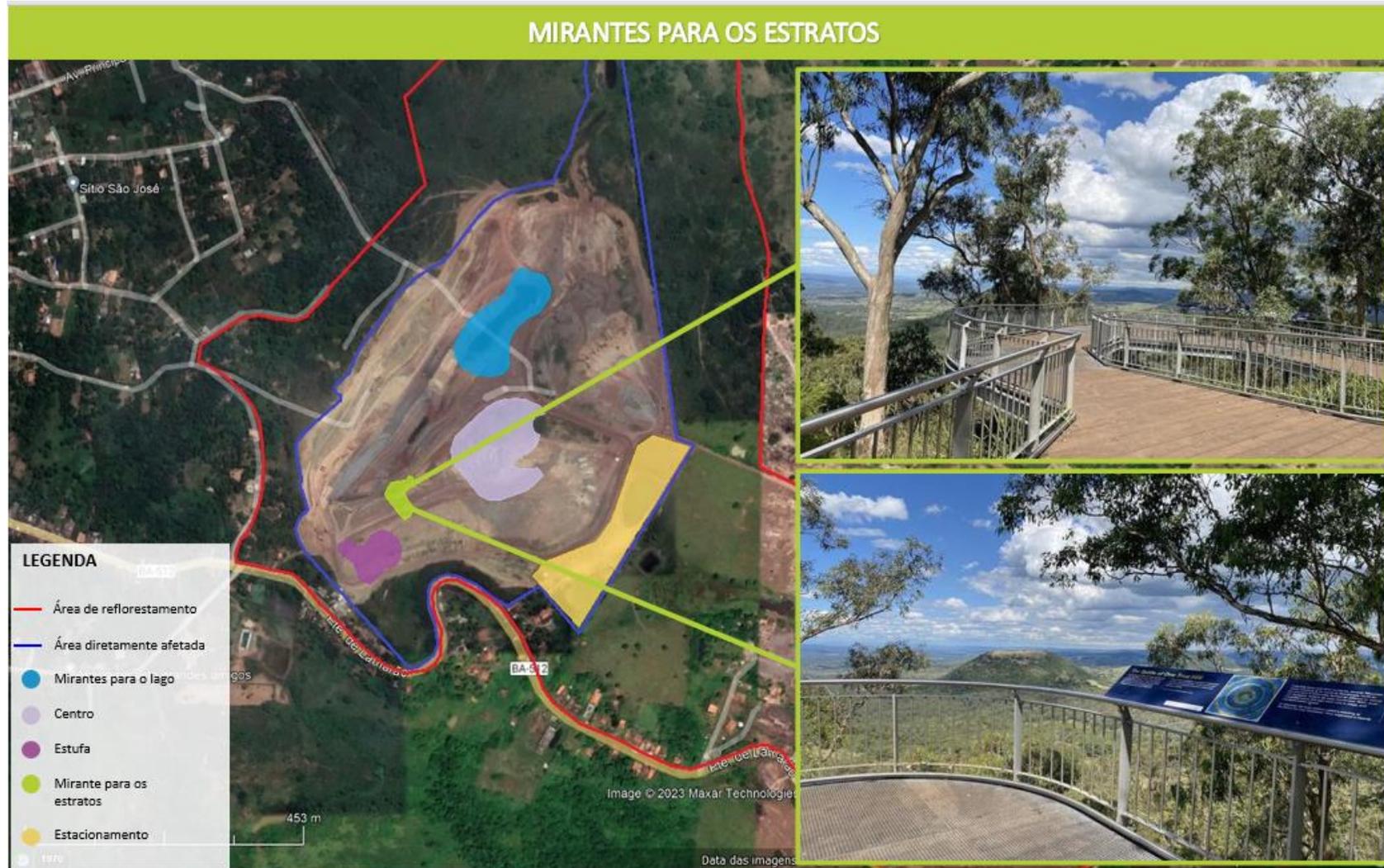
Mirantes proporcionam vistas espetaculares, permitindo que os turistas apreciem a beleza natural ou arquitetônica da região, o que é muitas vezes uma experiência visual inesquecível e podem se tornar atrações turísticas por si mesmos, atraindo visitantes interessados em capturar fotografias impressionantes ou simplesmente desfrutar da vista panorâmica.

Muitos mirantes são pontos de partida para atividades turísticas como trilhas, escaladas, parapente, e outros esportes de aventura, atraindo um público específico de entusiastas. Em áreas naturais, mirantes oferecem uma maneira respeitosa de os turistas apreciarem a vida selvagem e a paisagem sem perturbar os ecossistemas locais. Mirantes podem ser promovidos como parte de circuitos turísticos locais, incentivando os turistas a explorarem uma região mais amplamente.

