PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA FAZENDA DOS MACHADOS

SETOVI
MINERAÇÃO

SETOVI MINERAÇÃO S.A.

Julho / 2026

AQUINOAMB
Assessoria e Sustentabilidade

Sumário

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO ____ *1*

1.1. Identificação do empreendedor ____ **1**

1.2. Identificação do empreendimento ____ **1**

1.3. Identificação do responsável pela área ambiental do empreendimento ____ **1**

1.4. Identificação do responsável pela elaboração do PRAD ____ **1**

2. DADOS DA ÁREA ____ *2*

2.1. Superficiários ____ **2**

2.2. Localização geográfica ____ **2**

3. ATOS AUTORIZATIVOS ____ *5*

3.1. Regularização Ambiental ____ **5**

3.2. Regularização Minerária ____ **5**

4. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ____ *6*

4.1. Introdução ____ **6**

4.1.1. Contextualização do Projeto ____ 6

4.1.1.1. Caracterização do Projeto ____ 7

4.1.1.2. Implantação do Projeto ____ 11

4.1.1.3. Manejo e destinação dos materiais de corte ____ 14

4.1.2. Seções representativas do retaludamento ____ 15

4.1.3. Natureza da intervenção e resultados esperados ____ 20

4.1.4. Sequência executiva das intervenções ____ 20

4.1.5. Síntese conclusiva ____ 22

4.2. Objetivos geral e específicos ____ **23**

4.2.1. Objetivo geral ____ 23

4.2.2. Objetivos específicos ____ 23

4.3. Diagnóstico da área ____ **24**

4.3.1. Diagnóstico regional ____ 24

4.3.1.1. Meio Físico ____ 24

4.3.1.2. Meio Biótico ____ 25

4.3.1.3. Meio Socioeconômico ____ 29

4.3.2. Diagnóstico local 30
4.3.2.1. Meio Físico 30
4.3.2.2. Meio Biótico 34
4.3.2.3. Meio Socioeconômico 36
4.3.3. Caracterização do cenário pré-intervenção 39
4.3.3.1. Flora 39
4.3.3.2. Fauna 40
4.3.3.3. Meio antrópico 40
4.3.4. Caracterização do cenário pós-intervenção 41
4.3.5. Conclusão do diagnóstico 41
4.4. Estratégia de recuperação 43
4.4.1. Estratégias geotécnicas e físicas 43
4.4.1.1. Retaludamento 43
4.4.1.2. Implantação de sistemas de drenagem superficial 44
4.4.1.3. Manejo e destinação dos materiais de corte 45
4.4.2. Estratégias ambientais 45
4.4.2.1. Decapeamento e reaproveitamento de solo fértil 45
4.4.2.2. Revegetação de taludes 46
4.4.3. Estratégias de conservação da flora e fauna 61
4.4.4. Estratégias socioeconômicas e de gestão 62
4.4.4.1. Gestão de resíduos sólidos (PGRS) 62
4.4.4.2. Valorização do turismo sustentável 63
4.5. Monitoramento das ações de recuperação 63
4.5.1. Auditoria técnica independente 65
4.6. Uso futuro 65
4.7. Cronograma 66
5. REFERÊNCIAS 69
6. ANEXO I- ART 71
7. Anexo II – Mapa de Localização 71
8. ANEXO III - TERMO DE ACORDO DE MEDIAÇÃO e Anexo Único - PD COMPOR nº 200/2024 71
9. Anexo IV - Planta detalhada e arquivos vetoriais 71

10. Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026 71

10.1. Anexo V – A - Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados 71

10.2. Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados 71

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1 - Área abrangida para as ações de recuperação 9
Figura 4-2 - Área do Projeto de Retaludamento 10
Figura 4-3 - Arranjo geral - modelo tridimensional 12
Figura 4-4 Projeção da geometria final do Projeto de Retaludamento sobre imagem de satélite 13
Figura 4-5 Seção 01 - análise de estabilidade em condição drenada (FS = 1,62) 17
Figura 4-6 - Análise de estabilidade da seção 02 em condição drenada (FS = 1,59) 18
Figura 4-7 - Análise de estabilidade da Seção 03 em condição drenada (FS = 1,79) 19
Figura 4-8 - Mosaico de fotos da área do Projeto - feições geomorfológicas e erosivas 32
Figura 4-9 - Mosaico de fotos da área do Projeto - cobertura vegetal atual 35
Figura 4-10 - Centro de Catas Altas e, ao fundo, a área do Projeto 38
Figura 4-11 - Cachoeira da Santa 38
Figura 4-12 - Espaçamento e distribuição das mudas 49
Figura 4-13 - Modelo de muda após o plantio 55
Figura 4-14 Esquema do tutoramento a ser adotado 57
Figura 4-15 – Exemplo de muda após o plantio, o coroamento e a aplicação de corretivo 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 - Organização dos documentos e anexos do PRAD 7
Tabela 4-2 - Síntese dos limites e escopos considerados 7
Tabela 4-3 - Principais dados do Projeto de retaludamento 11
Tabela 4-4 - Sequenciamento de movimentação dos materiais 21
Tabela 4-5 Espécies Ameaçadas - Flora 28

Tabela 4-6 - Relação entre passivos, intervenções e indicadores _____ 42
Tabela 4-7 - Espécies arbóreas recomendadas _____ 50
Tabela 4-8 – Parâmetros e frequência de monitoramento _____ 64
Tabela 4-9 Cronograma macro integrado das intervenções _____ 67
Tabela 4-10 Cronograma de implantação, manutenção e monitoramento _____ 67

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

1.1. Identificação do empreendedor

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR			
Nome: Setovi Mineração S.A.			
CNPJ: 26.017.301/0001-11			
Endereço: Rua Erê, nº 93			Caixa Postal: N/A
Município: Belo Horizonte	Bairro: Prado	UF: MG	CEP: 30.411-052
Fone: [redacted]	E-mail: [redacted]		

1.2. Identificação do empreendimento

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO			
Nome: Setovi Mineração S.A.			
CPF / CNPJ: 26.017.301/0001-11			
Endereço: Fazenda dos Machados			Caixa Postal: N/A
Município: Catas Altas	Distrito ou localidade: Zona Rural	UF: MG	CEP: 35.969-000
Fone: [redacted]	E-mail: [redacted]		

1.3. Identificação do responsável pela área ambiental do empreendimento

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELA ÁREA AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO.	
Nome: [redacted]	
Formação Profissional: Empresário	Cargo: Presidente
Fone: [redacted]	E-mail: [redacted]

1.4. Identificação do responsável pela elaboração do PRAD

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PRAD.		
Nome: [redacted]		Nº da ART: MG20264693540
Formação Profissional: Engenheiro Ambiental	Nº de Registro: CREA [redacted]	UF: MG
Fone: [redacted]	E-mail: [redacted]	
Nome: [redacted]		Nº da ART: MG20264703864 (ANEXO I- ART)
Formação profissional: Engenheiro Florestal	Nº de Registro: CREA [redacted]	UF: MG
Fone: [redacted]	E-mail: contato@biotane.com.br	

2. DADOS DA ÁREA

2.1. Superficiários

O empreendedor é o próprio superficiário.

2.2. Localização geográfica

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA												
Apresentar as coordenadas do empreendimento, referenciadas ao Datum oficial do Sistema Geodésico Brasileiro e do Sistema Cartográfico Nacional, estabelecido conforme Resolução IBGE nº 01 de 2015 como SIRGAS 2000 (código EPSG: 4674).												
Formato Lat/Long	Latitude						Longitude					
	Grau	20	Min	05	Seg	12,9	Grau	43	Min	25	Seg	11,4
Formato UTM* (X, Y)	X: 665219,5				Y: 7778119,1				Fuso: 23 K			
Local (fazenda, sítio etc.): Fazenda dos Machados							Município: Catas Altas					
Referência adicional para localização da área: próximo a Cachoeira da Santa												

Figura 2-1 - Área do Projeto



Figura 2-2 - Localização do Projeto



3. ATOS AUTORIZATIVOS

3.1. Regularização Ambiental

Não se aplica.

3.2. Regularização Minerária

3.2. REGULARIZAÇÃO MINERÁRIA		
Processos ANM nº: 001.834/1958	Grupamento Mineiro nº:	(X) Não se aplica
Substâncias lavradas: Ferro		

4. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

4.1. Introdução

O Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, de titularidade da Setovi Mineração S.A., localiza-se no município de Catas Altas, na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e na Microrregião de Itabira, aproximadamente 2,1 km da sede municipal de Catas Altas e cerca de 120 km de Belo Horizonte.

O presente PRAD tem por finalidade estabelecer as medidas necessárias à recuperação da área impactada da Fazenda dos Machados, a partir do projeto de retaludamento e estabilização geotécnica.

4.1.1. Contextualização do Projeto

A recuperação da área objeto do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados decorre das obrigações estabelecidas no Termo de Acordo de Mediação e Anexo Único - PD COMPOR nº 200/2024, referente à Ação Civil Pública nº 5002394-82.2023.8.13.0572 (ANEXO III - TERMO DE ACORDO DE MEDIAÇÃO), firmado entre o Ministério Público do Estado de Minas Gerais, a Setovi Mineração S.A. e o Município de Catas Altas. O escopo do Projeto de Retaludamento compreende a reconfiguração dos taludes, a implantação do sistema de drenagem superficial, o manejo dos materiais provenientes dos cortes, com vistas à segurança e à estabilidade da área impactada. Não se trata de retomada de atividades de lavra, mas sim de correções necessárias para a estabilização e segurança geotécnica da área. Ou seja, as intervenções previstas não envolvem ampliação de estruturas produtivas nem retomada da atividade minerária, mas a execução de medidas corretivas voltadas à estabilização dos taludes, ao controle do escoamento superficial, ao manejo dos materiais mobilizados e a preparação da área para as atividades de recomposição da cobertura vegetal.

A área total do projeto para execução do PRAD corresponde a 17,15 hectares. O uso futuro estabelecido no acordo compreende a doação de todo o imóvel ao Município de Catas Altas, que deverá instituir Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Para assegurar a rastreabilidade entre o PRAD, o Termo de Acordo e os projetos executivos, o conjunto documental do protocolo foi organizado conforme Tabela 4-1. O Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento constitui o Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026 do PRAD e será apresentado com seus próprios Anexos A e B (Anexo V – A - Avaliação da Estabilidade do

Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados e Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados), correspondentes, respectivamente, à avaliação de estabilidade e ao projeto de drenagem superficial.

Tabela 4-1 - Organização dos documentos e anexos do PRAD

Anexo	Documento
I	ARTs dos responsáveis pela elaboração do PRAD
II	Mapa de localização
III	Termo de Acordo de Mediação e Anexo Único - PD COMPOR nº 200/2024
IV	Planta detalhada e arquivos vetoriais
V	Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026
V - A	Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados
V - B	Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados

Nota de compatibilização: a poligonal do direito minerário, a área do Projeto de Retaludamento e área do Projeto do PRAD possuem áreas e finalidades distintas (Tabela 4-2). A área total do PRAD possui 17,15 hectares e a área do Projeto de Retaludamento possui 11,87 hectares. A área do Direito Minerário possui 25,3 ha hectares, sendo que apenas 5,1 hectares da área do PRAD estão fora do limite do Direito Minerário. Da área do Projeto de Retaludamento, 4,77 ha estão fora do Direito Minerário (processo ANM nº 001.834/1958)

Tabela 4-2 - Síntese dos limites e escopos considerados

Recorte	Área / referência	Finalidade
Direito minerário	Processo ANM nº 001.834/1958; aproximadamente 25,3 ha	Titularidade do Direito Minerário
Área total do Projeto para execução do PRAD	17,15 ha	Abrange a área considerada para recuperação e monitoramento.
Área do Projeto de Retaludamento	Aproximadamente 11,87 ha	Concentra a intervenção de engenharia para conformação e estabilização dos taludes.
Áreas de apoio e manejo	A definir no planejamento executivo e nas autorizações aplicáveis	Somente poderão ser utilizadas em locais regularizados e tecnicamente compatíveis.

4.1.1.1. Caracterização do Projeto

A área do Projeto corresponde a antiga lavra a céu aberto de minério de ferro, paralisada desde 1999, na qual permaneceram taludes irregulares, superfícies expostas, materiais

inconsolidados, pilhas remanescentes e drenagem superficial desorganizada. O seu escopo é exclusivamente corretivo, considerando o passivo a ser recuperado em áreas caracterizadas como frentes de lavra a céu aberto e as áreas de beneficiamento e estoque de minério. A retirada de recursos minerais da área, após licenciamento ambiental, é "única e exclusivamente para fins de possibilitar a recuperação da área degradada e na exata quantidade imprescindível para possibilitar a execução das medidas de recuperação".

O Projeto de Retaludamento tem uma área de aproximadamente 11,87 hectares e tem as seguintes finalidades:

- Estabilização dos Taludes: O projeto visa remodelar os taludes íngremes para aumentar a estabilidade e prevenir deslizamentos na área da mina desativada.
- Controle de Erosão e Drenagem: Organizar a drenagem das águas pluviais para evitar infiltração descontrolada, reduzindo a erosão e riscos ambientais.
- Minimização de Impactos Locais: Uso de soluções de menor vibração, controle de poeira e comunicação transparente para proteger a comunidade local.
- Compromissos Legais e Ambientais: Projeto desenvolvido conforme normas técnicas e acordos ambientais para garantir segurança pública e sustentabilidade.

Tanto o Projeto de Retaludamento quanto o PRAD buscam:

- Reduzir os riscos geotécnicos associados aos taludes instáveis, mediante retaludamento, conformação das superfícies, implantação do sistema de drenagem superficial e revegetação da área.
- Mitigar processos erosivos e reduzir o carreamento de sedimentos para as drenagens naturais associadas às cachoeiras Maquiné e da Santa.
- Corrigir os passivos ambientais acumulados, mediante o manejo dos materiais instáveis, a organização da drenagem superficial e a recomposição progressiva da cobertura vegetal.

Portanto, as intervenções constituem etapa essencial para o encerramento e a consolidação da recuperação da antiga área minerada, com foco na redução dos riscos geotécnicos, na proteção das drenagens naturais e na preparação da área para sua futura destinação em Unidade de Conservação.

Figura 4-1 - Área abrangida para as ações de recuperação



Fonte: Aquinoamb, 2026.

As intervenções concentram-se predominantemente em superfícies já antropizadas. Conforme o Projeto de Retaludamento, foi adotado uma distância mínima de 50 m de afastamento dos talvegues que alimentam as cachoeiras da Santa e Máquiné (Figura 4-2).

Figura 4-2 - Área do Projeto de Retaludamento



4.1.1.2. Implantação do Projeto

A execução do Projeto de Retaludamento compreenderá a preparação das frentes de obra, a remoção de materiais soltos e blocos instáveis, a reconfiguração progressiva dos taludes, a implantação das estruturas de drenagem superficial e a proteção das superfícies concluídas. As atividades serão desenvolvidas de forma setorizada e descendente, acompanhando o sequenciamento de engenharia e permitindo que as medidas de revegetação sejam implantadas à medida que cada trecho atingir sua geometria final. As ações de recuperação incluem a conformação dos taludes instáveis, o manejo dos materiais remanescentes da antiga exploração, a implantação dos dispositivos de drenagem e contenção de sedimentos e a recomposição topográfica e vegetal das superfícies tratadas. A Tabela 4-3 reúne os principais dados do Projeto de Retaludamento.