A criação de mirantes muitas vezes requer infraestrutura e atrai turistas, o que pode impulsionar o desenvolvimento local, incluindo restaurantes, lojas de *souvenirs* e hospedagem nas proximidades. Para muitos turistas, visitar um mirante é uma oportunidade para relaxar, refletir e apreciar a serenidade do ambiente, oferecendo uma experiência de contemplação. Mirantes icônicos muitas vezes se tornam símbolos da região e são usados em campanhas de *marketing* para atrair turistas, tornando-se parte da identidade turística da área.

Em resumo, mirantes turísticos desempenham um papel significativo ao oferecer experiências visuais memoráveis, promover a cultura local, estimular a economia e proporcionar oportunidades únicas para os turistas explorarem e apreciarem a beleza natural e arquitetônica das regiões que visitam.

Figura 41. Modelo planejado de mirante e imagem com a vista do mirante



Uma pista de ciclismo/corrída pode ser acrescentada e consta no projeto, oferecendo uma opção e uma série de benefícios significativos para indivíduos e comunidades, contribuindo para a saúde física e mental, promovendo a sustentabilidade ambiental e fortalecendo o senso de comunidade. Promover atividades ao ar livre incentiva a preservação de espaços verdes e naturais em áreas urbanas. Atividades organizadas nos parques podem conscientizar sobre a importância da saúde física e mental, sendo esse projeto um adaptável, que será oferecido para a INCENOR e através de audiência pública ouvir a população para entender e definir a necessidade e até mesmo votação da população, tendo há necessidade de investimento público privado para a gestão como o exemplo do Parque Mangabeiras, onde a gestão pode ser repassada para o estado ou município.

Existe uma série de benefícios sociais e comunitários como a interação social, já que ciclistas e caminhantes frequentemente interagem entre si, promovendo um senso de comunidade e conexão social. Benefícios inclusivistas já que ambos são geralmente acessíveis a pessoas de todas as idades e níveis de condicionamento físico e parques com trilhas para caminhadas e ciclismo atraem turistas, estimulando o turismo local. Com isso ciclistas e caminhantes podem impulsionar a economia local, promovendo restaurantes, aluguel de bicicletas, e lojas de equipamentos esportivos.

Em resumo, o ciclismo e as caminhadas em parques não apenas beneficiam a saúde individual, mas também contribuem para a saúde das comunidades, do meio ambiente e da economia local. Estas atividades promovem um estilo de vida ativo e sustentável, enquanto também fortalecem os laços sociais e a conexão das pessoas com a natureza.

O engajamento comunitário é um tema muito interessante associado ao projeto, o processo de assembleias públicas para ouvir a população e suas respectivas necessidades é fundamental, já que o envolvimento da comunidade local no processo de tomada de decisões e na implantação do projeto facilita o maior sucesso dele, e a criação de programas educacionais para conscientizar a comunidade sobre a importância da restauração ecológica e valorização do espaço é o caminho para um possível sucesso no uso do espaço.