Tabela 4-3 - Principais dados do Projeto de retaludamento

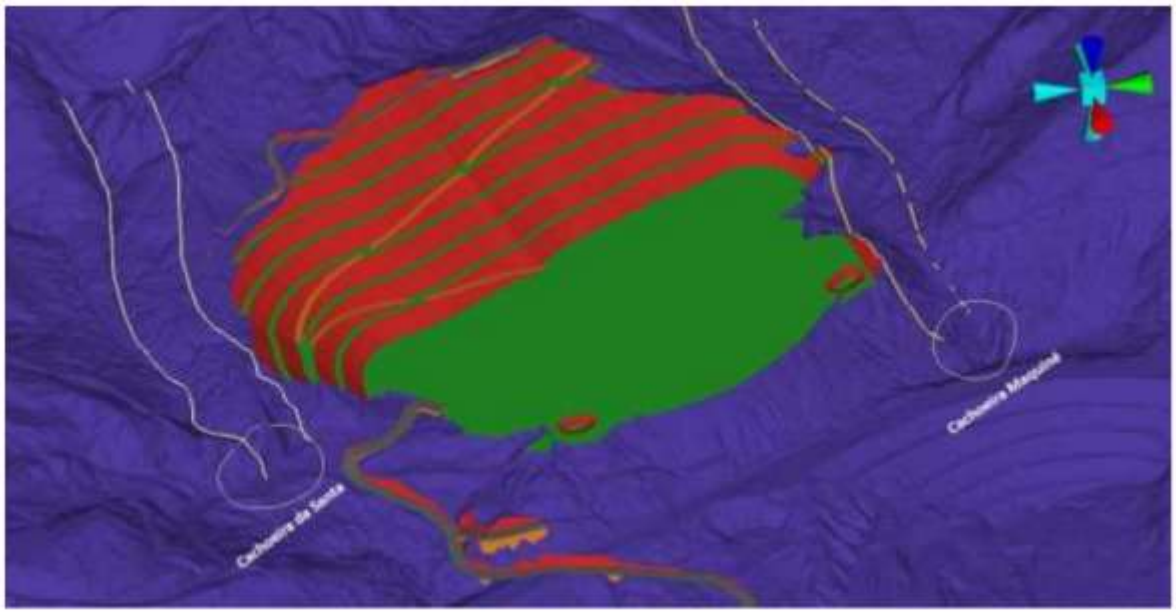
DADOS GERAIS	
Coordenadas do centro da crista (UTM)	7778115 S / 665158 E
Finalidade Principal	Correção geométrica e estabilização geotécnica conforme os parâmetros de projeto dos taludes da antiga cava; remoção de blocos e materiais instáveis; implantação da drenagem; preparação das superfícies para revegetação e para a futura destinação conservacionista da área.
Início previsto das obras	2026
Prazo estimado de execução	66 a 72 meses.
Método executivo	Retaludamento progressivo e descendente, em bancadas, conforme o sequenciamento e a geometria do projeto de engenharia.
Revestimento – Proteção Superficial	Modelagem de taludes com sistema de drenagem superficial associado e posterior recobrimento com solo e revegetação, visando controle erosivo, estabilidade a longo prazo e integração paisagística.
Controle do escoamento e dos sedimentos	Canaletas nos bancos, descidas d'água, dissipadores e bacias de sedimentação POND A e POND B, conforme o Projeto Executivo de Drenagem Superficial (Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados).
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Cota da crista:	El. 920 m
Altura das bancadas:	10 m
Largura das bermas:	5 m
Inclinação dos taludes:	Taludes em xistos/filitos: ângulo de face de projeto de 25°; Taludes em itabiritos/formações ferríferas: ângulo de face de projeto de 33° a 38°; Geometria final sujeita a ajustes em função dos resultados detalhados das análises de estabilidade geotécnica.
Área do retaludamento	Aproximadamente 11,87 hectares.

Volume estimado a ser movimentado	Aproximadamente 781 mil m³ de formação ferrífera e 2,771 milhões de m³ de xisto, filito e quartzito, conforme o Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados (Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026).

O sistema de drenagem superficial será implantado conforme o Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados. Estão previstas canaletas nos bancos, descidas d'água, estruturas de dissipação e duas bacias de sedimentação e amortecimento, denominadas POND A e POND B, com volumes de 449,0 m³ e 579,7 m³, respectivamente. O lançamento após clarificação deverá ocorrer a jusante das cachoeiras Maquiné e da Santa, e os sedimentos retidos deverão ser removidos sempre que necessário para preservar a capacidade dos dispositivos. As estruturas serão objeto de inspeção e manutenção periódicas durante a execução e no período de consolidação da recuperação.

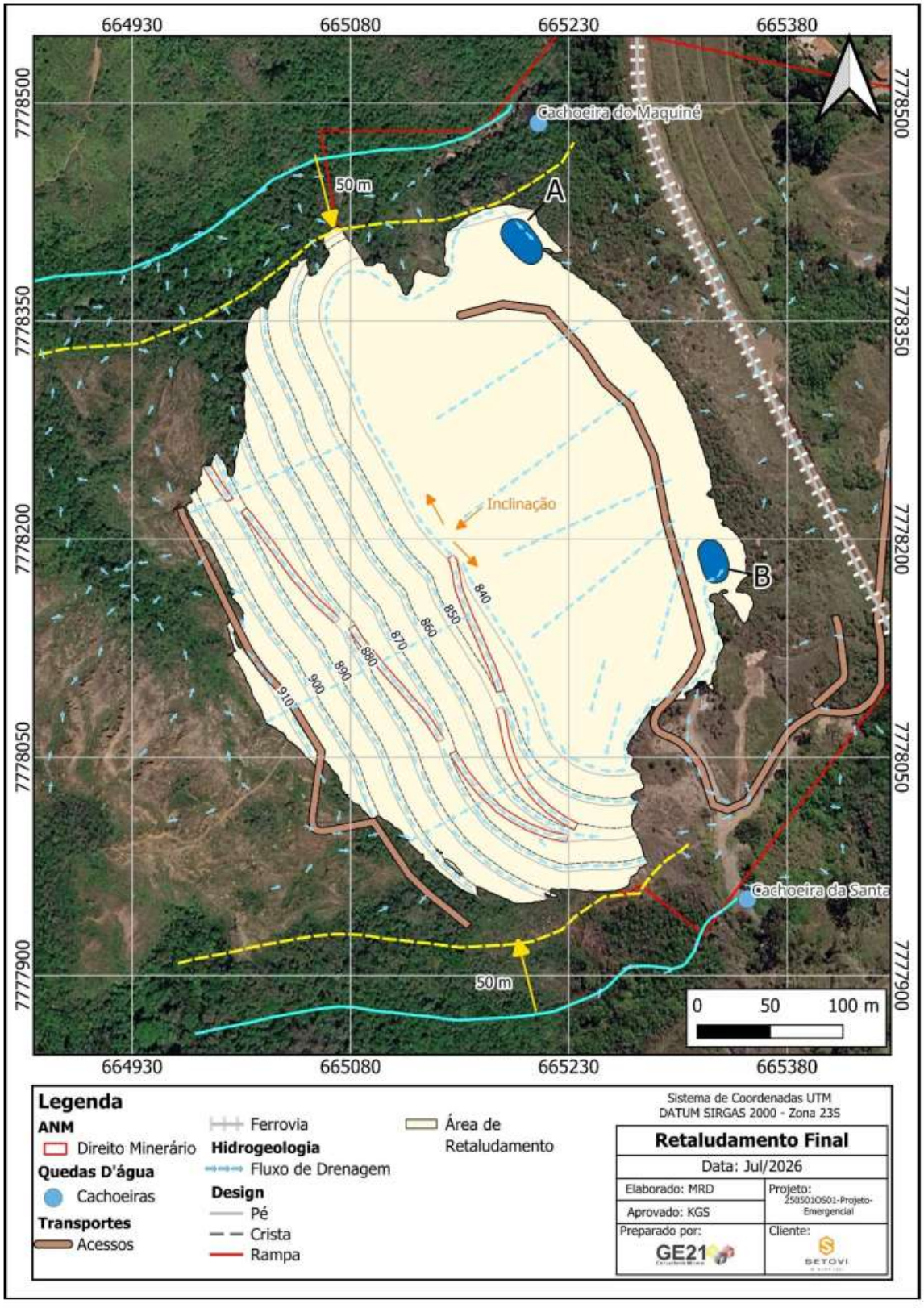
O modelo tridimensional das intervenções e a conformação final do terreno são apresentados na Figura 4-3. A Figura 4-4 apresenta a geometria projetada sobreposta à imagem de satélite.

Figura 4-3 - Arranjo geral - modelo tridimensional



Fonte: GE21 2026.

Figura 4-4 Projeção da geometria final do Projeto de Retaludamento sobre imagem de satélite



O acesso às frentes de obra ocorrerá prioritariamente por vias existentes, que serão readequadas quando necessário. O tráfego de veículos e equipamentos deverá seguir as rotas e os procedimentos de segurança definidos no projeto, incluindo o controle do trecho com declividade superior a 10%, as leiras de proteção, o sistema de “Pare e Siga” e a saída de emergência previstos. As vias deverão dispor de drenagem lateral e manutenção compatível com o avanço das obras, de modo a evitar a formação de sulcos, ravinas e lançamentos concentrados sobre os taludes.

As adequações das vias internas compreenderão a regularização do leito, a correção de pontos erosivos e a implantação dos dispositivos de drenagem necessários à condução segura das águas pluviais. Essas medidas deverão ser coordenadas com o sistema principal de canaletas, descidas d'água, dissipadores e bacias de sedimentação, evitando o aporte direto de sedimentos às drenagens naturais.

A estabilização geotécnica será realizada mediante a remoção controlada dos materiais instáveis, a conformação de bancadas e bermas e a regularização das superfícies, conforme os parâmetros dos projetos anexos. A geometria final deverá conciliar os critérios de estabilidade, a segurança da execução, o funcionamento do sistema de drenagem, a revegetação e as restrições aplicáveis ao uso futuro da área.

As ações de recuperação ambiental associadas à execução das intervenções abrangem a preparação do solo nas áreas reconfiguradas, a reaplicação do solo decapado previamente estocado e o plantio de espécies nativas selecionadas, visando à rápida proteção superficial dos taludes, à redução de processos erosivos e à recomposição gradativa das funções ecológicas locais. As intervenções serão acompanhadas por ações de monitoramento geotécnico e ambiental, que incluirão a verificação sistemática do desempenho das estruturas de drenagem e contenção de sedimentos, da estabilidade dos taludes e da evolução da cobertura vegetal, permitindo o ajuste de medidas corretivas sempre que necessário durante a vigência do PRAD.

4.1.1.3. Manejo e destinação dos materiais de corte

Os materiais provenientes do retaludamento deverão ser segregados, carregados, transportados e manejados de acordo com sua natureza e com o planejamento executivo. A movimentação decorre exclusivamente da geometria necessária à estabilização. Eventual britagem, classificação, aproveitamento econômico ou destinação comercial da formação ferrífera não é autorizada por este PRAD e dependerá de regularização minerária e ambiental específicas, ficando limitada, conforme o Termo de Acordo de Mediação, aos materiais cuja

remoção seja tecnicamente indispensável às obras. Os materiais não ferríferos deverão ser reutilizados na conformação prevista, mantidos temporariamente em áreas controladas ou destinados a local regularizado. O aproveitamento eventualmente autorizado não poderá ser interpretado como retomada de lavra ou como continuidade de atividade produtiva após a conclusão das intervenções.

4.1.2. Seções representativas do retaludamento

As seções representativas, extraídas do Anexo V – A - Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, ilustram a conformação final dos taludes da antiga cava e sua relação com os materiais geológicos, os acessos e as estruturas de drenagem. A situação atual decorre da exploração minerária pretérita sem uma geometria final de encerramento e apresenta superfícies irregulares, escarpas, blocos instáveis, feições erosivas e ausência de drenagem superficial organizada.

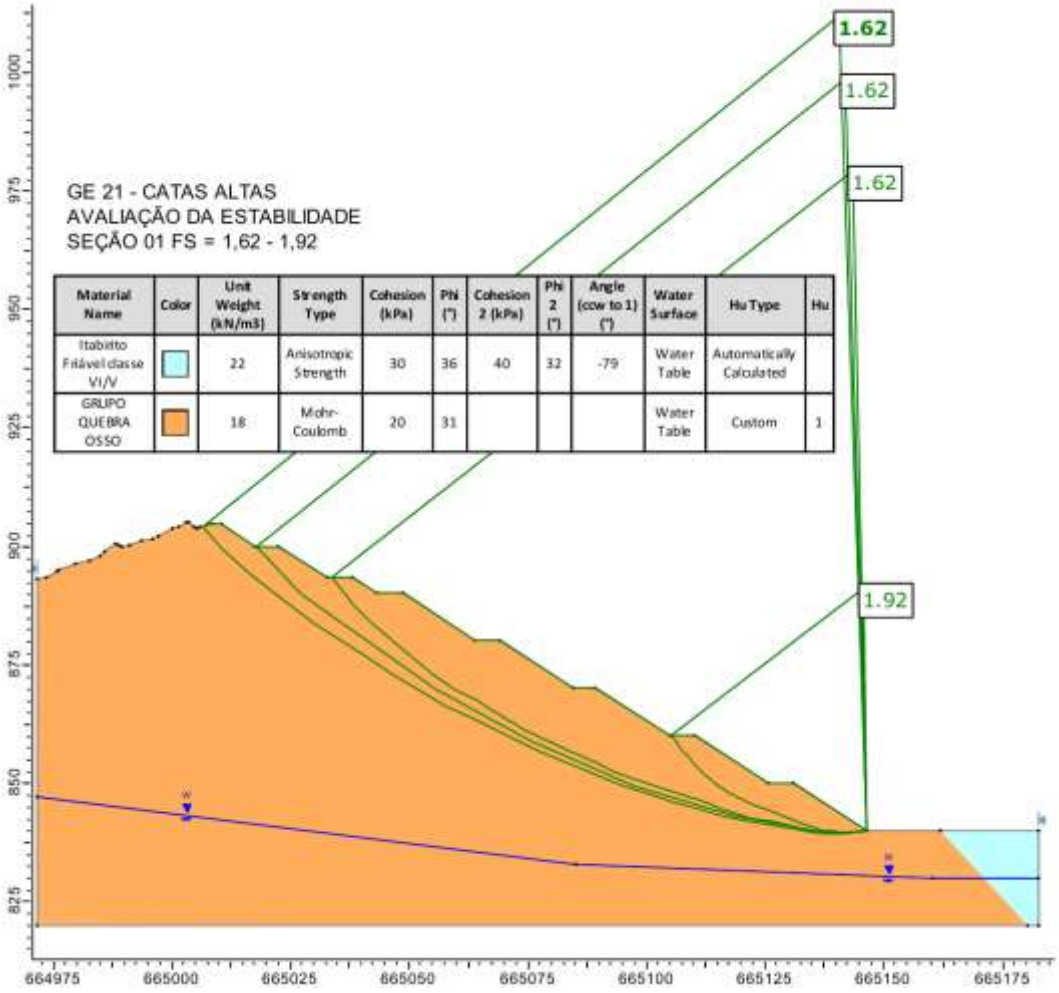
Na condição presente, não há taludes com geometria definida segundo critérios de engenharia: os cortes são irregulares, com inclinações frequentemente superiores às admissíveis para as litologias xistosas e ferríferas, intercalados por patamares descontínuos e por acumulações desordenadas de material inconsolidado. O escoamento das águas pluviais ocorre de forma difusa e descontrolada sobre esse relevo acidentado, favorecendo a formação de sulcos, ravinas e voçorocas, bem como o carreamento de sedimentos em direção às drenagens naturais e às áreas de interesse turístico. Nessas condições, a cava se caracteriza mais como um conjunto de encostas intensamente erodidas e instáveis do que como uma estrutura de lavra com geometria minimamente regularizada.

O projeto transforma a configuração atual em um conjunto de taludes e bermas com parâmetros definidos para a estabilidade de longo prazo e para a recuperação ambiental. Foram adotadas bancadas de 10 m de altura e bermas de 5 m de largura, com ângulo de face de 25° nos trechos em xisto/filito e de 33° a 38° nos trechos em formação ferrífera, itabirito e quartzito, conforme o Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026.

O Anexo V – A - Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados apresentou as Seções 01, 02 e 03 nas condições drenada e pseudoestática. Para a geometria final, foram obtidos fatores de segurança drenados de 1,62, 1,59 e 1,79 e fatores pseudoestáticos de 1,43, 1,41 e 1,65, respectivamente, superiores aos critérios mínimos

adotados no próprio estudo. Os resultados são apresentados na Figura 4-5, Figura 4-6 e Figura 4-7, respectivamente, em condição drenada.