O monitoramento e a manutenção é um ponto chave no processo e

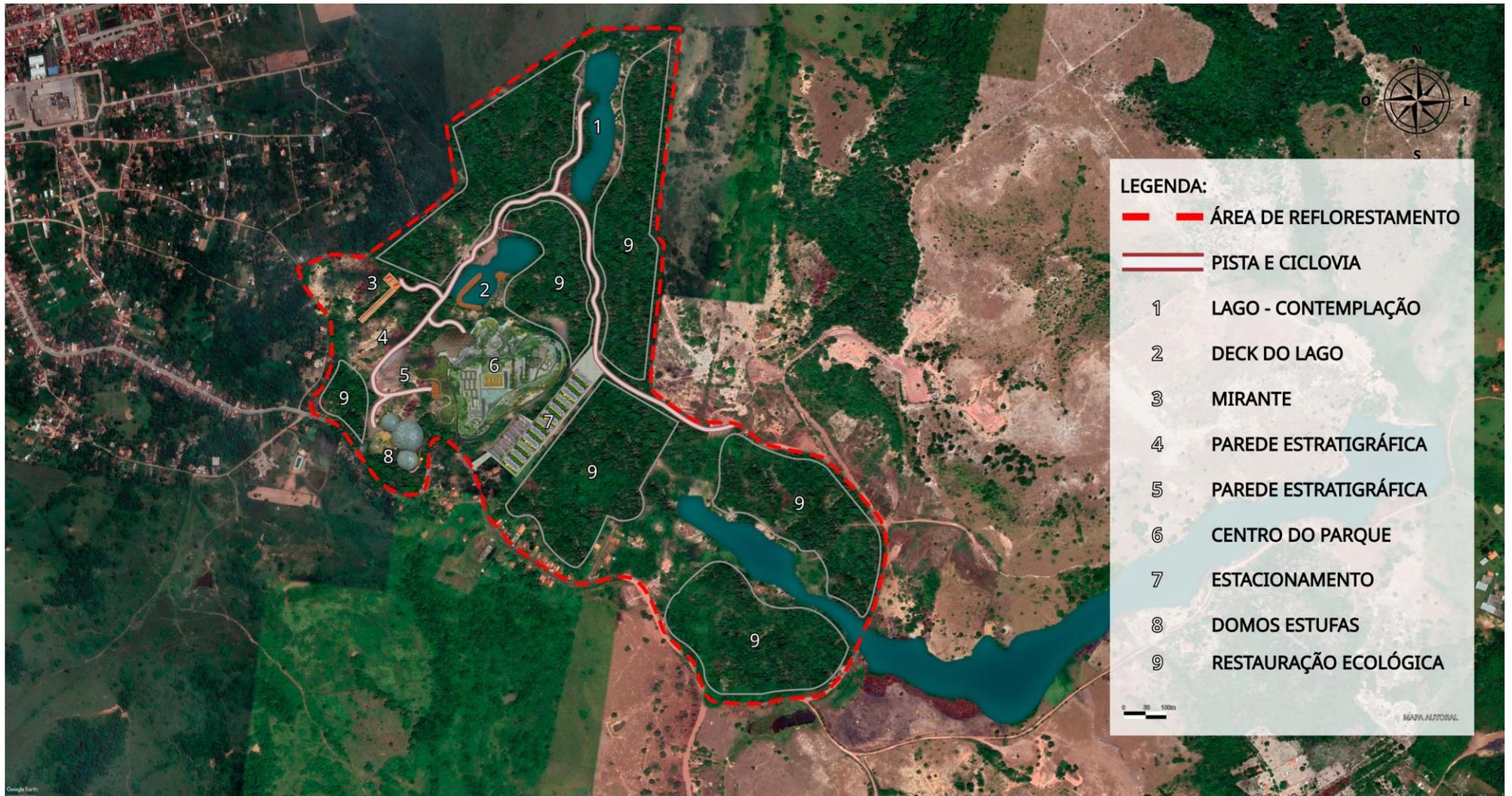
estabelecer um sistema de monitoramento para acompanhar o progresso da restauração e fazer ajustes conformes necessários é um item de evolução contínua e muito importante. Implementar práticas de manutenção regular para garantir o crescimento saudável das plantas e preservar as estruturas paisagísticas.

O cumprimento regulatório e a conformidade legal asseguram que o projeto esteja em conformidade com todas as leis e regulamentações ambientais locais e nacionais. Um projeto paisagístico bem-executado para o fechamento de mina não apenas restaura o ambiente natural, mas também pode beneficiar a comunidade local, proporcionando espaços recreativos, educativos e promovendo a sustentabilidade a longo prazo na região.

O principal produto é justamente o modelo paisagístico final representada pela **Figura 42**, de grande utilidade pública, definindo e colocando a estrutura mostrando em modelo a ser implantado e uma expectativa do seu resultado, importância das modificações e projeção da boa execução.

Ressignificando o local da mina para um novo uso, um uso social, sustentável, de grande potencial econômico e de qualidade de vida para a região, podendo ser um grande marco de replicação para todo o estado da Bahia, um projeto inovador, juntando ferramentas e estruturas inseridas mundialmente de aplicabilidade e funcionamento comprovado e exitoso.

Figura 42. Modelos do resultado paisagístico contemplando todas as estruturas e locais geoturístico da mina (Modelo representativo final).



11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A elaboração do relatório conclusivo técnico para uso do espaço físico da área após o fechamento de minas, tem o intuito de identificar e aproveitar o potencial geoturístico e ecoturismo, identificando as estruturas existentes como lago, sedimentologia, estratigrafia, hidrogeologia, estruturas geológicas, rios e todo o meio físico junto ao levantamento do conhecimento bibliográfico existente de pesquisas e informações levantadas pela própria mineração contribuindo para uma mudança de paradigma no uso da área pós plano de fechamento, agregando diretrizes para capacitação e implantação da geoeducação, lazer, restauração ecológica, geoconservação e popularização da ciência. Podendo ser aplicado em outras áreas impactadas pela mineração, sendo a mina Passé uma proposta piloto, É importante salientar que a mina ainda tem um prazo de operação, sendo que esse projeto será enviado para a INCENOR com o intuito de no final de sua operação, esse relatório ser implantado como prática de fechamento.

Os países analisados no capítulo de legislação adotaram a obrigação do plano de fechamento como requisito obrigatório para a implantação de uma mina. Sendo obrigatório também o estudo de impactos ambientais seguido das ações de mitigação. Comparando o plano de fechamento do Brasil com o plano de outros países. Observou-se que a maioria das mineradoras em outros países precisam fornecer garantias financeiras para a realização de atividades mineira. No entanto, no Brasil, mesmo tendo em vista a realidade internacional e as sugestões feitas pelo Tribunal Federal de Auditoria, isso não é feito.

Ainda há uma necessidade de análise da efetividade dessas legislações e até mesmo do monitoramento, mesmo com legislação específica, há uma necessidade de avaliar a aplicabilidade das leis, e o abandono de minas sem o fechamento adequado ou uso é um problema mundial, algumas legislações como a de Portugal são muito recentes e talvez não haja dado para verificar a efetividade da legislação ou resposta social.

Poderia haver ou ser estabelecido uma alocação de custos para o fechamento no momento da produção entrelaçados de alguma forma, ou implementar valores de outras maneiras no futuro. Dessa forma seria criada uma

possibilidade de fechamento mais adequada, mesmo ele sendo prematuro ou a empresa entrar em falência haveria um recurso para um fechamento mais adequada e mitigação dos impactos.

A inovação desempenha um papel fundamental na melhoria das práticas de fechamento de mina adequado, tornando o processo mais eficiente, sustentável e seguro. A reabilitação ecológica inteligente com o uso das biocápsulas associada a sensoriamento remoto, uso de drones e acompanhamento por imagens de satélites podem ajudar a monitorar o progresso da revegetação e a recuperação dos ecossistemas após o fechamento da mina, diminuindo custo e tendo maior eficácia no processo, auxiliando uma reabilitação mais eficaz.

A modelagem avançada do terreno e da hidrologia pode melhorar o planejamento de fechamento de mina e a avaliação de riscos. Sensores e tecnologias de monitoramento em tempo real podem ser implantados nos taludes da área de estudo para detectar sinais de riscos iminentes, permitindo ação rápida. A análise de big data e a melhoria contínua poderá ajudar a identificar tendências e padrões de comportamento em dados de monitoramento.

A utilização desse espaço em prol da sociedade é algo de grande importância para a região, essa utilização pode transformar a comunidade local e atrair diversas pessoas por diversos motivos, sendo eles: científicos, de lazer, educacional, turístico e ambiental. Esse projeto pode ser um marco de aplicabilidade em toda a Bahia, sendo um modelo piloto, ressignificando a área, gerando um novo propósito para o seu uso.

A quantificação da importância geológica do local, utilizando do aplicativo Geosit, apontou uma relevância nacional para a mina, no quesito educativo, em função da ocorrência de elementos geológicos ensinados em todos os níveis de ensino, ressaltando temas como: ciclo das rochas, onde pode ser explicado a formação das rochas. Outras temáticas que também podem ser exploradas no local, são:

- ✓ Sedimentologia - podem ser explicados os produtos e o uso de cada matéria prima, mostrando as diferenças das rochas, composição e justificativa da coloração de cada material,
- ✓ Estratigrafia - explicação sobre os diferentes os estratos e a

organização e os fenômenos associados a organização das rochas, da geologia estrutural, descontinuidades (falhas e dobras)

✓ Hidrogeologia - consiste em um ponto importante por estarmos falando da formação São Sebastião que é uma formação com potencial hidrogeológico grande e um aquífero estratégico e relevante para a Região Metropolitana de Salvador,

Os aspectos elencados acima apontam uma oportunidade para a popularização científica, tanto para a população local, como demais visitantes.

A implantação do projeto paisagístico ligado a restauração ecológica e uso da área irá aumentar o potencial local, e até mesmo a qualificação no quesito turístico, podendo chegar a um valor de relevância nacional, já que atualmente não há estruturas para visitação, classificando como relevância regional/local, sendo algo inovador para o estado da Bahia.

Comunicação e Transparência é um ponto fundamental, e a criação de plataformas de comunicação online e tecnologias de informação geográfica podem promover a transparência e permitir que as partes interessadas acompanhem o progresso do fechamento de mina, a estrutura se tornar  um grande museu/escola a c eu aberto. A realidade virtual e a realidade aumentada podem ser usadas para treinamento de pessoal e simulações de emergências, melhorando e qualificando as pessoas da região. O envolvimento da comunidade local e partes interessadas durante todo o processo de fechamento irá garantir transparência e poderá abordar preocupações pertinentes da população local.

A inovação no fechamento de mina adequado não apenas melhora a eficiência e a sustentabilidade das operações de mineração, mas também reduz os riscos para o meio ambiente e a seguranç a das comunidades locais. Portanto, a colaboração entre empresas de mineração, instituições de pesquisa, governos e organizações não governamentais desempenha um papel fundamental na promoção da inovação nesse campo.