Figura 4-5 Seção 01 - análise de estabilidade em condição drenada (FS = 1,62)



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Cohesion 2 (kPa)	Phi 2 (°)	Angle (ccw to 1) (°)	Water Surface	Hu Type	Hu
Itabirito Friável classe VI/V		22	Anisotropic Strength	30	36	40	32	-79	Water Table	Automatically Calculated	
GRUPO QUEBRA OSSO		18	Mohr-Coulomb	20	31				Water Table	Custom	1

Figura 4-6 - Análise de estabilidade da seção 02 em condição drenada (FS = 1,59)

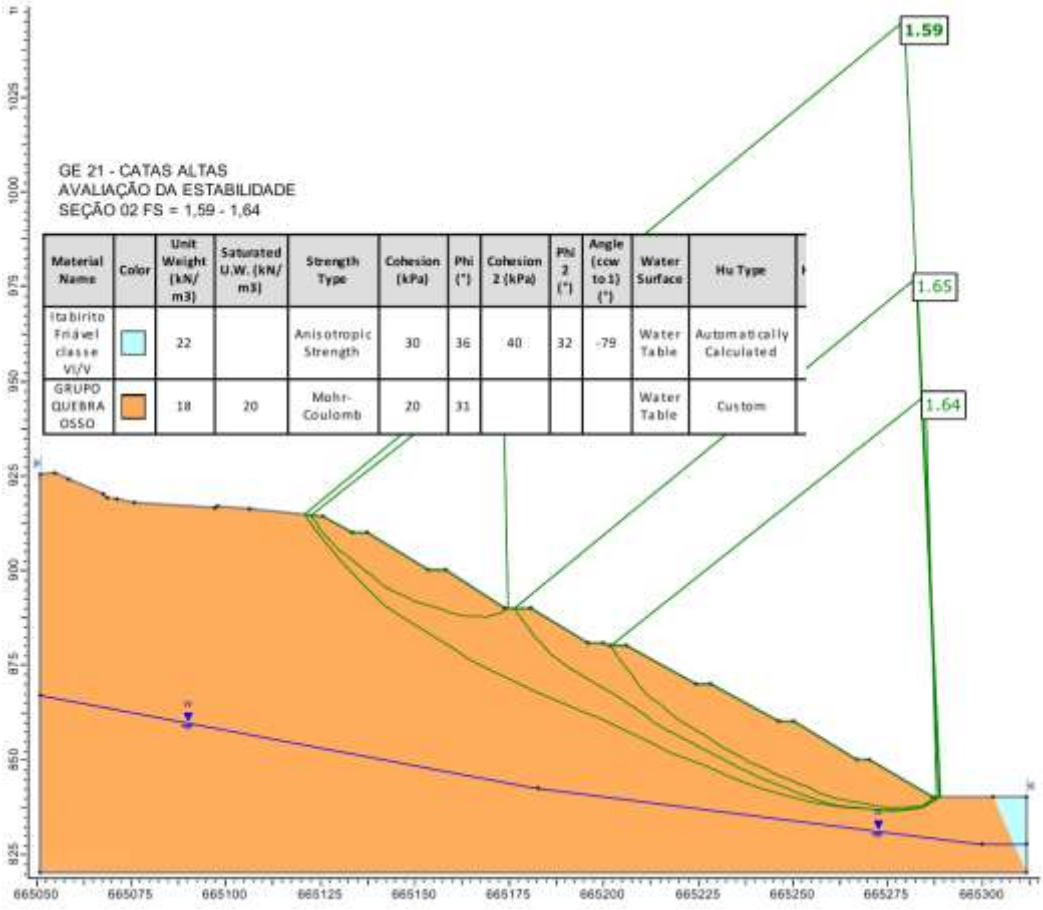
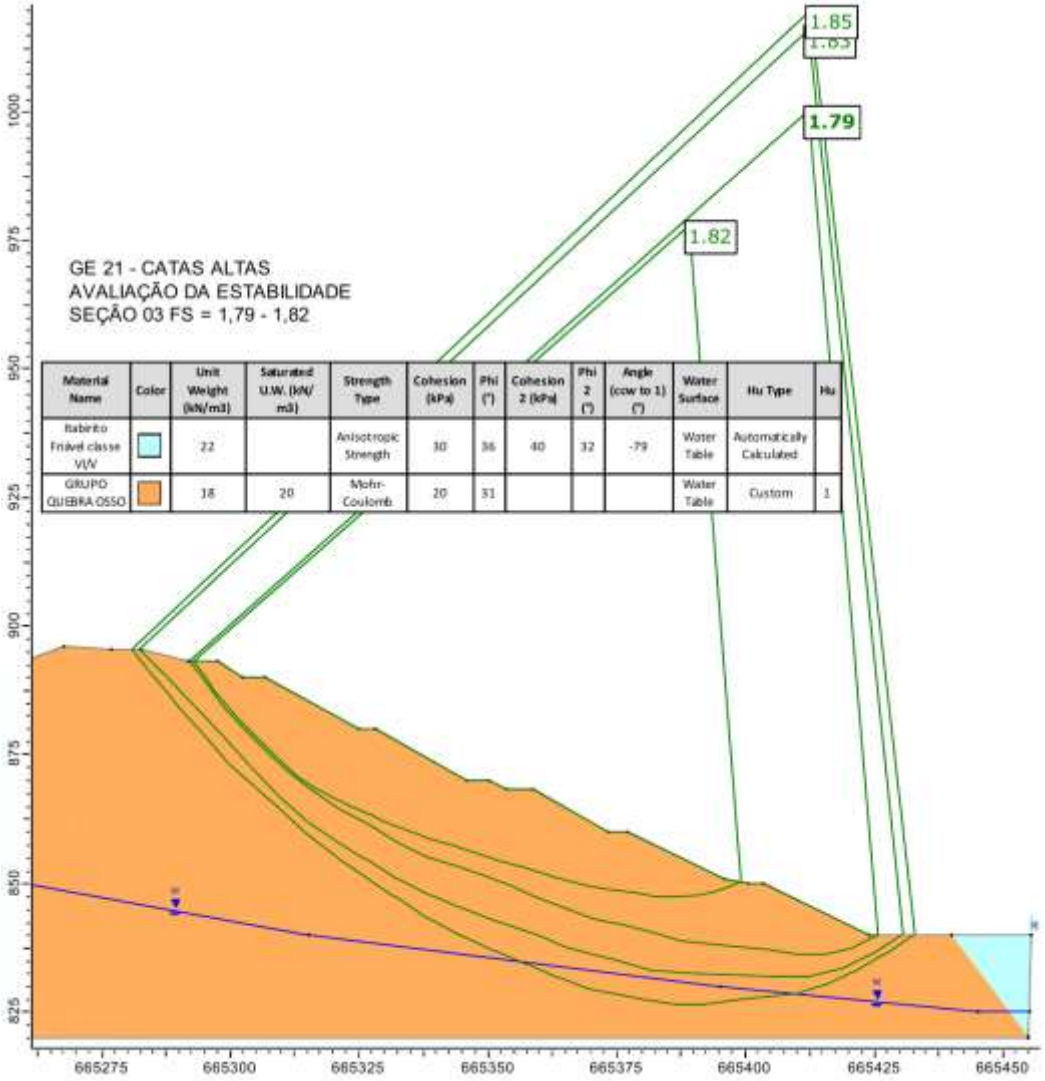


Figura 4-7 - Análise de estabilidade da Seção 03 em condição drenada (FS = 1,79)



As seções pressupõem que o retaludamento seja executado progressivamente, de cima para baixo e banco a banco, com a formação controlada das bermas intermediárias. Essas bermas funcionarão como elementos de segurança, acessos de serviço e patamares para a implantação e manutenção das estruturas de drenagem e das medidas de proteção superficial.

Nos setores dominados por formação ferrífera fraturada, as seções destacam a retirada de saliências e blocos instáveis, substituindo faces abruptas e descontínuas por superfícies de inclinação compatível com os parâmetros geotécnicos de projeto. A nova geometria busca não apenas atender aos requisitos de estabilidade, mas também criar condições adequadas para o recobrimento com solo e a revegetação, evitando inclinações excessivas que dificultem o enraizamento e favoreçam a erosão superficial.

As seções também incorporam o sistema de drenagem previsto no Projeto de Drenagem, apresentado no Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados. O sistema intercepta e conduz o escoamento de forma controlada, reduzindo o aporte de sedimentos às drenagens naturais associadas às cachoeiras Maquiné e da Santa.

4.1.3. Natureza da intervenção e resultados esperados

A intervenção consiste na execução do Projeto de Retaludamento e das ações ambientais associadas para o encerramento e a recuperação definitiva da antiga área minerada da Fazenda dos Machados. As medidas destinam-se a corrigir a geometria do terreno, remover condições de instabilidade, organizar a drenagem superficial, controlar a erosão e restabelecer uma cobertura vegetal compatível com a estabilidade e com a futura destinação da área à conservação. Cabe ressaltar que a movimentação da formação ferrífera está vinculada à geometria necessária à estabilização dos taludes, conforme aponta os projetos da GE21, em anexo.

O retaludamento envolverá a movimentação aproximada de 781 mil m³ de formação ferrífera e 2,771 milhões de m³ de xisto, filito e quartzito, conforme Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026. Os materiais serão manejados segundo sua natureza e o planejamento executivo, observadas as áreas regularizadas, os controles de drenagem, a prevenção de emissões de poeira e as condições de segurança.

4.1.4. Sequência executiva das intervenções

A execução do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados será realizada de forma progressiva, conforme o sequenciamento físico apresentado no Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados. O Ano 6 contempla a movimentação remanescente dos materiais constituídos por xisto, filito e quartzito.

A duração do plano de retaludamento é de 66 a 72 meses e inclui o sequenciamento das frentes, a configuração final dos taludes e a implantação progressiva das medidas ambientais, condicionado às condições climáticas e ao avanço das escavações. Concluídas as obras, permanecerão apenas as atividades de manutenção, monitoramento e consolidação da recuperação.

As estimativas apresentadas no Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados indicam a movimentação aproximada de 781 mil m³ de formação ferrífera e 2,771 milhões de m³ de xisto, filito e quartzito ao longo do retaludamento. Esses quantitativos decorrem da geometria necessária à estabilização dos taludes e deverão ser confirmados e controlados durante a execução, por meio dos levantamentos e registros de obra.

O retaludamento será desenvolvido de acordo com o sequenciamento de movimentação dos materiais apresentado na Tabela 4-4. Os valores apresentados correspondem aos volumes considerados no sequenciamento do Projeto de Retaludamento e decorrem da implantação gradual da geometria prevista.

Tabela 4-4 - Sequenciamento de movimentação dos materiais

Ano	Formação ferrífera — hematitas e itabiritos (mil m³)	Xisto, filito e quartzito (mil m³)
1	164	513
2	167	514
3	158	672
4	169	553
5	123	170
6	—	349
Total	**781**	**2.771**

Fonte: GE21, 2026.

O Projeto de retaludamento abrange aproximadamente 11,87 ha, com o talude mais elevado situado na cota 920 e o mais baixo na cota 810, sendo indicada a cota 840 para a geometria final. A altura dos bancos, a largura das bermas e os ângulos de face seguem os parâmetros estabelecidos no Memorando Técnico e avaliados no estudo de estabilidade geotécnica integrante de seu Anexo A.

Os acessos externos e internos associados à execução possuem largura projetada de 5 m e declividade máxima de 10%. Na entrada do Projeto, foi previsto um trecho de aproximadamente 150 m com inclinação superior a 10%. O Memorando Técnico estabelece medidas específicas de segurança operacional, incluindo funcionamento das atividades somente nos dias úteis e entre 8h e 17h, controle de circulação pelo sistema “Pare e Siga”, passagem de apenas uma máquina por vez e implantação de leiras de segurança.

Inicialmente, serão realizadas a limpeza da área e a remoção de blocos rolados e de materiais provenientes dos deslizamentos e processos erosivos existentes. Essas ações antecedem e acompanham o avanço do retaludamento, com o objetivo de eliminar materiais em

condições desfavoráveis à segurança e possibilitar a implantação progressiva da geometria projetada.

A implantação da drenagem superficial acompanhará o avanço da geometria do retaludamento. O sistema projetado contempla canaletas longitudinais nos bancos e descidas de água nas faces dos taludes. O escoamento foi dividido em seis bacias de contribuição, direcionadas para três descidas de água, de forma a evitar a concentração de volumes elevados em uma única estrutura. Para os bancos, foram adotadas declividade longitudinal de 1% e declividade transversal de 5%.

O Projeto de Drenagem determina a preparação das estruturas para o período chuvoso nos dois meses que antecedem as chuvas e a remoção periódica dos sedimentos acumulados, de modo a preservar a capacidade de funcionamento dos dispositivos.

À medida que cada setor atingir a geometria prevista e dispuser das estruturas necessárias ao controle do escoamento superficial, serão implantadas as medidas de proteção do solo e recomposição vegetal estabelecidas neste PRAD. Essa execução progressiva tem por finalidade reduzir o período de permanência de superfícies expostas, contribuir para o controle do carreamento de sedimentos e favorecer a integração das áreas concluídas ao processo de recuperação ambiental. O próprio Memorando Técnico indica, como medidas de controle, a drenagem provisória das áreas de obra, a instalação de estruturas de contenção de sedimentos e a revegetação rápida das superfícies expostas.

4.1.5. Síntese conclusiva

Considerando o projeto de retaludamento da antiga cava, observa-se que o Projeto incorpora um conjunto de práticas preventivas de controle ambiental e de segurança geotécnica, tais como:

- Correção geométrica dos taludes, com adoção de bancadas regulares e ângulos compatíveis com as condições geológico-geotécnicas locais;
- Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas de crista e pé de talude, descidas d'água e canais de desvio), reduzindo a incidência de processos erosivos e o carreamento de sedimentos para os cursos d'água;
- Instalação de bacias de contenção, estruturas de dissipação de energia e filtros naturais a jusante das áreas de intervenção, visando à retenção de sólidos e à proteção das drenagens naturais, em especial aquelas que contribuem para as cachoeiras Maquiné e da Santa;

- Decapeamento, estocagem adequada e reaplicação do solo orgânico sobre as superfícies reconfiguradas, favorecendo a implantação da cobertura vegetal;
- Revegetação progressiva das áreas retaludadas e das demais superfícies reconformadas, com vistas ao controle erosivo, à proteção superficial e à integração paisagística com o entorno;
- Previsão de monitoramento geotécnico e ambiental ao longo da execução e após a conclusão das obras, para avaliação do desempenho das estruturas implantadas e da eficácia das medidas de controle.

De modo geral, o projeto parte de uma antiga área minerada sem geometria final e sem drenagem adequada e propõe uma configuração planejada, estável e compatível com a recuperação ambiental. A concepção integra retaludamento, drenagem, manejo dos materiais, proteção superficial, revegetação e monitoramento, com o objetivo de encerrar os passivos existentes e preparar a área para sua destinação permanente à conservação.

4.2. Objetivos geral e específicos

4.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste PRAD é restabelecer a estabilidade física e a funcionalidade ambiental da antiga área minerada, mediante a integração entre retaludamento, drenagem superficial, controle de erosão, manejo e proteção do solo, revegetação e monitoramento, até o atendimento dos critérios de sucesso compatíveis com a doação do imóvel ao Município de Catas Altas e a instituição de Unidade de Conservação de Proteção Integral.

4.2.2. Objetivos específicos

Este PRAD possui os seguintes objetivos específicos:

- Controlar os processos erosivos e o carreamento de sedimentos;
- Reintegrar as áreas recuperadas à paisagem;
- Restabelecer a cobertura vegetal predominantemente nativa;
- Favorecer a conservação e a recolonização da fauna silvestre;
- Reduzir a fragmentação da paisagem local e favorecer a conectividade com os remanescentes do entorno.

4.3. Diagnóstico da área

O diagnóstico da área foi estruturado por meio da integração de dados primários e secundários. Entre as principais fontes destacam-se os dados geológicos produzidos pela GE21, apresentados nos Anexos, e relatórios ambientais produzidos para a área pela TAUPÔ, no caso, o Estudo Técnico de Conservação da Flora e o Relatório Técnico Ambiental, produzidos em agosto de 2025 para a Setovi.

O diagnóstico apresenta as informações ambientais necessárias à definição das medidas de estabilização e recuperação da Fazenda dos Machados. A análise considera o contexto físico, biótico e socioeconômico regional e distingue, sempre que necessário, as condições gerais do entorno das condições efetivamente observadas ou inferidas para a área a ser recuperada.

4.3.1. Diagnóstico regional

A região caracteriza-se por relevo montanhoso, com encostas íngremes, vales encaixados e presença de afloramentos rochosos, condicionados pela estrutura geológica associada às formações ferríferas, quartzitos e xistos. Esse contexto geomorfológico favorece a ocorrência de processos naturais de instabilidade de taludes, escorregamentos superficiais, quedas de blocos e erosão acelerada, especialmente em áreas onde houve supressão de cobertura vegetal e exposição de solos intemperizados em decorrência de atividades minerárias pretéritas.

Do ponto de vista hidrográfico, a área está inserida na bacia do rio Piracicaba, pertencente à bacia do rio Doce. A microbacia apresenta resposta hidrológica rápida a eventos de precipitação intensa, com picos de vazão concentrados e elevado potencial de transporte de sedimentos. As encostas íngremes e os solos expostos contribuem para a formação de sulcos, ravinas e carreamento de sedimentos para os cursos d’água, em especial nas proximidades de cachoeiras e trechos de maior relevância cênica e turística.

4.3.1.1. Meio Físico

A área de abrangência do Projeto está inserida em região de clima tropical de altitude, típico do centro-leste de Minas Gerais, com características condicionadas pela topografia acidentada do Quadrilátero Ferrífero e pela proximidade da Serra do Espinhaço. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (1936), o município de Catas Altas enquadra-se no tipo Cwa, caracterizado como clima mesotérmico brando, com verões quentes e chuvosos e

invernos secos. Essa tipologia climática é fortemente influenciada pela altitude e pelos efeitos da continentalidade, fatores que exercem papel determinante na modulação das temperaturas e na distribuição sazonal das precipitações.

Conforme os dados climatológicos apresentados no Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, o município de Catas Altas apresenta temperaturas médias em torno de 20 °C, com janeiro e fevereiro como os meses mais quentes e junho e julho como os meses mais frios

As temperaturas médias anuais na região situam-se em torno de 20,4 °C, do janeiro e fevereiro os meses mais quentes (cerca de 22 °C) e junho e julho os mais frios (em torno de 16,5 °C). A precipitação anual gira em torno de 1.550 mm.

As chuvas concentram-se majoritariamente entre novembro e março, período em que ocorrem os maiores volumes pluviométricos. Em contrapartida, os menores registros são observados entre maio e agosto, caracterizando uma redução significativa das precipitações. Dezembro é o mês mais chuvoso, com precipitação média de aproximadamente 320 mm, enquanto os menores valores são registrados em junho e julho, com cerca de 17 mm e 11 mm, respectivamente.