Cada mina   única, e o plano de fechamento deve ser adaptado às condições específicas do local, bem como às leis e regulamentos aplicáveis. Portanto, é fundamental que as empresas de mineração trabalhem em estreita colaboração com autoridades regulatórias e especialistas em meio ambiente

para garantir um fechamento bem-sucedido e responsável.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. M. Revista Labor, V X, N. XX, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29148/http://www.periodicos.ufc.br/labor/index> ISBN: 1983-5000.

AUSTRALIA. Department of Mines and Petroleum - Mineral House. *Guidelines for Preparing Mine Closure Plans*. Mai. 2015. 96p. Disponível em: <http://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Environment/ENV-MEB-121.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

AUSTRALIA. *Government of Western Australia. Department of Mines, industry Regulation and Safety. 2017.* Disponível em: <http://www.dmp.wa.gov.au/>. Acesso em: 28 ago. 2021.

AUSTRALIA. *Mining act.* 1978. Disponível em: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/wa112633.pdf> . Acesso em: 27 ago. 2021.

ARAÚJO, E. R. *Fechamento de minas no Brasil não tem legislação federal específica e coloca em risco saúde ambiental e de populações locais.* 2º Simpósio Brasileiro de Saúde e Ambiente 19 a 22 out. 2014.

BARBOSA, G. G. *Fechamento de mina: uma abordagem técnica-jurídica do cenário nacional e internacional.* Universidade Federal de Catalão, trabalho de conclusão de curso, 2021.

BARBOSA, A. R. Breve panorama da Legislação Minerária. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, 1994, jul-set. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/viewFile/46332/46904>. Acesso em: 28 ago. 2021.

BONFIM A. L. V. *Inventário Florestal em Área Proposta para Utilização como Jazida Mineral*, Relatório interno. INCENOR Revestimentos Cerâmicos. São Sebastião do Passé, Bahia/Brasil, 2022., maio de 2022.

BRANDÃO, A. T. *Análise Estratigráfica e Hidrogeológica da Fm. São Sebastião no Campo de Araçás, Bacia do Recôncavo – Bahia*. Dissertação (Mestrado em Geologia), 120f. Universidade Federal da Bahia, 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Nós, representantes do povo brasileiro, reunidos em Assembléia Nacional Constituinte para instituir um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais. *Diário Oficial da União*, Brasília/DF, 05 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 fev. 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). *Diário Oficial da União*, Brasília/DF, 28 fev. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-lei/Del0227.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 abril 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília/DF, 12 de abr. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006, revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Portaria nº 237, de 18 out. 2001. Aprova as Normas Reguladoras de Mineração – NRM, de que

trata o Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. *Departamento Nacional de Produção Mineral*, Brasília/ DF, 18 de out. 2001. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-237-em-18-10-2001-do-diretor-geral-do-dnpm/view> . Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Sumário Mineral / Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral. LIMA, Thiers Muniz; NEVES, Carlos Augusto Ramos (Coord.). *Departamento Nacional de Mineração*, Brasília/ DF, 2012. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2012>. Acesso em: 17 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 ago. 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 02 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 26 out. 2020.

CAIXETA, J. M.; BUENO, G. V.; MAGNAVITA, L. P.; FEIJÓ, F. J. *Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá*. Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 163-172, 1994.

CNUMAD – *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

DÁRIO, F.R., ALMEIDA, A.F. *Influência de corredor florestal sobre a avifauna da Mata Atlântica*. Scientia Forestalis, n.58, p.99-109, 2000.

DIAS, P.D. COELHO E.M.S., SILVA R.F.G. *Plano de fechamento de mina: Alternativas para a reutilização da área impactada*. *Revista. gestão e sustentabilidade. ambiental.*, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 371-394, abr./set. 2016.

DOMENICI, T; *Minas Abandonadas ameaçam comunidades e ambiente.* Disponível em: <https://apublica.org/2016/03/minas-abandonadas-ameacam-comunidades-e-ambiente/>. Acesso em: 20 set. 2022.

DOMINGOS, G. E. *Projetos biocápsulas sustentáveis – transformando resíduos em árvores.* Relatório interno Ambipar. 01 maio de 2023

FERRAZ, C. P. “*Inclusão Social, qualidade de vida e suprimento mineral*”. In: Revista Brasil Mineral, n.206; Jun/2002. São Paulo: Signus Editora. P. 22-25.

FEIGELSON, B. *Curso de Direito Minerário.* 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

FILHO, C. V. R. S. *Minerais estratégicos e exploração mineral em Portugal: a Europa vai precisar de metais.* Conexão mineral, 2020, <https://www.conexaomineral.com.br/noticia/1856/minerais-estrategicos-e-exploracao-mineral-em-portugal-a-europa-vai-precisar-de-metais.html> acessado em 01 novembro 2023.

FPMZB. Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica, *Plano de Manejo dos Parques Municipais das Mangabeiras, da Serra do Curral e Fort Lauderdale,* Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020. <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/caderno-1-plano-de-manejo.pdf> acessado em 03 novembro 2023.

FLORES, J.C.C. *Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioambientais,* Tese de doutorado na área de administração e política de recursos minerais. 2006. Unicamp. São Paulo. p.337

FRAGOMENI, A. L. M. *Parques industriais ecológicos como instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa. (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2005) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. p. 110.*

GALO, D. B. *Are mining companies mature for mine closure? An approach for*

evaluating preparedness Resources Policy, Volume 78, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102919>.

GANN, G. D., MCDONALD, T., WALDER, B., ARONSON, J., NELSON, C. R. JONSON, J, HALLETT J. G., EISENBERG, C., MANUEL R. GUARIGUATA, M. R., LIU, J., HUA, F., ECHEVERRÍA, C., GONZALES, C., SHAW, N., DECLEER, K., DIXON, K. W. *International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition*, policy article, Restoration Ecology Vol. 27, No. S1, pp. S1–S46, setembro de 2019.

GLOBAL LEGAL GROUP. *International Comparative Legal Guides: Mining law* 2017. GLG, 4ª ed. 2017. Disponível em: <https://iclg.com/practice-areas/mining-laws-and-regulations>. Acesso em: 31 jan. 2021.

IBRAM – INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. *Revista técnica de biodiversidade e qualidade ambiental, edição 2018.* <https://ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Revista-Biodiversidade.pdf> Acesso em 20/11/2023.

IUCN. 2007 *IUCN Red List of Threatened Species*. (International Union For Conservation of Nature Cambridge, UK), 2007.

JACOBI P.R., SINISGALLI P. A. A. *Governança ambiental e economia verde* Ciência & Saúde Coletiva, 17(6):1469-1478, 2012.

MONTEIRO, M. F. *Estudo hidrogeológico contendo o projeto conceitual do sistema de drenagem da mina, sentido de fluxo subterrâneo e suas relações com o aquífero existente.* Relatório interno. INCENOR Revestimentos Cerâmicos. São Sebastião do Passé, Bahia/Brasil, 2022.

KOOIMAN J. *Modern Governance.* New Government Society Interactions. London: Sage; 1993.

KPMG. Pesquisa Global de Riscos e Oportunidades em Mineração 2021: Um

panorama da América do Sul. Abril 2021. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2021/04/pesquisa-Riscos-Oportunidades-Mineracao.pdf>. Acesso em: Agosto de 2023.

LIMA, E. R, ROCHA, DOURADO A. J.; SCHOBENHAUS, C. *Aplicativo para cadastramento e quantificação de geossítios. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA E CARIBENHA DE GEOPARQUES*, 1., 17-19 nov. 2010, Juazeiro do Norte, CE. [Trabalhos apresentados]. [S.l.: s.n.], 2010.

MACHADO, M. M. & AZEVEDO Ú. R. *Essa tal geodiversidade...* Rev. UFMG, Belo Horizonte V.22, N.1 E 2, P.182 a 193, Jan/Dez. 2015.

METZGER , J. P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, n. 142, p.1138-1140, 2009.

MILHOMEM, P. S.; DE MAMAN, E. J.; OLIVEIRA, F.M.; CARVALHO, M.S.S.; SOUZALIMA, W. *Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Recôncavo*. Phoenix. Ano 5, n. 11. 2003

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa COPAM Nº 127, de 27 de Novembro de 2008. Estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação ambiental da fase de fechamento de mina. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais*, Belo Horizonte/MG, 29 nov. 2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8732>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MONDEJAR, G; REMO, A. *Manifiesto por la conservación, divulgación y uso del patrimonio geológico y la geodiversidad de la region de Múrcia*. In: _____. (Eds.) REUNION NACIONAL DE LA COMISION DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: EL PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CULTURA, TURISMO Y MÉDIO AMBIENTE, 5., 2004, Madrid. Actas... Madrid: Sociedad Geologica de España, 2004. p. 343-348.

MOURA, D. J. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO. Orientador: Prof. Paulo André Barbosa Hollanda Cavalcanti. Universidade Estadual de Goiás, Unidade Niquelândia 2015 (Relatório Monográfico).

MOREIRA, J. C. *Geoturismo e interpretação ambiental* ed. rev. atual. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157 p.; il.

MUSÉE DU LOUVRE. *Paris, France. Louvre Lens.* Disponível em <http://www.louvre.fr/en/louvre-lens-0>. Acesso em: 14 jul. 2021.