Em termos geológicos, a área do Projeto é caracterizada pela presença de formação ferrífera, incluindo hematitas e itabiritos, por filitos e quartzitos nas porções superiores e por xistos na base. O intemperismo, o fraturamento e as fortes declividades, associados aos cortes pretéritos, condicionam a ocorrência de quedas de blocos, desplacamentos, escorregamentos e erosão superficial.

A exploração minerária pretérita resultou em taludes irregulares, superfícies desniveladas e acumulações de materiais sem sistema adequado de drenagem. O escoamento pluvial ocorre em pontos de concentração que favorecem sulcos, ravinas, instabilidades e carreamento de sedimentos para as drenagens naturais associadas às cachoeiras do entorno.

A dinâmica hidrogeomorfológica regional, portanto, combina fatores estruturais (litologia, fraturamento, inclinação de camadas) e fatores antrópicos (cortes de lavra, pilhas antigas, ausência de drenagem) que, em conjunto, explicam o padrão atual de instabilidade geotécnica e degradação física da área de estudo e de seu entorno imediato.

4.3.1.2. Meio Biótico

A região de Catas Altas situa-se em zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, conferindo à paisagem um mosaico de formações vegetais. No entorno do Projeto e

na escala regional, ocorrem fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, áreas de campo rupestre em altitudes mais elevadas, matas ciliares associadas a cursos d'água e manchas de vegetação secundária sobre áreas anteriormente mineradas ou utilizadas para outros fins antrópicos.

O diagnóstico do meio biótico regional baseia-se principalmente no Plano de Manejo da RPPN Santuário do Caraça, complementado por bases de dados oficiais da bacia do rio Doce. A opção por essa fonte decorre de sua condição de unidade de conservação legalmente instituída, com levantamentos florísticos e faunísticos elaborados segundo critérios técnicos, e de sua localização no próprio município de Catas Altas, em contiguidade com a região do Projeto e inserida no mesmo mosaico de transição entre Mata Atlântica, Cerrado e campo rupestre. Essas fontes indicam elevada riqueza de flora e fauna na região do Projeto, com ocorrência potencial de espécies endêmicas e ameaçadas, além de assembleias típicas de ambientes de altitude e afloramentos ferruginosos. Estão presentes grupos faunísticos de importância ecológica, como predadores de topo, dispersores de sementes, polinizadores, espécies migratórias e organismos aquáticos bioindicadores da qualidade ambiental.

A flora regional apresenta elevada diversidade, associada principalmente aos campos rupestres e aos demais ambientes montanos da Serra do Caraça. Esses ecossistemas ocorrem sobre substratos rasos, rochosos e, em alguns setores, ferruginosos, submetidos a elevada insolação, variações térmicas e restrições hídricas e nutricionais. Tais condições favorecem a ocorrência de comunidades vegetais especializadas e de espécies com distribuição geográfica restrita.

Conforme o Plano de Manejo da RPPN Santuário do Caraça, foram registradas espécies endêmicas ou de distribuição restrita associadas aos picos do Inficionado, do Sol, da Canjerana e da Carapuça, entre as quais *Anthurium sp.*, *Aspilia diniz-cruzeanae*, *Heterocondylus macrocephalus*, *Hippeastrum sp.*, *Lepanthopsis vellozicola*, *Lepidaploa gnaphalioides*, *Paepalanthus leucoblepharus*, *Paepalanthus suffruticans*, *Sauvagesia ericoides*, *Symplocos angulata* e *Symplocos microstyla*. Segundo a mesma fonte, *Lepanthopsis vellozicola* e *Symplocos microstyla* apresentam interesse especial para a conservação em razão de seu enquadramento como espécies ameaçadas.

Ressalta-se que esses registros se referem ao contexto regional da Serra do Caraça e da respectiva unidade de conservação, não devendo ser interpretados, isoladamente, como confirmação da ocorrência dessas espécies na área diretamente abrangida pelo Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados. A eventual presença na área do Projeto deverá ser

considerada apenas quando sustentada por registros de campo ou por estudos florísticos específicos.

Entre os grupos de maior relevância regional encontram-se as samambaias e licófitas, tradicionalmente reunidas sob a denominação de pteridófitas. Minas Gerais apresenta expressiva riqueza desses grupos, incluindo espécies raras e ameaçadas. Na Serra do Caraça, sua ocorrência está relacionada principalmente a ambientes com maior umidade, como matas de galeria, fendas de afloramentos rochosos, encostas sombreadas e outros microambientes capazes de manter condições específicas de umidade e temperatura.

O contexto regional também se destaca pela concentração de espécies da flora ameaçadas de extinção. O Livro Vermelho da Biodiversidade Terrestre da Bacia do Rio Doce informa a existência de 1.137 registros de espécies da flora em risco de extinção em Minas Gerais. Parte relevante dessas ocorrências está associada aos campos rupestres e às formações sobre canga do Quadrilátero Ferrífero, ambientes reconhecidos pela elevada diversidade, pelo endemismo e pela limitada distribuição espacial.

A composição florística descrita para a Serra do Caraça inclui famílias de elevada representatividade ecológica e científica, como *Eriocaulaceae, Orchidaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Melastomataceae*. As espécies associadas aos campos rupestres apresentam adaptações às condições de elevada exposição solar, reduzida profundidade do solo, baixa disponibilidade de nutrientes e presença frequente de afloramentos rochosos.

A família Eriocaulaceae apresenta destaque nesse conjunto, especialmente pelos representantes do gênero *Paepalanthus*. Levantamentos realizados na Serra do Caraça registraram 33 espécies da família, distribuídas entre os gêneros *Paepalanthus*, *Leiothrix*, *Syngonanthus*, *Comanthera* e *Eriocaulon*. Diversas espécies desses grupos são conhecidas como sempre-vivas e podem sofrer pressão decorrente da coleta não controlada e da alteração de seus habitats naturais.

Também merecem atenção espécies pertencentes à subfamília Asclepiadoideae, da família Apocynaceae, que reúne plantas herbáceas, arbustivas ou lianescentes, algumas com distribuição restrita ao longo da Cadeia do Espinhaço. Essas espécies podem ocupar ambientes rupestres específicos e apresentar relações especializadas com seus agentes polinizadores, reforçando a importância da conservação da heterogeneidade ambiental regional.

A RPPN Santuário do Caraça exerce função relevante na conservação desses ambientes e de sua diversidade florística, ao proteger remanescentes de campos rupestres, formações florestais, matas associadas às drenagens e afloramentos rochosos. Além da proteção *in situ*, a

unidade contribui para o desenvolvimento de pesquisas científicas, ações de educação ambiental e produção de informações sobre espécies raras, endêmicas e ameaçadas.

A Tabela 4-5 apresenta as espécies da flora registradas no contexto regional da RPPN Santuário do Caraça que constam da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, nos termos da Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022, com nomenclatura e categoria de ameaça atualizadas conforme esse instrumento. A inclusão dessas espécies no diagnóstico possui caráter regional e não representa confirmação de ocorrência na área diretamente afetada pelo Projeto.

Tabela 4-5 Espécies Ameaçadas - Flora

FAMÍLIA	ESPÉCIES	CATEGORIA DE AMEAÇA
Apocynaceae	*Ditassa longisepala*	Em Perigo
Amaryllidaceae	*Hippeastrum morelianum*	Vulnerável
Arecaceae	*Euterpe edulis*	Vulnerável
Asteraceae	*Baccharis lychnophora*	Vulnerável
Asteraceae	*Mikania glauca*	Em Perigo
Asteraceae	*Mikania neurocaula*	Em Perigo
Bromeliaceae	*Eduandrea selloana*	Em Perigo
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus caracensis*	Criticamente em Perigo
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus glaziovii*	Criticamente em Perigo
Cactaceae	*Cipocereus laniflorus*	Em Perigo
Eriocaulaceae	*Comanthera elegans*	Em Perigo
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	Vulnerável
Fabaceae	*Mimosa leprosa*	Em Perigo
Myrtaceae	*Accara elegans*	Em Perigo
Ochnaceae	*Luxemburgia corymbosa*	Vulnerável
Orchidaceae	*Brachionidium restrepioides*	Vulnerável
Orchidaceae	*Pseudolaelia corcovadensis*	Em Perigo
Orchidaceae	*Scuticaria irwiniana*	Em Perigo

FAMÍLIA	ESPÉCIES	CATEGORIA DE AMEAÇA
Orchidaceae	*Cattleya caulescens*	Em Perigo
Orchidaceae	*Cattleya jongheana*	Em Perigo
Orobanchaceae	*Esterhazya caesarea*	Vulnerável
Symplocaceae	*Symplocos microstyla*	Criticamente em Perigo
Dicksoniaceae	*Dicksonia sellowiana*	Em Perigo
Lycopodiaceae	*Phlegmariurus ruber*	Criticamente em Perigo
Polypodiaceae	*Moranopteris perpusilla*	Em Perigo
Pteridaceae	*Jamesonia insignis*	Em Perigo

Fonte: BRASIL. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (Anexo 1 – Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção).

4.3.1.3. Meio Socioeconômico

O município de Catas Altas apresenta população de pequeno porte e baixa densidade demográfica. De acordo com o Censo Demográfico de 2022, o município possuía 5.473 habitantes e densidade de 22,80 hab./km².

A economia municipal apresenta forte vinculação histórica e atual com a mineração de ferro. A agropecuária e o turismo também integram a base econômica local, sendo o turismo promovido pelo Município como alternativa de diversificação da renda, associado aos atrativos naturais, ao patrimônio histórico e cultural e às tradições locais.

Estão presentes atividades agropecuárias e de agricultura familiar, contempladas por ações municipais. A atuação municipal também inclui iniciativas voltadas à integração entre produtores rurais, turismo rural e economia criativa.

O turismo apresenta componentes naturais, históricos, culturais e religiosos. Entre os principais referenciais encontra-se o Santuário do Caraça, situado nos municípios de Catas Altas e Santa Bárbara, que reúne atividades relacionadas à espiritualidade, cultura, educação, conservação ambiental, lazer e turismo. Em seu território encontra-se a RPPN Santuário do Caraça, com área de 10.187,89 ha, inserida em ambiente de transição entre Cerrado, Mata Atlântica e campo rupestre.

O patrimônio cultural também constitui elemento relevante da identidade municipal. O Centro Histórico de Catas Altas, cuja formação remonta ao período da mineração aurífera, foi tombado pelo Estado de Minas Gerais em 1989. O conjunto inclui a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição, capelas, edificações históricas e elementos da paisagem urbana associados à formação do município.

As tradições produtivas e culturais permanecem representadas, entre outras manifestações, pela elaboração artesanal de vinhos de uva e jabuticaba e de licores, cujo modo de produção é registrado como patrimônio cultural imaterial de Catas Altas. A presença de associações de produtores e de representantes das comunidades rurais em conselhos municipais evidencia a existência de instâncias formais de organização e participação institucional.

O território municipal reúne, portanto, áreas urbanas e rurais, atividades minerárias e agropecuárias, bens culturais protegidos e espaços de relevante interesse ambiental, paisagístico e turístico. Essa configuração demanda compatibilização entre o desenvolvimento das atividades econômicas, a segurança da população, a conservação ambiental e a proteção do patrimônio cultural.

4.3.2. Diagnóstico local

4.3.2.1. Meio Físico

A área do Projeto apresenta características geológicas típicas das formações ferríferas e rochosas do Quadrilátero Ferrífero, onde predominam litotipos altamente intemperizados e suscetíveis à erosão. A cava e seus taludes expõem rochas alteradas e materiais derivados de processos de intemperismo profundo, que resultaram em perfis geológicos heterogêneos, com presença de blocos, matacões e níveis de solo estruturado por fragmentos rochosos. O histórico de exploração mineral deixou cortes íngremes e superfícies expostas, favorecendo a instabilidade geotécnica observada atualmente, com registros de quedas de blocos, escorregamentos superficiais e erosão acelerada.

Os depósitos superficiais que recobrem parte da área são constituídos por materiais coluvionares e eluviais, formados por solos argilosos, silto-arenosos e porções ferruginosas, frequentemente mobilizados por processos erosivos intensificados pelo abandono prolongado da mina. A morfologia local, marcada por encostas íngremes e vales encaixados, condiciona a dinâmica de escoamento superficial e favorece o transporte de sedimentos em direção às drenagens naturais associadas às cachoeiras Maquiné e da Santa, evidenciando a interação entre a geologia alterada da cava e os processos geomorfológicos ativos.

De modo geral, a geologia local apresenta materiais com comportamentos distintos e graus variados de alteração, o que justifica a adoção de ângulos de talude específicos e a verificação da estabilidade nas diferentes seções do projeto.

Em termos geomorfológicos, a área do Projeto apresenta uma geomorfologia marcada por relevo acidentado, encostas íngremes e vales encaixados, características típicas das formações montanhosas do Quadrilátero Ferrífero. A cava e suas estruturas associadas encontram-se inseridas em um ambiente de vertentes declivosas, onde o intemperismo profundo das rochas e a ausência de manejo adequado ao longo de décadas favoreceram a evolução de processos erosivos intensos. Os documentos técnicos evidenciam a presença de taludes instáveis, cortes abruptos e superfícies expostas, que configuram um cenário geomorfológico altamente suscetível a movimentos de massa, incluindo quedas de blocos, escorregamentos superficiais e ravinamentos. A Figura 4-8 ilustra a situação atual da área do Projeto.

Figura 4-8 - Mosaico de fotos da área do Projeto - feições geomorfológicas e erosivas



A morfologia local é controlada pela dissecação do relevo, que direciona o escoamento superficial para o Ribeirão Maquiné, principal drenagem da microbacia. Os vales estreitos e encaixados, associados às encostas íngremes, intensificam a velocidade do fluxo hídrico durante eventos de chuva, contribuindo para o transporte de sedimentos e para o assoreamento observado nos trechos a jusante. A combinação entre declividades elevadas, solos pouco estruturados e cortes antigos de mineração resulta em uma dinâmica geomorfológica ativa, na qual a erosão acelerada e a instabilidade geotécnica são elementos centrais.

As áreas de deposição de material erodido, identificadas ao longo das margens do Ribeirão Maquiné, refletem a interação entre a morfologia do terreno e os processos de degradação associados ao abandono da cava. A ausência de cobertura vegetal em trechos significativos da encosta favorece a formação de sulcos e ravinas, ampliando a mobilização de sedimentos. A geomorfologia atual, portanto, é resultado da combinação entre fatores naturais como declividade, litologia intemperizada e regime pluviométrico e fatores antrópicos, especialmente a exploração mineral pretérita e a falta de estabilização das estruturas.

De modo geral, o relevo da área caracteriza-se por forte instabilidade e elevada sensibilidade a intervenções, exigindo ações de recuperação que considerem a dinâmica erosiva, a conformação das encostas e a necessidade de restabelecimento da estabilidade geomorfológica.

Em termos pedológicos, na área da antiga cava, a mineração modificou ou removeu a maior parte dos horizontes naturais, expondo rocha alterada, saprolitos, materiais coluviais e superfícies compactadas. Por isso, o aproveitamento de solo fértil, a correção, a adubação e a escolha das técnicas de revegetação deverão ser definidos a partir das condições observadas em cada unidade de intervenção.

Por fim, em termos hidrográficos, a área insere-se na bacia do rio Piracicaba, integrante da bacia do rio Doce. Na escala local, os escoamentos convergem para drenagens associadas às cachoeiras Maquiné e da Santa. Os documentos geotécnicos registram processos de mobilização e carreamento de finos, além de ocorrência localizada de água e um canal de drenagem a montante de setor instável, evidenciando a interação entre precipitação, nível freático, erosão e estabilidade dos taludes.

4.3.2.2. Meio Biótico

Na área do Projeto, a cobertura vegetal atual encontra-se fortemente alterada, em função da exploração mineral pretérita e da ausência de recuperação. São observadas áreas dominadas por espécies exóticas invasoras, principalmente capim-gordura (*Melinis minutiflora*), braquiária (Brachiaria decumbens), leucena (*Leucaena leucocephala*), além de antigos plantios de eucalipto (*Eucalyptus sp*.) (TAUPÔ, 2025).

Entretanto, foram identificados também fragmentos esparsos de vegetação nativa da Mata Atlântica em estágio inicial de regeneração, caracterizados por indivíduos jovens, regenerantes e manchas descontínuas de espécies secundárias pioneiras, coexistindo com os elementos exóticos (TAUPÔ, 2025). Conforme TAUPÔ (2025), além desses fragmentos, há a ocorrência pontual de indivíduos isolados, como *Eremanthus incanus (candeia) e Handroanthus ochraceus* (ipê-amarelo, protegido pela Lei Estadual nº 9.743/1988).

Dessa forma, conclui-se que a área apresenta vegetação nativa da Mata Atlântica em estágio inicial de regeneração, associada a um mosaico amplamente degradado e dominado por exóticas. Os fragmentos iniciais não possuem complexidade estrutural, diversidade florística ou estratificação vertical compatível com estágios médios ou avançados de sucessão, conforme definido em parâmetros técnicos adotados pela legislação ambiental (TAUPÔ, 2025).