MYERS, N., MITTERMEIER, R., MITTERMEIER. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858 (2000). <https://doi.org/10.1038/35002501>

ÓLAFSDÓTTIR, R.; TVERIJONAITE, E. Geotourism: A Systematic Literature Review. *Geosciences* 2018, 8, 234. <https://doi.org/10.3390/geosciences8070234>

OLIVEIRA, R. E., ENGEL, V. L. *A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão.* Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, 2017. <http://dx.doi.org/10.4322/2359-6643.05101>

OLIVEIRA, S.F., CASTRO, T.L., NUNES, E.P. *ESG em projetos – meio ambiente. Workshop Vale: A temática ESG em Projetos.* Belo Horizonte, 2021 (Evento interno Vale).

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT). *Directrices: ordenacion de los parques nacionales y zonas protegidas para el turismo.* Madrid: OMT y PNUMA, 1995. 53 p.

PACTO GLOBAL. *Entenda o significado da sigla ESG (Ambiental, Social e Governança) e saiba como inserir esses princípios no dia a dia de sua empresa.*

Rede Brasil do Pacto Global da ONU. <https://www.pactoglobal.org.br/pg/esg>

Disponível em: Acesso em: 12 de novembro de 2023.

PARANHOS, R. R. A., *Recuperação de áreas degradadas pela mineração em regiões de interesse patrimonial*. Dissertação de mestrado no curso de arquitetura e urbanismo, UFMG, 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD) E PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (ONU MEIO AMBIENTE). *Managing Mining for Sustainable Development*. Bangkok: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. 2018 <https://www.undp.org/publications/managing-mining-sustainable-development> (Acessado em 13 de setembro de 2023).

PERU. *Defensoria del Pueblo. Informe Defensorial nº 171. ¡Un llamado a la remediación!. Avances y pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos. jul 2015*. Disponível em: <http://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/1/1/5/6/1156997.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

PERU. *Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería. Decreto Supremo. 1992*. Disponível em: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/89E200B65DCF6DE9052578C30077AC47/\\$FILE/DS_014-92-EM.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/89E200B65DCF6DE9052578C30077AC47/$FILE/DS_014-92-EM.pdf). Acesso em: 31 jul. 2020.

PINO, Guillermo Vidalon. *Crear y pensar en grande. Foro Energía, Minería, Responsabilidad Social y Medio Ambiente. Sociedad de Comercio Exterior del Perú*. COMEX Peru. 2017. Disponível em: <http://www.comexperu.org.pe/busqueda.aspx?st=mineria>. Acesso em: 03 ago. 2021.

PONTES, J. C., FARIAS, M. S. S, LIMA, V. L. *A mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (eiv) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos POLÊMICA*, 2013. 12(1), 77–90. <https://doi.org/10.12957/polemica.2013.5277>

PONTES, A. R. E RIBEIRO, C. L. *Detalhe Geológico do Recôncavo Central (Mata-Salvador, Candeias-Santo Amaro)*. PETROBRAS. RPBA, arq. DIREX. Rel n. 787.Salvador. 1964.

PORTUGAL. Agência Portuguesa do Ambiente. *Plano Nacional de gestão de Resíduos 2014-2020*. Lisboa, Portugal, 2014. 128p. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/Planeamento/PNGR_rev_20141107_clean.pdf. Acesso em: 04 ago. 2021.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 56/2012. *Diário da República*, 1.^a série, n. 51, 12 de março de 2012. 2012. Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/3161_D.L%2056_2012.pdf. Acesso em: 03 ago. 2021.

PORTUGAL. *Diário da República*, 2.^a série, n. 120 ,23 de junho de 2017 - Anúncio de procedimento n.º 5288/2017 - Página n.º 2. 2017b. Disponível em: <http://edm.pt/wp-content/uploads/2017/06/dr20170623.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2021.

PORTUGAL. Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM). *Competências nas áreas mineira e ambiental*. Portugal, 2017a. Disponível em: <http://edm.pt/competencias-nas-areas-mineira-e-ambiental/>. Acesso em: 4 maio 2021.

PRESS. F., SIEVER R., GROTZINGER.J., JORDAN. T.H. *Para Entender a Terra*. Editora Bookman. 4 ed. Porto Alegre. 2006.

RAJESH, R. *Exploring the sustainability performances of firms using environmental, social, and governance scores*. **Journal of Cleaner Production**, v. 247, 2020, 18p.

REYNOLDS A, CECCON E, BALDAUF C, MEDEIROS K. T, MIRAMONTES O. (2018) *Lévy foraging patterns of rural humans*. PLoS ONE 13(6):e0199099. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199099>

ROCHA, L. C. *As Tragédias de Mariana e Brumadinho É Prejuízo? Para Quem?* ISSN 2318, 2962, Caderno de Geografia, v.31, Número Especial 1, 2021. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31nesp1p184>

ROSA, JCS, SANCHEZ, LE, MORRISON-SAUNDERS, A., 2018. *Getting to 'agreed' post-mining land use – an ecosystem services approach.* 36 (3), 220–229, 2018. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1445175>.

SALES, F. C. V. *Revegetação de área degradada da caatinga por meio da semeadura ou transplântio de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica.* Campina Grande, Patos, 2008.

SALLY INNIS, NADJA C. KUNZ. *The role of institutional mining investors in driving responsible tailings management, The Extractive Industries and Society,* Volume 7, Issue 4, 2020, Pages 1377-1384, ISSN 2214-790X, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.10.014>.

SANTOS, C. F., BRAGA, J. A. E. *O estado da arte da Bacia do Recôncavo.* PETROBRAS, Rio de Janeiro, 4(1): 35-43, jan./mar. 1990.

SAMPAIO, J.A. L., ROSSI, C. C. S. PIERI, B. C. *DESATIVAÇÃO DE MINAS: CONSIDERAÇÕES SOBRE A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA FRENTE A PARÂMETROS INTERNACIONAIS* Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas Santo Ângelo | v. 20 | n. 36 | p. 43-70 | jan./abr. 2020 | DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/rdj.v20i36.2766>

SALVADOR, G. N. *“Mining activity in Brazil and negligence in action”-* Perspectives in Ecology and Conservation 18 (2020) 137–142

SER. Society for Ecological Restoration International, Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group (Version 2: October, 2004)*

SIQUEIRA, L. C. *Political Ambiental para quem? Ponto de Vista • Ambient. soc.* 11 (2) • 2008 • <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2008000200014>

SILVA, H. T. F. DA. *Caracterização do início da fase sinrifte na Bacia do Recôncavo, Estado da Bahia - Discussão sobre a Formação Água Grande e o reconhecimento da erosão do início do rifteamento.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 39., 1996, Salvador. [Anais...] São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996, p. 325-328

SOUTH AFRICA. Department of Mineral Resources. *Mineral and Petroleum Resources Development Act (MPRDA)*. 2002. Disponível em: <http://www.dmr.gov.za/publications/summary/109-mineral-and-petroleum-resources-development-act-2002/225-mineraland-petroleum-resources-development-actmprda.html>. Acesso em: 9 ago. 2021.

SOUTH AFRICA. *National Environmental Management: Waste Act*. 2008. Disponível em <https://www.gov.za/documents/national-environmental-management-waste-act>. Acesso em: 9 ago. 2021.

TABARELLI, M., PINTO, L. P., SILVA, J. M. C., HIROTA, M., BEDE, L., *Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest.* *Conservation Biology* 19, 695–700, 2005.

UNGER, C. J. *A jurisdictional maturity model for risk management, accountability and continual improvement of abandoned mine remediation programs.* *Pol.* 43, 1–10. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.10.008>.

UNITED KINGDON. *Collection - Minerals surveys.* Government UK. Mineral statistics. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/collections/minerals>. Acesso em: 03 ago. 2023.

UNITED KINGDON. *United Kingdon Mineral Yearbook 2013.* British Geological

Survey. Natural Environment Research Council. 2014. Disponível em <http://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=2930>. Acesso em: 30 mai. 2023.

UNITED STATES OF AMERICA. *Abandoned Mines*. Official government website managed by the Bureau of Land Management. 2017a. Disponível em http://abandonedmines.gov/about_abandoned_mines. Acesso em: 9 ago. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Bureau of land Management. General Mining Act. 1872. Disponível em: https://www.blm.gov/wo/st/en/info/regulations/mining_claims.html. Acesso em: 9 ago. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Geological Survey. *Mineral Commodity Summaries*. 2016a: U.S. Geological Survey, 202p. 2016. Disponível em <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. United States Environmental Protection Agency. *Abandoned Mine Site Characterization And Cleanup Handbook*. Agosto de 2000. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/2000_08_pdfs_amsccch.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. United States Department of Labor. *Mine Health and Safety Administration*. Website. 2017b. Disponível em: <https://arlweb.msha.gov/support-resources/state-mining-agencies.asp>. Acesso em: 14 jul. 2021.

YOUNG. *International Principles and Standards for the Ecological Restoration and Recovery of Mine Sites. Restoration Ecology, (2022)* DOI: 10.1111/rec.13771

WATHER SPARK. *O clima de qualquer lugar da Terra durante o ano inteiro* <https://pt.weatherspark.com/> Acessado em: 05 nov. 2023

ZONTA, M. MINERAÇÃO NA ÁFRICA DO SUL: O QUE SOBRA PARA OS SUL-
AFRICANOS? *Desemprego, trabalho precário e pobreza marcam a economia
sul-africana dominada pelos interesses internacionais.* 2018

<https://www.brasilefato.com.br/especiais/mineracao-na-africa-do-sul-o-que-sobra-para-o-povo-sul-africano> Acessado em 04/10/2023