Ao longo do ribeirão Maquiné ocorrem trechos de mata ciliar degradada, com estrutura simplificada e descontinuidades na cobertura arbórea, enquanto nas porções de maior afloramento rochoso registram-se fragmentos de campo rupestre sobre solos rasos e pedregosos. Esse mosaico de fitofisionomias, ainda que alterado, funciona como habitat para mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados. A fragmentação provocada pela mineração e pelo abandono prolongado reduziu a conectividade entre fragmentos florestais e ambientes naturais adjacentes, tornando a fauna mais sensível a perturbações adicionais, como ruído, circulação de maquinário e alteração da drenagem.

Alterações na qualidade da água e no regime de sedimentos ao longo do ribeirão Maquiné podem repercutir sobre habitats aquáticos e ripários a jusante, influenciando comunidades de peixes, anfíbios, aves aquáticas e invertebrados. A recuperação da estabilidade física e a redução do aporte de sedimentos a partir da área minerada, portanto, têm relevância direta para a manutenção das funções ecológicas da microbacia e para a proteção da biodiversidade regional.

As drenagens e os remanescentes do entorno possuem função de proteção hídrica e conectividade. A redução do carreamento de sedimentos, a preservação de talvegues e o

controle de acessos constituem medidas prioritárias para evitar novos impactos sobre esses ambientes.

A caracterização da fauna baseia-se em dados secundários e informações de planos de manejo de áreas próximas, como a RPPN Santuário do Caraça, coletados por TAUPÔ (2025). Conforme TAUPÔ (2025), a avifauna tende a constituir o grupo mais perceptível no entorno, em razão do mosaico de fragmentos florestais, formações campestres e áreas abertas. Na área do Projeto, a simplificação dos habitats favorece espécies generalistas, enquanto os remanescentes mais preservados podem sustentar espécies mais sensíveis. A mastofauna na região de Catas Altas aponta para a ocorrência de espécies de médio e grande porte, como tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), ouriço-cacheiro (*Coendou prehensilis*) e capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), além de pequenos roedores e marsupiais. Entre os répteis potenciais estão teiú (*Salvator merianae*), cobra-cipó (*Chironius fuscus*) e serpentes de importância médica, como a jararaca (*Bothrops jararaca*). Esses animais desempenham papéis ecológicos cruciais, atuando como predadores de pequenos mamíferos, aves e insetos. A diversidade de insetos é elevada, com destaque para lepidópteros, coleópteros e himenópteros, que mantêm estreita relação com a flora nativa.

A análise indica que as principais medidas de proteção à fauna consistem em proteger os remanescentes de vegetação nativa, controlar ruídos e tráfego, restringir acessos, orientar as equipes, proteger as drenagens e acompanhar a recolonização durante o monitoramento. A Figura 4-9 apresenta a cobertura vegetal atual da área do Projeto.

Figura 4-9 - Mosaico de fotos da área do Projeto - cobertura vegetal atual







4.3.2.3. Meio Socioeconômico

O meio antrópico da região de Catas Altas é marcado pela interação entre atividades humanas tradicionais, como agricultura familiar e turismo religioso, e setores econômicos de maior impacto, especialmente mineração e expansão urbana.

O município apresenta baixa densidade populacional e estrutura urbana concentrada, com comunidades distribuídas em vilas e povoados próximos à Serra do Caraça. A economia local é historicamente vinculada à mineração de ferro e à extração de recursos naturais, atividades que deixaram marcas significativas na paisagem, como áreas de solo exposto, taludes instáveis, supressão de vegetação nativa e alteração de cursos d'água. Embora a mineração continue sendo um vetor econômico relevante, o município tem buscado diversificar sua base produtiva, especialmente por meio do turismo ecológico e cultural, impulsionado pela presença do Santuário do Caraça e pela valorização do patrimônio histórico.

O uso e ocupação do solo refletem essa dualidade entre conservação e pressão antrópica. Áreas urbanizadas e zonas de expansão convivem com extensos remanescentes naturais, áreas de preservação permanente e unidades de conservação. Entretanto, a expansão de estradas vicinais, a abertura de acessos para atividades extrativistas e o uso inadequado de áreas declivosas contribuem para processos erosivos, assoreamento de corpos hídricos e fragmentação de habitats. Em áreas rurais, práticas agropecuárias tradicionais, muitas vezes sem manejo adequado do solo, também intensificam a degradação.

A infraestrutura local apresenta limitações típicas de áreas rurais e montanhosas, com vias suscetíveis à erosão e necessidade de controle de drenagem em trechos íngremes. Passivos associados a antigas frentes de lavra, materiais de corte e áreas erodidas reforçam a importância da estabilização e do manejo adequado das águas superficiais.

Do ponto de vista sociocultural, a população de Catas Altas mantém forte vínculo com o território, valorizando tradições locais, festividades religiosas e o patrimônio histórico. Essa relação influencia a percepção comunitária sobre os impactos ambientais e a necessidade de recuperação de áreas degradadas. Em muitos casos, a comunidade atua como agente de pressão por práticas mais sustentáveis, especialmente em áreas próximas a atrativos turísticos e zonas de preservação.

A atividade minerária pretérita situada na área do Projeto gerou passivos ambientais e estruturais que repercutem diretamente sobre a percepção de segurança e sobre o cotidiano da população, sobretudo em função de riscos geotécnicos associados a taludes instáveis, processos erosivos e possibilidade de carreamento de sedimentos para cursos d'água utilizados pela comunidade.

A movimentação de máquinas, o tráfego de caminhões e a presença de frentes de obra para estabilização da cava tendem a produzir efeitos temporários sobre o entorno imediato, como aumento de ruídos, alterações no fluxo viário e restrições pontuais de acesso. Por outro lado, a execução do projeto de retaludamento e recuperação ambiental representa uma oportunidade de correção de passivos acumulados ao longo de décadas, contribuindo para a melhoria da segurança geotécnica, a proteção dos recursos hídricos locais e a valorização paisagística da área.

Nesse contexto, o diagnóstico evidencia que as ações previstas no PRAD dialogam diretamente com as demandas socioambientais do município, ao buscar a redução de riscos, a recuperação de áreas degradadas e a criação de condições para usos futuros compatíveis com a conservação ambiental e com a fruição ordenada dos recursos naturais pela população e pelos visitantes. As Figura 4-10 e Figura 4-11 ilustram, respectivamente, o centro de Catas Altas e ao fundo a área do projeto, bem como a Cachoeira da Santa.

Figura 4-10 - Centro de Catas Altas e, ao fundo, a área do Projeto



Figura 4-11 - Cachoeira da Santa



4.3.3. Caracterização do cenário pré-intervenção

Dentro da área do Projeto, a vegetação encontra-se em estágios iniciais de sucessão, composta predominantemente por espécies pioneiras e oportunistas adaptadas a ambientes perturbados, como gramíneas exóticas, arbustos de rápido crescimento e indivíduos isolados de espécies nativas resistentes ao estresse hídrico e ao solo raso. A presença de afloramentos rochosos, solos intemperizados e encostas íngremes também influencia a composição florística, favorecendo espécies típicas de ambientes rupestres e de alta luminosidade.

4.3.3.1. Flora

O cenário florístico é marcado pelo histórico de exploração mineral, pelo abandono prolongado e por processos erosivos intensos que remodelaram a paisagem. A cobertura vegetal original foi suprimida ao longo das décadas de exploração da cava, resultando em extensas superfícies expostas, taludes desnudos e áreas com solo altamente degradado, onde a regeneração natural ocorre de forma lenta e irregular. A flora remanescente distribui-se de maneira fragmentada, concentrando-se principalmente em faixas de vegetação secundária, capoeiras e trechos de vegetação ciliar associados às drenagens que alimentam as cachoeiras Maquiné e da Santa, alguns dos quais também apresentam sinais de degradação pelo carreamento de sedimentos. Predominam superfícies alteradas, solo exposto, gramíneas invasoras, leucena e antigos plantios de eucalipto, intercalados com indivíduos nativos isolados e manchas descontínuas de regeneração inicial. O fogo também foi registrado como fator de degradação em parte da área.

Na área do Projeto, o estudo não identificou continuidade estrutural de formações nativas de Cerrado ou de vegetação secundária em estágio médio ou avançado de Mata Atlântica. A ocorrência pontual de candeia e ipê-amarelo representa elementos isolados do ecótono regional.

Os remanescentes do entorno e das drenagens deverão ser preservados como referência e fonte potencial de propágulos. A regeneração natural na área minerada encontra-se limitada pela erosão, instabilidade, compactação, baixa disponibilidade de solo e competição com espécies invasoras, justificando a combinação de proteção superficial, plantio, semeadura, controle de invasoras e monitoramento.

4.3.3.2. Fauna

No interior da área do Projeto a fauna encontra-se severamente limitada pela ausência de cobertura vegetal contínua, pela instabilidade dos taludes e pela mobilização de sedimentos. A degradação do solo, a exposição de superfícies rochosas e a fragmentação dos remanescentes vegetais reduzem a disponibilidade de abrigo, alimento e locais de reprodução, favorecendo apenas espécies generalistas e de alta tolerância a ambientes perturbados. É provável a ocorrência de pequenos mamíferos oportunistas, aves de áreas abertas, répteis adaptados a ambientes secos e ensolarados e anfíbios associados a poças temporárias formadas em áreas de erosão. A presença de espécies invasoras ou sinantrópicas também é favorecida pelo cenário de degradação.

As matas ciliares associadas às drenagens naturais, embora alteradas, ainda desempenham papel relevante para a fauna local, funcionando como rotas de deslocamento e áreas de alimentação para aves, pequenos mamíferos e répteis. O carreamento e a deposição de sedimentos podem comprometer a qualidade dos habitats aquáticos e ripários, afetando organismos dependentes desses ambientes, como anfíbios e invertebrados aquáticos. A alteração da dinâmica hidrológica e a perda de heterogeneidade estrutural reduzem a disponibilidade de micro-habitats e podem impactar negativamente a fauna associada. A conectividade com os fragmentos mais preservados do entorno é limitada pela presença da antiga cava e pelas áreas degradadas, o que restringe o fluxo gênico e o deslocamento da fauna.

4.3.3.3. Meio antrópico

O meio antrópico da área do Projeto é condicionado pela atividade minerária pretérita, cujos passivos repercutem diretamente sobre a segurança da população, o uso do território e a paisagem. A área mantém conexão funcional com propriedades rurais, áreas de uso comunitário e rotas de circulação local — estradas vicinais, trilhas e acessos empregados em atividades produtivas e nos deslocamentos cotidianos — e situa-se em território de relevância turística e cultural, no qual os usos de visitação coexistem com os passivos remanescentes. Nessas condições, a execução do PRAD atende a uma exigência ambiental e, simultaneamente, a uma demanda social de redução de riscos e de requalificação do espaço afetado.

4.3.4. Caracterização do cenário pós-intervenção

O cenário futuro corresponde à condição esperada após a execução integral das ações previstas neste PRAD, com estabilização física, controle dos processos erosivos e restabelecimento gradual das funções ambientais comprometidas. As medidas deverão conduzir a área a um estado compatível com suas limitações físicas e bióticas e com o uso conservacionista ser definido pela gestão municipal.

Em relação à flora, espera-se a redução significativa das áreas de solo exposto e a consolidação de cobertura vegetal contínua nas superfícies anteriormente degradadas, especialmente em taludes, encostas e áreas suscetíveis à erosão. A vegetação resultante deverá apresentar predomínio de espécies nativas pioneiras e secundárias iniciais, adaptadas às condições edáficas locais, contribuindo para a estabilização do solo, a diminuição do carreamento de sedimentos e a melhoria das condições microambientais. A recomposição da vegetação ciliar ao longo do Ribeirão Maquiné deverá favorecer a proteção das margens, a redução do assoreamento e o fortalecimento de sua função ecológica, ainda que em estágios iniciais de recuperação, compatíveis com o histórico de degradação da área.

A melhoria da cobertura vegetal e da estabilidade do terreno deverá ampliar gradualmente a capacidade de suporte para a fauna local. Embora não se preveja o retorno imediato de espécies de maior exigência ecológica, a recuperação funcional dos ambientes cria condições para o incremento gradual da diversidade faunística ao longo do tempo, especialmente nas áreas do entorno menos impactadas.

Quanto ao meio antrópico, espera-se redução dos riscos geotécnicos e erosivos e melhoria das condições de segurança para a população e os visitantes do entorno. A requalificação ambiental deverá preparar a área para usos compatíveis com os objetivos da futura Unidade de Conservação de Proteção Integral, observadas a categoria a ser definida pelo Município, as restrições geotécnicas e o respectivo plano de manejo.

4.3.5. Conclusão do diagnóstico

A comparação entre a situação atual e o cenário esperado evidencia que a área apresenta elevado grau de degradação, com instabilidade dos taludes, superfícies expostas, processos erosivos e mobilização de sedimentos. Esses fatores comprometem a segurança, a cobertura

vegetal, os habitats locais e as drenagens do entorno e justificam a execução integrada das medidas de engenharia e recuperação ambiental.

A execução das ações deverá interromper os principais processos degradantes e conduzir a área a uma condição de maior estabilidade geotécnica e funcionalidade ambiental. Embora não seja possível restabelecer integralmente a topografia anterior à mineração, o projeto irá estabelecer uma geometria controlada, drenagem organizada, proteção superficial e cobertura vegetal compatíveis com a recuperação e com o uso futuro previsto.

Para a vegetação, espera-se a substituição gradual das superfícies expostas por cobertura herbácea, arbustiva e arbórea nos locais tecnicamente aptos, com funções de proteção do solo, controle da erosão, incremento de matéria orgânica e integração paisagística.

Para a fauna, a melhoria das condições físicas e biológicas deverá favorecer a utilização progressiva da área e a conexão com os remanescentes do entorno, sem pressupor resultados imediatos.

Sob a ótica social, a recuperação reduzirá os riscos e eliminará os passivos ambientais, além de preparar a área para a doação ao Município de Catas Altas e sua transformação em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral.

De forma integrada, conclui-se que as ações propostas são tecnicamente adequadas para conduzir a área degradada à estabilidade física, à funcionalidade ambiental e à segurança socioambiental, desde que sejam executadas conforme os projetos anexos e acompanhadas por manutenção e monitoramento contínuos. A Tabela 4-6 relaciona os passivos identificados, as intervenções previstas e os respectivos indicadores de acompanhamento.

Tabela 4-6 - Relação entre passivos, intervenções e indicadores

Componente / passivo	Condição atual	Intervenção principal	Indicador de acompanhamento
Taludes e blocos instáveis	Cortes irregulares, desplacamentos, escorregamentos e risco a terceiros.	Retaludamento mecânico, remoção controlada de materiais instáveis e inspeção geotécnica.	Geometria executada; ausência de novas trincas, rupturas ou deslocamentos; fatores de segurança conforme o Anexo V-A.
Drenagem e sedimentos	Escoamento desorganizado, erosão e transporte de finos.	Canaletas, descidas d'água, dissipadores, bacias de sedimentação e manutenção.	Estruturas íntegras e desobstruídas; sedimentos removidos; ausência de lançamento descontrolado.
Solo e substrato	Horizontes removidos, compactação, saprolito e superfícies expostas.	Decapeamento seletivo, estoque protegido, reaplicação, correção e cobertura superficial.	Redução de solo exposto; ausência de erosão ativa; estabelecimento da cobertura.
Vegetação	Invasoras dominantes, eucalipto, indivíduos	Controle de invasoras, proteção de núcleos,	Sobrevivência mínima de 90% das mudas; aumento da

Componente / passivo	Condição atual	Intervenção principal	Indicador de acompanhamento
	nativos isolados e regeneração inicial descontínua.	semeadura, plantio e regeneração natural assistida.	cobertura; redução de invasoras.
Fauna e habitats	Habitat simplificado e conectividade reduzida; fauna local não inventariada.	Proteção de drenagens e remanescentes, controle de tráfego, orientação das equipes e registros oportunísticos.	Ausência de mortalidade associada às obras; registros e encaminhamento de ocorrências.
Segurança e uso social	Circulação no entorno de área instável e próxima a atrativos turísticos.	Isolamento, sinalização, controle de acesso, comunicação e acompanhamento independente.	Ausência de acidentes; registros de acesso e tratamento de não conformidades.

4.4. Estratégia de recuperação

Neste capítulo são apresentadas as estratégias de recuperação da antiga área minerada, abrangendo a implantação, a manutenção, o monitoramento dos indicadores físicos e bióticos e a consolidação de um uso futuro compatível com a estabilidade geotécnica, a segurança e a conservação ambiental.

As ações destinam-se a restabelecer funções ambientais essenciais, controlar os processos erosivos, proteger as drenagens e recompor a cobertura vegetal. O presente PRAD constitui o instrumento de recuperação e encerramento da área, e suas medidas deverão ser executadas até o atendimento dos critérios de sucesso e a consolidação das condições necessárias à futura transferência ao Município.

4.4.1. Estratégias geotécnicas e físicas

As estratégias geotécnicas e físicas visam estabilizar as áreas degradadas, reduzir os riscos associados aos taludes e controlar os processos erosivos. As medidas priorizam a conformação do terreno, a drenagem, a remoção de materiais instáveis e a proteção superficial, criando as condições necessárias à consolidação da recuperação e ao uso conservacionista futuro. Não se prevê retomada das atividades minerárias.

4.4.1.1. Retaludamento

O retaludamento será conduzido como intervenção de conformação geométrica e estabilização física das encostas, constituindo etapa inicial da recuperação ambiental. O

Memorando Técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados e a Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados fundamentam a geometria e os critérios de estabilidade adotados.

O retaludamento será executado em bancadas sucessivas, de cima para baixo, conforme a geometria, o sequenciamento e os critérios de segurança definidos nos documentos técnicos anexos. A escavação e a desagregação dos materiais serão realizadas por métodos mecânicos compatíveis com as condições geotécnicas e com o planejamento executivo.

O solo fértil decapado (*topsoil*) será estocado em condições adequadas e reaplicado sobre as superfícies reconfiguradas, criando condições para o estabelecimento da vegetação. Inicialmente, serão implantadas espécies gramíneas e leguminosas de rápido crescimento para cobertura imediata e controle da erosão. Em seguida, o plantio de espécies arbóreas nativas será realizado nas superfícies tecnicamente aptas, conforme as diretrizes de revegetação estabelecidas neste PRAD, disponíveis no item Revegetação de taludes.

O retaludamento será acompanhado por inspeções e monitoramento geotécnico e ambiental, permitindo a adoção de medidas corretivas quando necessárias. Trata-se da intervenção estruturante para a redução e o controle dos riscos, a implantação da drenagem, a revegetação e a recuperação da antiga área minerada.

4.4.1.2. Implantação de sistemas de drenagem superficial

O sistema de drenagem superficial será implantado de forma integrada ao avanço do retaludamento e deverá seguir o Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, elaborado pela GHT - Geologia e Hidrogeologia (Anexo V-B). O projeto prevê canaletas nos bancos, descidas d'água, estruturas de dissipação e duas bacias de sedimentação e amortecimento, POND A e POND B. O desempenho dos dispositivos deverá ser verificado por inspeções, limpeza dos sedimentos retidos e manutenção preventiva, de modo a preservar a estabilidade dos taludes e impedir o aporte descontrolado às drenagens naturais.

As estruturas deverão ser executadas com os materiais, dimensões, declividades e critérios hidráulicos definidos no Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados. Soluções de bioengenharia ou tratamentos paisagísticos poderão ser adotados apenas como medidas complementares,

mediante avaliação dos responsáveis técnicos, sem redução da capacidade hidráulica ou alteração das premissas técnicas do projeto.

4.4.1.3. Manejo e destinação dos materiais de corte

A remoção e a readequação dos materiais acumulados serão conduzidas como medida prioritária de recuperação geotécnica e ambiental. O objetivo é eliminar depósitos irregulares, reduzir riscos de instabilidade e organizar o manejo dos materiais de forma compatível com a segurança das obras, a drenagem e as restrições ambientais.

Os materiais serão removidos com equipamentos mecânicos e transportados para reutilização, estoque temporário controlado ou destinação em área regularizada. Quando empregados em aterro ou preenchimento tecnicamente previsto, deverão ser conformados em camadas, adensados e protegidos por drenagem e cobertura superficial, conforme as especificações de engenharia.

A eficácia dessa etapa será verificada por inspeções e monitoramento, com correção de recalques, erosões, obstruções de drenagem ou outros sinais de desempenho inadequado.

4.4.2. Estratégias ambientais

As estratégias ambientais foram definidas para promover a estabilização das áreas degradadas, mitigar os processos erosivos e criar condições favoráveis à recuperação gradual das funções ecológicas. As ações integram manejo do solo, proteção superficial, revegetação e monitoramento e estão alinhadas ao caráter corretivo do projeto e às diretrizes estabelecidas para sua execução.

4.4.2.1. Decapeamento e reaproveitamento de solo fértil

O decapeamento e reaproveitamento do solo fértil constitui uma medida ambiental estratégica empregada devido ao atual cenário de degradação ambiental, caracterizado por processos erosivos acentuados, instabilidade de taludes e deposição irregular de estéril. A atividade será conduzida em conformidade com as boas práticas de engenharia e recuperação ambiental, observando os parâmetros estabelecidos pelas normas da ABNT aplicáveis à caracterização e manejo de solos, como a NBR 7182 e a NBR 6484.

A atividade será conduzida de forma seletiva e criteriosa, priorizando apenas as áreas onde ainda se verifique a presença de solo com potencial de reaproveitamento, caracterizado

pela existência de matéria orgânica, estrutura favorável e, quando possível, banco de sementes. O decapeamento consistirá na remoção controlada da camada superficial do solo, com espessura variável conforme as condições locais, evitando-se intervenções desnecessárias em áreas onde o substrato se encontre excessivamente degradado ou mineralizado.

O material decapeado será destinado a áreas temporárias de estocagem, devidamente definidas no planejamento das obras, localizadas fora de áreas suscetíveis à inundação ou instabilidade geotécnica. As pilhas de solo fértil terão altura controlada, de modo a preservar suas características físicas, químicas e biológicas, sendo adotadas medidas de proteção, tais como cobertura com biomantas ou outras técnicas que minimizem perdas por erosão, compactação e lixiviação. O reaproveitamento do solo fértil ocorrerá de forma integrada às ações de revegetação e cobertura, sendo priorizada sua aplicação em taludes, áreas de deposição de estéril, superfícies com solo exposto e margens de cursos d'água. Essa prática visa melhorar as condições edáficas, favorecer o estabelecimento da vegetação e acelerar os processos de recuperação ambiental.

4.4.2.2. Revegetação de taludes

Os taludes retaludados e as demais superfícies reconformadas serão submetidos a processos de recuperação geotécnica e ambiental, conforme as diretrizes estabelecidas neste PRAD, de modo a restabelecer condições adequadas de estabilidade e proteção superficial. A conformação final dos taludes, associada à implantação dos sistemas de drenagem e ao recobrimento com solo fértil, permitirá reduzir significativamente os processos erosivos e o carreamento de sedimentos.

O material vegetal a ser empregado nas ações de revegetação deverá ser oriundo de viveiros regionais ou obtido por meio de parcerias institucionais, a exemplo do Instituto Estadual de Florestas (IEF), priorizando-se a escolha de espécies nativas para o plantio. Tal diretriz visa assegurar a manutenção da variabilidade genética das populações naturais inseridas na área de entorno do Projeto, além de favorecer a adaptação das espécies às condições edafoclimáticas locais.

O detalhamento técnico dos métodos de implantação da revegetação, contemplando os arranjos espaciais, espaçamentos adotados, preparo do solo, práticas de adubação e correção, bem como a aplicação de técnicas de nucleação ecológica, será apresentado em item específico deste PRAD. Nesse mesmo tópico será incluída a relação preliminar das espécies indicadas para

as ações de reflorestamento e enriquecimento ambiental, com a respectiva classificação por grupos ecológicos e indicação dos ambientes preferenciais de ocorrência.

4.4.2.2.1. Metodologias de revegetação

A metodologia de revegetação a ser empregada no Projeto prevê a recomposição vegetal dos taludes por meio de técnicas integradas de engenharia e ecologia. Após a etapa de decapeamento, será conduzida a etapa de plantio, iniciando com espécies pioneiras de rápido crescimento, capazes de promover cobertura imediata e controle da erosão. Em seguida, serão introduzidas espécies secundárias e clímax, garantindo diversidade estrutural e funcional ao longo do tempo. Nas margens de cursos d'água e áreas de maior fragilidade, serão priorizadas espécies ciliares para proteção hídrica e formação de corredores ecológicos.

Os taludes retaludados e as demais superfícies reconformadas constituem áreas prioritárias para a proteção superficial, pois são consideradas áreas críticas em função da instabilidade geotécnica e do elevado risco de erosão superficial e carreamento de sedimentos. Nessas áreas, a revegetação deverá ser conduzida de forma integrada às medidas de estabilização física, com técnicas compatíveis com a inclinação, o substrato, a drenagem e as restrições geotécnicas de cada setor.

Assim, serão aplicadas biomantas biodegradáveis, hidrossemeadura ou semeadura manual associadas ao uso de matéria orgânica proveniente do solo realocado na etapa de decapeamento, de modo a favorecer a rápida cobertura do solo, reduzir o impacto direto por erosão e minimizar a perda de material. Essas técnicas deverão ser aplicadas preferencialmente em conjunto com a conformação adequada dos taludes e com os sistemas de drenagem superficial previamente implantados. Nesse contexto, serão utilizadas espécies gramíneas e leguminosas de hábito rasteiro, bem como espécies de hábito arbustivo, que favoreçam a fixação do solo e a melhoria gradual das suas condições edáficas.

O plantio de espécies arbóreas será realizado de forma complementar e criteriosa, concentrando-se preferencialmente em áreas já estabilizadas ou com menor restrição geotécnica, tais como bermas, patamares intermediários, áreas planas adjacentes à cava, zonas de transição entre taludes e áreas naturais, bem como setores onde a revegetação inicial com gramíneas tenha apresentado consolidação satisfatória. Considerando que os taludes serão prioritariamente revegetados com espécies gramíneas de rápido estabelecimento, o uso de espécies arbóreas nessas áreas será condicionado à avaliação prévia da estabilidade geotécnica, de modo a não comprometer a segurança das estruturas. Além disso, o plantio arbóreo será

priorizado nas margens de cursos d'água e zonas de maior fragilidade ambiental, atuando na proteção hídrica, na redução do assoreamento e na formação de corredores ecológicos.

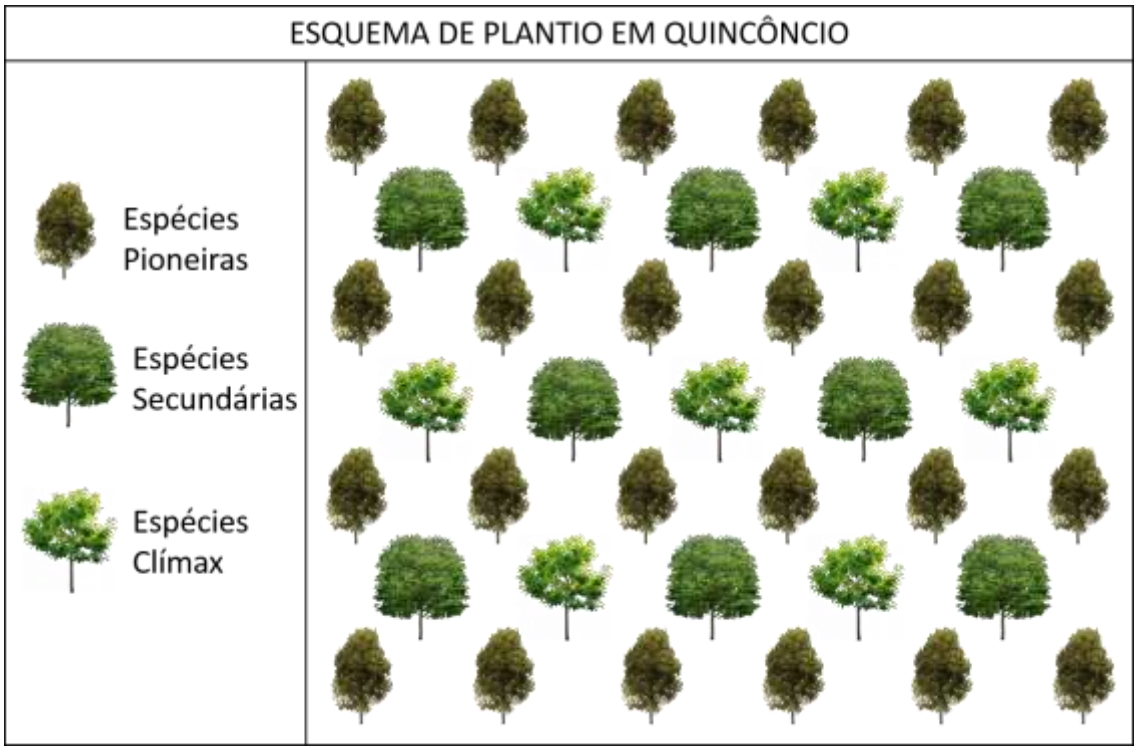
4.4.2.2.2. Detalhamento das medidas de plantio arbóreo

O plantio arbóreo será realizado no topo da pilha, mantendo-se um afastamento mínimo de 2 metros em relação às cristas, e na base, até a interface entre a pilha e as demais formações vegetais ou estruturas existentes. A implantação das espécies deverá ocorrer de forma escalonada, com o plantio das pioneiras tendo início um ano após a introdução das gramíneas, seguido, após mais um ano, pelo plantio das espécies secundárias e clímax.

Espaçamento e alinhamento

O arranjo espacial do plantio proposto integra as medidas de estabilização superficial previstas no PRAD, desempenhando papel fundamental no controle de processos erosivos, na proteção do solo reconformado e na consolidação da cobertura vegetal sobre os taludes retaludados. Será adotado espaçamento médio de 3,5 metros entre linhas e 2,5 metros entre indivíduos, em disposição alternada tipo quincôncio, conforme ilustrado na Figura 4-12, de modo a proporcionar distribuição homogênea das mudas e cobertura mais eficiente da superfície. Essa configuração favorece o adequado desenvolvimento radicular, amplia a interceptação das águas pluviais, reduz a velocidade do escoamento superficial e contribui para a progressiva estruturação do solo, além de permitir acesso adequado à luminosidade e aos recursos edáficos. O arranjo também contribui para a diversificação estrutural da vegetação e para a formação de cobertura vegetal contínua, essencial à estabilidade de longo prazo das áreas reconformadas.

Figura 4-12 - Espaçamento e distribuição das mudas



As espécies nativas devem ser selecionadas de acordo com sua função na sucessão ecológica, sua adaptação às condições locais e sua aptidão para cada ambiente. De forma geral, podem ser agrupadas em pioneiras, secundárias e clímax.

- Pioneiras: espécies de rápido crescimento e elevada tolerância à luminosidade, adequadas à cobertura inicial e à criação de condições para o estabelecimento das espécies de estágios posteriores.
- Secundárias: espécies de crescimento intermediário, geralmente favorecidas por algum sombreamento e importantes para o aumento da diversidade e da estrutura da vegetação.
- Clímax: espécies de maior longevidade e crescimento geralmente mais lento, indicadas para o enriquecimento de áreas em processo de consolidação, quando as condições de solo e sombreamento forem adequadas.

Tabela 4-7 - Espécies arbóreas recomendadas

Família	Espécie	Nome popular	Hábito de Crescimento	Grupo ecológico
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica*	Ipê-verde	Arbóreo	Pioneira
	Handroanthus ochraceus	Ipê-amarelo-do-cerrado	Arbóreo	Secundária
	Handroanthus serratifolius	Ipê-amarelo	Arbóreo	Secundária
	Jacaranda acutifolia	Caroba	Arbóreo	Pioneira
	Zeyheria tuberculosa	Ipê-tabaco	Arbóreo	Pioneira
Burseraceae	*Protium heptaphyllum*	Amescla	Arbóreo	Secundária
Calophyllaceae	*Kielmeyera coriacea*	Pau-santo	Arbóreo	Pioneira
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Crindiuba	Arbóreo	Pioneira
Caricaceae	*Jacaratia spinosa*	Jaracatiá	Arbóreo	Secundária
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense*	Pequi	Arbóreo	Secundária
Celastraceae	*Maytenus floribunda*	Cafezinho	Arbóreo	Secundária
Chrysobalanaceae	*Hirtella glandulosa*	Vermelhão	Arbóreo	Secundária
Combretaceae	*Terminalia argentea*	Capitão	Arbóreo	Pioneira
	Terminalia brasiliensis	Cabuí	Arbóreo	Secundária
Dilleniaceae	*Davilla elliptica*	Lixeirinha	Arbóreo	Pioneira
	Davilla rugosa	-	Arbóreo	Pioneira
Ebenaceae	*Diospyros hispida*	Caqui do mato	Arbóreo	Secundária
Erythroxylaceae	*Erythroxylum tortuosum*	-	Arbóreo	Secundária
Euphorbiaceae	*Aparisthmium cordatum*	Lava-prato	Arbóreo	Pioneira
	Croton urucurana	Pé-de-perdiz	Arbóreo	Pioneira
	Maprounea guianensis	Adrago	Arbóreo	Secundária
Fabaceae	*Andira fraxinifolia*	Angelim	Arbóreo	Secundária
	Apuleia leiocarpa	Garapa	Arbóreo	Secundária
	Bauhinia rufa	Unha-de-vaca	Arbóreo	Pioneira
	Bowdichia virgilioides	Sucupira	Arbóreo	Secundária
	Copaifera langsdorffii	Pau-de'óleo	Arbóreo	Clímax
	Dimorphandra mollis	Faveira	Arbóreo	Secundária
	Enterolobium contortisiliquum	Tamboril	Arbóreo	Pioneira
	Hymenaea stigonocarpa	Jatobá-da-mata	Arbóreo	Clímax
	Machaerium aculeatum	Bico-de-pato	Arbóreo	Pioneira
	Machaerium acutifolium	Jacarandá	Arbóreo	Secundária
	Machaerium brasiliense	Jacarandá	Arbóreo	Secundária
	Machaerium opacum	Jacarandá	Arbóreo	Secundária
	Machaerium villosum	Jacarandá-canzil	Arbóreo	Secundária

	Piptadenia gonoacantha	Pau-jacaré	Arbóreo	Pioneira
	Plathymenia reticulata	Vinhático	Arbóreo	Secundária
	Platypodium elegans	-	Arbóreo	Secundária
	Sclerolobium paniculatum	Carvoeiro	Arbóreo	Pioneira
	Senna chrysocarpa	-	Arbóreo	Pioneira
	Stryphnodendron adstringens	Barbatimão	Arbóreo	Secundária
Lamiaceae	*Aegiphila sellowiana*	Papagaio	Arbóreo	Pioneira
	Vitex megapotamica	Tarumã	Arbóreo	Secundária
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis*	Jequitibá	Arbóreo	Clímax
Loganiaceae	*Strychnos pseudoquina*	Quina-do-cerrado	Arbóreo	Secundária
Malvaceae	*Apeiba tibourbou*	Escova-de-macaco	Arbóreo	Pioneira
	Eriotheca pubescens	Embiruçu	Arbóreo	Secundária
	Guazuma ulmifolia	Mutamba	Arbóreo	Pioneira
	Helicteres brevispira	Saca-rolha	Arbóreo	Pioneira
	Luehea grandiflora	Açoita-cavalo	Arbóreo	Secundária
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia*	Jacatirão	Arbóreo	Pioneira
	Tibouchina granulosa	Quaresmeira	Arbóreo	Pioneira
Meliaceae	*Cabralea canjerana*	Cangerana	Arbóreo	Clímax
	Cedrela fissilis	Cedro	Arbóreo	Secundária
	Guarea kunthiana	Marinheiro	Arbóreo	Clímax
Moraceae	*Brosimum gaudichaudii*	Mama-cadela	Arbóreo	Secundária
	Maclura tinctoria	Moreira	Arbóreo	Secundária
	Sorocea bonplandii	Folha-de-serra	Arbóreo	Clímax
Myristicaceae	*Virola sebifera*	Ucuúba	Arbóreo	Secundária
Myrtaceae	*Campomanesia pubescens*	Gabiroba	Arbóreo	Secundária
	Eugenia bimarginata	Araçá	Arbóreo	Secundária
	Eugenia dysenterica	Cagaiteira	Arbóreo	Secundária
	Myrcia rostrata	Folha-miúda	Arbóreo	Pioneira
	Psidium rufum	Goiabinha	Arbóreo	Secundária
Nyctaginaceae	*Pisonia noxia*	Pau-lepra	Arbóreo	Secundária
Proteaceae	*Roupala montana*	Carne-de-vaca	Arbóreo	Secundária
Rubiaceae	*Palicourea rigida*	Branquinho	Arbóreo	Pioneira
	Posoqueria acutifolia	-	Arbóreo	Secundária
	Tocoyena formosa	Jenipapo de cavalo	Arbóreo	Secundária
Rutaceae	*Metrodorea stipularis*	-	Arbóreo	Secundária
	Zanthoxylum rhoifolium	Mamica-de-porca	Arbóreo	Pioneira
Salicaceae	*Casearia arborea*	Espeto	Arbóreo	Secundária

	Casearia sylvestris	Pau-lagarto	Arbóreo	Pioneira
Sapindaceae	*Allophylus sericeus*	-	Arbóreo	Secundária
	Cupania oblongifolia	Camboatá	Arbóreo	Secundária
	Dilodendron bipinnatum	Maria-pobre	Arbóreo	Secundária
	Matayba elaeagnoides	-	Arbóreo	Secundária
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum*	Leiteiro	Arbóreo	Secundária
Simaroubaceae	*Simarouba versicolor*	Perdiz	Arbóreo	Secundária
Solanaceae	*Solanum aculeatissimum*	Joá-bravo	Arbustivo	Pioneira
	Solanum lycocarpum	Lobeira	Arbóreo	Pioneira
	Solanum paniculatum	Jurubeba	Arbóreo	Pioneira
Styracaceae	*Styrax camporum*	Benjoim	Arbóreo	Pioneira
Urticaceae	*Cecropia pachystachya*	Embaúba	Arbóreo	Pioneira
Vochysiaceae	*Callisthene fasciculata*	Itapicuru	Arbóreo	Secundária
	Qualea grandiflora	Pau-terrão	Arbóreo	Secundária
	Qualea multiflora	Pau-terra	Arbóreo	Secundária
	Qualea parviflora	Pau-terrinha	Arbóreo	Secundária
	Salvertia convallariodora	Bate-caixa	Arbóreo	Secundária

Fonte: Elaborado pela equipe técnica. Circunscrição das famílias conforme APG IV.

As mudas a serem plantadas apresentarão altura mínima de 1,0 metro, preferencialmente entre 1,0 e 1,5 metros. Mudas de menor porte tendem a apresentar maiores taxas de mortalidade e menor capacidade de estabelecimento em campo, especialmente em ambientes com pressão de gramíneas exóticas invasoras, déficit hídrico sazonal e herbivoria, condições frequentemente observadas em áreas em processo de restauração. As mudas devem ser colocadas na cova de forma que a região do colo da planta permaneça ao nível da superfície. A exposição de raízes pode acarretar danos mecânicos, aumentando a susceptibilidade a patógenos. Após o plantio, será realizada suave compactação do solo em torno das mudas, a fim de eliminar bolsões de ar e favorecer o contato entre raízes e substrato.

A distribuição das mudas deverá evitar a concentração de indivíduos da mesma espécie, promovendo maior diversidade e reduzindo a vulnerabilidade a pragas e doenças.

O arranjo final deverá ser ajustado em campo pelo responsável técnico, considerando a topografia, as estruturas de drenagem, a estabilidade das superfícies e a necessidade de acesso para manutenção.

O alinhamento não deverá induzir o tráfego de máquinas em condições inseguras ou sobre superfícies ainda instáveis. Nas áreas em que o acesso mecanizado não for adequado, o plantio e a manutenção deverão ser realizados manualmente ou com equipamentos leves.

Coveamento e adubação

As covas deverão possuir dimensões compatíveis com o sistema radicular das mudas e com as condições do solo, adotando-se, como referência inicial, 40 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade. O dimensionamento será ajustado pelo responsável técnico conforme as condições verificadas em campo.

O coveamento será realizado manualmente ou com equipamento mecanizado leve, desde que não comprometa a estabilidade do terreno, as estruturas de drenagem ou o solo reaplicado.

O preparo deverá descompactar o volume necessário ao enraizamento e assegurar adequado contato entre o substrato e as raízes, evitando enovelamento e bolsões de ar.

A abertura e o preparo das covas deverão ser compatíveis com as condições de segurança e de acesso de cada unidade de intervenção.

A adubação e a correção do solo deverão ser definidas com base em análise química e na recomendação do responsável técnico, evitando-se a aplicação padronizada de insumos sem confirmação da necessidade.

Serão empregados fertilizante formulado, calcário dolomítico, matéria orgânica e condicionadores de retenção de água (como hidrogel), desde que as doses sejam ajustadas aos resultados das análises e às características das espécies.

A adubação de cobertura somente deverá ser realizada quando indicada pelo monitoramento do desenvolvimento das mudas e pelas condições nutricionais do solo.

Os insumos deverão ser aplicados de forma localizada e incorporados ao substrato, evitando contato direto em concentração excessiva com as raízes e prevenindo perdas por escoamento superficial.

O uso de calcário deverá considerar a acidez, a saturação por bases e a necessidade de cálcio e magnésio identificadas na análise do solo.

O uso de hidrogel ou material equivalente será adotado em pontos sujeitos a déficit hídrico, conforme prescrição do responsável técnico e aplicado conforme as especificações do fabricante.

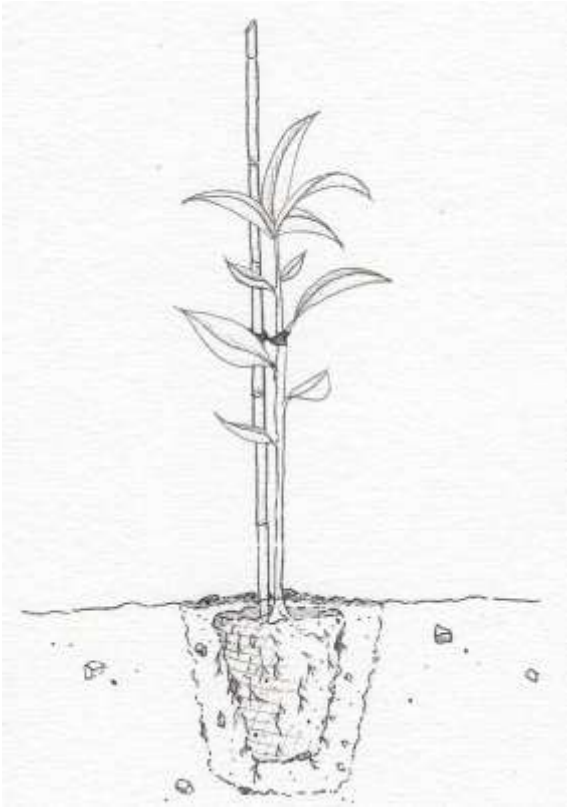
A combinação de preparo adequado, correção, adubação e manejo da umidade deverá ser ajustada a cada unidade de intervenção, priorizando o estabelecimento das mudas e a prevenção de impactos sobre o solo e a drenagem.

Plantio

O plantio das mudas é etapa determinante para o estabelecimento e o crescimento das árvores na área em recuperação. As mudas serão retiradas cuidadosamente de suas sacolas ou tubetes, garantindo a preservação de suas raízes e evitando danos durante o processo.

Após a retirada da muda da embalagem, ela deverá ser plantada de modo que o colo, correspondente à transição entre as raízes e o caule, permaneça nivelado com a superfície do solo, conforme ilustrado na Figura 4-13. As raízes deverão ser distribuídas uniformemente na cova, sem dobras ou enovelamento, a fim de favorecer sua expansão e a absorção de água e nutrientes.

Figura 4-13 - Modelo de muda após o plantio



Após o plantio da muda, o solo ao redor dela deve ser levemente pressionado para garantir um contato íntimo entre as raízes e o solo. Isso ajudará a estabilizar a muda e a promover uma boa transferência de água e nutrientes do solo para as raízes. Além disso, a pressão leve ajudará a reduzir o aparecimento de bolsões de ar no solo, o que poderia interferir no desenvolvimento das raízes.

O plantio das mudas ocorrerá no início do período chuvoso, quando as condições de umidade do solo são mais favoráveis para o estabelecimento das plantas. Mesmo assim, considerando que o fornecimento de água durante esse período inicial também é crucial para garantir que as mudas se estabeleçam adequadamente e comecem a crescer de forma saudável, elas serão irrigadas sempre que necessário durante a fase de pegamento, complementando o regime de chuvas. A frequência e o volume de irrigação serão definidos pelo responsável técnico em função da umidade do solo, da ocorrência de chuvas e das condições de cada superfície, de modo a aumentar as chances de pegamento das mudas.

Portanto, seguindo essas orientações e realizando o plantio das mudas no momento adequado, serão proporcionadas as melhores condições para o sucesso do projeto de recuperação de áreas degradadas, promovendo o estabelecimento e crescimento vigoroso das árvores no ambiente restaurado.

Tutoramento

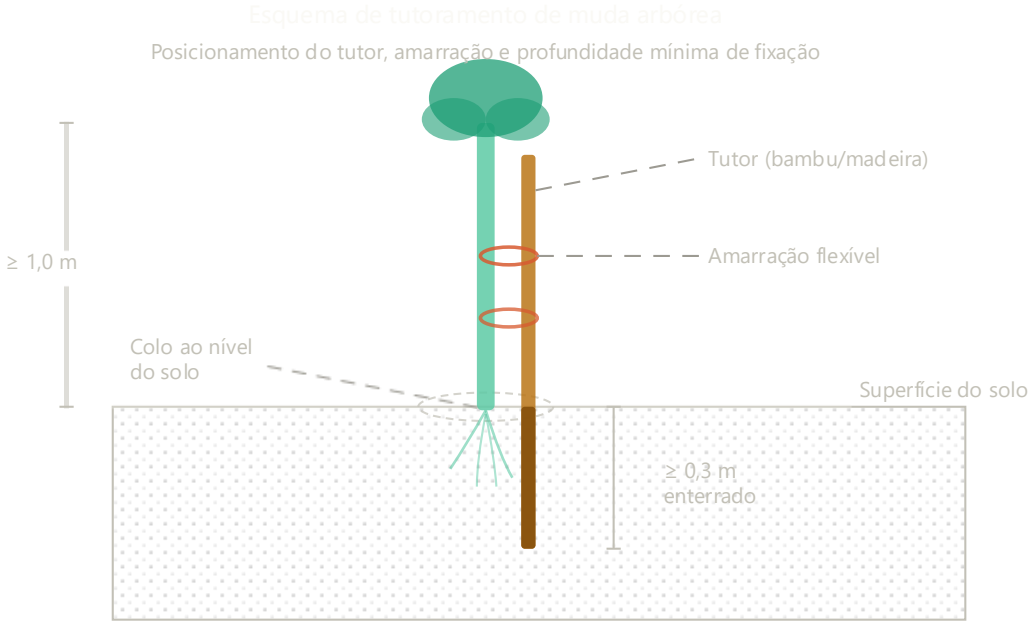
O tutoramento consiste na fixação de um suporte rígido, preferencialmente de bambu ou madeira roliça, posicionado lateralmente à muda e amarrado ao caule com material flexível, como fita de borracha ou fitilho de polipropileno. O tutor deve ter comprimento mínimo de 1,2 metro, com pelo menos 0,3 metro enterrado no solo para garantir estabilidade adequada, e deverá ser retirado ou substituído quando a muda apresentar sustentação própria consolidada, geralmente após o primeiro ou segundo período chuvoso.

A justificativa técnica para a adoção do tutoramento em projetos de recuperação de áreas degradadas é respaldada por múltiplos fatores. Do ponto de vista mecânico, mudas recém-plantadas ainda não desenvolveram sistema radicular suficiente para resistir à ação do vento, ao pisoteio acidental e às perturbações do solo causadas por chuvas de alta intensidade, eventos frequentes em áreas abertas e taludes. O tombamento precoce é uma das principais causas de mortalidade no estabelecimento inicial, pois rompe o contato entre raízes e substrato, interrompendo a absorção de água e nutrientes antes que a muda complete o pegamento. O tutor reduz esse risco ao estabilizar o caule e permitir que o sistema radicular se desenvolva sem interrupções.

Do ponto de vista operacional, o tutoramento também cumpre papel relevante na localização das mudas durante as atividades de manutenção e monitoramento. Em áreas com rebrota intensa de gramíneas ou espécies invasoras, indivíduos sem tutor tendem a ser encobertos rapidamente pela vegetação competidora, dificultando o coroamento seletivo, o replantio e a avaliação de sobrevivência. A presença do tutor garante a identificação visual dos indivíduos plantados mesmo em condições adversas de cobertura do solo, contribuindo para a eficiência das campanhas de manutenção e para a confiabilidade dos dados de monitoramento.

A amarração deverá ser feita em dois pontos ao longo do caule, com folga suficiente para acompanhar o crescimento da muda, conforme ilustrado na Figura 4-14. Deverá ser evitado o uso de arame ou de materiais rígidos em contato direto com o caule, pois podem provocar lesões e comprometer o desenvolvimento do tecido vegetal.

Figura 4-14 Esquema do tutoramento a ser adotado



Coroamento

O coroamento adequado das mudas implica na remoção de todo material vegetal em volta delas, criando uma área limpa ao redor das mudas. Essa prática visa reduzir a competição por nutrientes, água e luz solar, proporcionando um ambiente mais propício para o crescimento saudável das plantas. Além disso, ao retirar o material vegetal ao redor das mudas, também se evita que ervas daninhas concorram com as mudas por recursos vitais, garantindo assim seu estabelecimento mais eficaz.

Uma parte essencial do coroamento é a criação da bacia de contenção ao redor da muda. Essa bacia consiste em formar uma pequena declividade em volta da muda para reter a água da chuva ou da irrigação. Essa prática permite que a água seja capturada e absorvida de forma gradual pelo solo, garantindo um fornecimento constante de água às raízes das mudas. A bacia de contenção é especialmente importante para auxiliar as mudas durante períodos de seca ou estiagem, contribuindo para sua sobrevivência e crescimento saudável.

Para complementar o coroamento e a bacia de contenção, será aplicada uma camada de palha ou outro material vegetal adequado ao redor das mudas, conforme ilustrado na Figura 4-15. Essa cobertura orgânica auxilia na conservação da umidade, na regulação da temperatura do solo, na redução da erosão e no controle da competição com plantas invasoras. A aplicação

deverá ser realizada sem contato direto com o colo da muda e sem obstruir o escoamento superficial.

Figura 4-15 – Exemplo de muda após o plantio, o coroamento e a aplicação de corretivo



Tratos culturais

Os tratos culturais desempenham um papel fundamental na promoção do crescimento saudável das mudas e na proteção contra ameaças potenciais. Não será adotada a colocação de piquetes, uma vez que serão empregadas mudas com altura mínima de 1,0 metro associadas ao tutoramento individual, o que já assegura a identificação visual dos indivíduos plantados durante as inspeções de campo, inclusive em áreas extensas. Esses piquetes servem como referência visual para os trabalhadores envolvidos no manejo da área, facilitando a localização das mudas e permitindo a realização deO próprio tutor cumpre essa função de referência visual para as equipes envolvidas no manejo da área, facilitando a localização das mudas e a realização dos cuidados específicos conforme necessário, como irrigação, adubação e controle de pragas.

Outro aspecto essencial dos tratos culturais é a roçada regular das espécies invasoras ao redor das mudas. As plantas invasoras competem por recursos vitais, como água, luz solar e nutrientes, com as mudas plantadas, prejudicando seu crescimento e desenvolvimento. Portanto, a remoção regular das plantas invasoras ajuda a reduzir a competição e a promover um ambiente mais propício para o crescimento das mudas.

Além disso, será realizado monitoramento constante quanto à presença de pragas, formigas e doenças nas mudas. A identificação precoce de problemas relacionados a pragas ou doenças permite a implementação de medidas de controle adequadas de forma oportuna, minimizando danos às mudas e reduzindo a necessidade de intervenções mais drásticas no futuro. Esse monitoramento regular pode envolver inspeções visuais das mudas, observação de sintomas de danos nas folhas ou caules e a utilização de armadilhas ou dispositivos de monitoramento específicos para determinadas pragas.

O controle de formigas cortadeiras será realizado por meio da localização dos olheiros e carreiros ativos nas áreas de plantio e da aplicação manual de formicida nas proximidades dos formigueiros identificados, conforme recomendação do responsável técnico quanto ao produto e à dosagem. As vistorias serão realizadas junto às demais atividades de manutenção e a aplicação será repetida sempre que constatada reinfestação ou dano foliar nas mudas.

Portanto, o tutoramento das mudas, a roçada das espécies invasoras e o monitoramento constante quanto a pragas e doenças são práticas essenciais nos tratos culturais, contribuindo para o sucesso do projeto de recuperação de áreas degradadas e para o desenvolvimento saudável das mudas plantadas.

Replantio

O replantio será realizado nos locais em que houver mortalidade, falha de estabelecimento ou densidade inferior à prevista. Será adotada sobrevivência mínima de 90% das mudas por unidade de intervenção, verificada nas campanhas de monitoramento; resultados inferiores deverão desencadear reposição no período chuvoso subsequente. A altura e o desenvolvimento vegetativo serão acompanhados como indicadores de evolução, sem a adoção de uma altura única como condição isolada de sucesso.

A realização do replantio durante o período chuvoso oferece condições ideais para o estabelecimento das mudas, aproveitando o aumento da disponibilidade de água no solo e a redução do estresse hídrico. Isso promove um rápido crescimento das mudas, aumentando suas chances de sobrevivência e estabelecimento. Além disso, o replantio periódico permite ajustes conforme necessário, levando em consideração fatores como taxa de mortalidade das mudas, condições climáticas e experiências anteriores de plantio.

O replantio deverá ser realizado sempre que os resultados do monitoramento indicarem essa necessidade, de modo a assegurar a continuidade da cobertura vegetal e o atendimento aos

objetivos de recuperação. A estratégia deverá ser ajustada às causas das perdas observadas, às condições climáticas e ao desempenho das espécies empregadas.

Irrigação

Durante a fase de pegamento, a irrigação será realizada somente quando necessária, com frequência e volume definidos pelo responsável técnico em função da umidade do solo, da ocorrência de chuvas, das espécies utilizadas e das condições de cada superfície. A aplicação poderá ser feita por caminhão-pipa, mangueiras ou outro sistema de baixa vazão, devendo-se evitar escoamento superficial, erosão e carreamento de sementes ou solo.

A irrigação deverá ocorrer preferencialmente nos períodos de menor evaporação (como no início ou final do dia) e será suspensa após chuvas efetivas, desde que a umidade do solo permaneça adequada ao estabelecimento das mudas. A Tabela 4-7 apresenta as espécies arbóreas recomendadas para as ações de revegetação, com a respectiva classificação por grupo ecológico. Regeneração natural

A regeneração natural será estimulada em todas as superfícies reconformadas e tecnicamente aptas, em articulação com a drenagem, o controle de erosão e a revegetação ativa. A cobertura inicial será obtida por semeadura ou hidrossemeadura, associada, nos locais adequados, ao plantio de mudas arbóreas e arbustivas nativas.

Taludes, bermas, patamares e áreas planas receberão tratamentos compatíveis com sua declividade e estabilidade. Após a conformação final e a implantação da drenagem, o solo previamente decapeado (*topsoil*) será reaplicado onde tecnicamente viável for, seguido de medidas de proteção e revegetação destinadas a reduzir a velocidade do escoamento, aumentar a infiltração e minimizar o carreamento de sedimentos.

A regeneração natural será considerada complementar à revegetação ativa e poderá ocorrer a partir do banco de sementes do solo reaplicado e do aporte de propágulos do entorno. A estabilização e a cobertura inicial, contudo, não dependerão exclusivamente desse processo.

Será implantado isolamento e controle de acesso nas áreas em recuperação, com a finalidade de evitar circulação não autorizada, pisoteio, abertura de trilhas erosivas e danos às mudas e às estruturas de drenagem.

O monitoramento deverá avaliar a cobertura vegetal, a estabilidade superficial, o desempenho da drenagem e a ocorrência de erosões. Trechos com cobertura insuficiente ou sinais de instabilidade receberão medidas corretivas, como reforço da revegetação, recondicionamento superficial e ajuste das estruturas de drenagem.

4.4.2.2.3. Banco de sementes

Além das espécies previstas para o plantio dirigido nas áreas retaludadas e nas demais superfícies reconformadas, será priorizada a utilização de material propagativo de origem local, incluindo, quando autorizada e tecnicamente viável, a coleta de sementes de espécies nativas ocorrentes na área de intervenção e em fragmentos vegetacionais adjacentes. Essa diretriz visa assegurar maior compatibilidade ecológica e melhor desempenho adaptativo das espécies introduzidas.

A constituição de um banco de sementes local será favorecida, sobretudo, pela reaplicação do solo previamente decapeado durante a fase de preparação das áreas de trabalho, o qual contém sementes, propágulos e matéria orgânica essenciais à indução da regeneração natural. Complementarmente, poderá ser realizada coleta direcionada de sementes em áreas fonte próximas, de modo a ampliar a diversidade florística e reforçar a recomposição vegetal das superfícies tratadas.

Essa abordagem contribui para acelerar o processo de revegetação, manter a identidade ecológica regional e reduzir a dependência exclusiva de mudas oriundas de viveiros comerciais. Ao integrar a reaplicação do solo, o uso de sementes locais e o plantio dirigido, o PRAD busca ampliar a eficiência ecológica e a funcionalidade ambiental da antiga cava e das demais superfícies reconformadas.

4.4.3. Estratégias de conservação da flora e fauna

As estratégias recomendadas para a conservação da fauna e flora da área do Projeto são estruturadas de forma integrada, visando tanto a recomposição vegetal quanto a proteção dos habitats da fauna silvestre.

No âmbito da flora, as medidas incluem a revegetação com espécies nativas em etapas sucessivas, iniciando com gramíneas e leguminosas de rápido crescimento para cobertura imediata, seguidas por espécies arbóreas pioneiras, secundárias e clímax. O recobrimento com solo fértil decapado é indicado para favorecer a germinação e o desenvolvimento inicial das mudas, enquanto o controle gradual de espécies exóticas invasoras também é previsto, garantindo que a flora nativa se estabeleça de forma sustentável.

A proteção da fauna deverá concentrar-se na manutenção dos remanescentes e corredores do entorno, no controle de ruídos, velocidade e circulação de máquinas, na orientação das equipes e na proteção das drenagens. O monitoramento registrará indícios de

recolonização e eventuais ocorrências relevantes. Não se prevê manejo de fauna aquática ou substituição de espécies em corpos hídricos no escopo deste PRAD.

A conservação da fauna e da flora será tratada de forma integrada, pois a recomposição vegetal amplia a oferta de abrigo e alimento e favorece a conectividade. O monitoramento permitirá avaliar a evolução das áreas e ajustar as medidas necessárias à consolidação da recuperação.

4.4.4. Estratégias socioeconômicas e de gestão

As estratégias socioeconômicas e de gestão têm como objetivo assegurar a execução transparente, segura e articulada com o poder público e a comunidade. Sempre que viável, serão priorizados mão de obra e fornecedores locais para as atividades de implantação, manutenção e monitoramento.

As equipes deverão receber treinamento compatível com suas funções, incluindo segurança das obras, prevenção de erosão, manejo de resíduos, proteção da fauna e da flora e procedimentos de resposta a ocorrências ambientais. A comunicação com a comunidade deverá observar as obrigações do acordo e as necessidades associadas ao avanço das intervenções.

A gestão deverá manter registros das atividades, inspeções, não conformidades, medidas corretivas e resultados de monitoramento. Os relatórios de acompanhamento deverão subsidiar o diálogo com o Município de Catas Altas, o Ministério Público e os órgãos competentes, sem criar estruturas de governança ou compromissos adicionais não previstos nos instrumentos aplicáveis.

4.4.4.1. Gestão de resíduos sólidos (PGRS)

A gestão de resíduos sólidos no projeto será conduzida conforme o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), integrando ações de segregação, acondicionamento, transporte e destinação final adequada. Os resíduos devem ser classificados em grupos distintos, orgânicos, recicláveis, perigosos e inertes, garantindo que cada categoria receba tratamento específico e compatível com a legislação vigente.

Serão disponibilizados recipientes identificados nas áreas de apoio às obras, com segregação dos resíduos conforme sua natureza. Deverão ser adotadas medidas de redução, reutilização e destinação adequada, com registros dos quantitativos e dos comprovantes pertinentes. Resíduos orgânicos da manutenção vegetal serão compostados quando houver estrutura adequada e controle técnico.

A gestão de resíduos deverá ser documentada e acompanhada por inspeções, assegurando conformidade ambiental durante todo o período de execução e manutenção.

4.4.4.2. Valorização do turismo sustentável

A região possui relevante vocação turística, associada ao patrimônio natural e cultural de Catas Altas e à proximidade das cachoeiras Maquiné e da Santa e do Santuário do Caraça. A recuperação paisagística e a redução dos riscos contribuirão para a qualificação ambiental do entorno.

A implantação de visitação, trilhas, mirantes ou outras estruturas turísticas não integra a fase de execução deste PRAD. Após a doação do imóvel, caberá ao Município de Catas Altas, conforme a categoria da Unidade de Conservação de Proteção Integral e seu plano de manejo, definir os usos públicos compatíveis com a segurança geotécnica e com a conservação.

O papel deste PRAD é criar condições físicas e ambientais para o uso futuro conservacionista, mediante estabilização, drenagem, revegetação, controle de acesso e monitoramento. Qualquer uso público deverá respeitar as zonas de restrição, as estruturas de drenagem e as recomendações geotécnicas consolidadas.

4.5. Monitoramento das ações de recuperação

O monitoramento é indispensável para avaliar a eficácia das intervenções e orientar ajustes. Será adotada periodicidade trimestral durante os dois primeiros anos de implantação das ações ambientais e semestral nos anos subsequentes, até o atendimento dos critérios de sucesso e a consolidação das condições para a transferência da área. Cada campanha deverá ser registrada em relatório técnico, com metodologia, dados quantitativos, comparação com campanhas anteriores e medidas corretivas, quando necessárias.

Cada campanha deverá avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas, a ocorrência de pragas, doenças e espécies invasoras e o grau de cobertura do solo. A avaliação será realizada em parcelas amostrais distribuídas de forma representativa entre taludes, bermas, patamares e áreas planas revegetadas. Taxas de sobrevivência inferiores a 90% deverão desencadear replantio e investigação das causas.

As estruturas de drenagem superficial e contenção implantadas também deverão ser inspecionadas em cada campanha, avaliando-se a integridade física das obras, a ocorrência de assoreamento, erosão laminar, ravinamentos ou pontos de concentração de fluxo. Eventuais

danos identificados deverão ser registrados, de preferência com documentação fotográfica georreferenciada, e corrigidos dentro do prazo estabelecido no relatório. O desempenho do sistema de drenagem é um indicador crítico da estabilidade geotécnica das áreas reconformadas e deve ser tratado com a mesma prioridade que os indicadores vegetais.

De forma complementar, o monitoramento deverá registrar a evolução das condições ambientais gerais da área em recuperação, incluindo a ocorrência de processos erosivos ativos, a recolonização natural por espécies nativas, a presença de fauna silvestre e quaisquer eventos que possam comprometer o avanço da recuperação, como incêndios, vandalismo ou eventos climáticos extremos. Esse conjunto de informações subsidiará o planejamento adaptativo do projeto, permitindo que as estratégias de intervenção sejam ajustadas de forma fundamentada à medida que a área evolui em direção às metas de recuperação estabelecidas neste PRAD. A Tabela 4-8 consolida os parâmetros, as frequências mínimas e os critérios corretivos do monitoramento.

Tabela 4-8 – Parâmetros e frequência de monitoramento

Componente	Parâmetros de avaliação	Periodicidade	Critérios para adoção de medidas corretivas
Vegetação implantada	Sobrevivência e desenvolvimento das mudas; ocorrência de pragas, doenças e espécies invasoras; grau de cobertura do solo. A avaliação deverá ser realizada em parcelas amostrais distribuídas entre taludes, bermas, patamares e áreas planas revegetadas.	Trimestral durante os dois primeiros anos e semestral nos anos subsequentes.	Taxa de sobrevivência inferior a 90% por unidade de intervenção deverá resultar em replantio e investigação das causas. A ocorrência de pragas, doenças, espécies invasoras ou cobertura vegetal insuficiente deverá ser avaliada para definição das medidas de controle ou reforço da revegetação.
Solo e processos erosivos	Presença e evolução de erosão laminar, sulcos, ravinas, áreas de solo exposto e pontos de concentração do escoamento superficial; condição das medidas de proteção superficial.	Trimestral durante os dois primeiros anos e semestral nos anos subsequentes.	O surgimento ou a evolução de feições erosivas deverá resultar na avaliação das causas e na definição de medidas de correção da drenagem, proteção superficial ou estabilização local.
Estruturas de drenagem e contenção	Integridade física, obstruções, acúmulo de sedimentos, processos erosivos associados, pontos de concentração de fluxo e condições de funcionamento das estruturas implantadas.	Em cada campanha de monitoramento, conforme a periodicidade geral estabelecida.	Danos, obstruções, assoreamento ou funcionamento inadequado deverão ser registrados e corrigidos no prazo definido no respectivo relatório técnico.

Regeneração natural	Recolonização das áreas em recuperação por espécies vegetais nativas, incluindo a distribuição e o desenvolvimento dos indivíduos regenerantes.	Trimestral durante os dois primeiros anos e semestral nos anos subsequentes.	Condições que indiquem comprometimento da regeneração natural deverão ser analisadas em conjunto com os resultados da vegetação implantada, da cobertura do solo e dos processos erosivos, para definição de medidas complementares.
Fauna silvestre	Registros de ocorrência de fauna silvestre efetuados durante as campanhas, incluindo espécie ou grupo observado, local, data e condição do registro, quando possível.	Registro durante as campanhas de monitoramento.	Não se estabelece critério quantitativo específico. Ocorrências relevantes para a recuperação da área deverão ser descritas e avaliadas no relatório técnico.
Ocorrências ambientais	Incêndios, vandalismo, eventos climáticos extremos e outras ocorrências capazes de comprometer as ações implantadas ou a evolução da recuperação.	Registro sempre que identificadas e consolidação das informações em cada campanha.	Os danos ou alterações decorrentes dessas ocorrências deverão ser avaliados para definição das medidas de reparação, manutenção ou adequação necessárias.

Nota: Cada campanha deverá ser registrada em relatório técnico contendo metodologia, resultados quantitativos e qualitativos, documentação fotográfica, comparação com as campanhas anteriores e indicação das medidas corretivas necessárias.

4.5.1. Auditoria técnica independente

O monitoramento ambiental executado pela Setovi não substitui a auditoria técnica independente prevista no Termo de Acordo. A auditoria deverá acompanhar a execução, ter acesso aos documentos e frentes de obra e emitir relatórios trimestrais até a conclusão do PRAD, registrando conformidades, não conformidades, riscos e recomendações. As respostas da Setovi às recomendações deverão ser documentadas e incorporadas aos relatórios de acompanhamento.

4.6. Uso futuro

O uso futuro da área objeto deste PRAD será orientado, inicialmente, para a consolidação das condições de estabilidade geotécnica e funcionalidade ambiental, mediante a conformação dos taludes conforme os parâmetros de projeto, a implantação e manutenção da drenagem, a proteção do solo e a recomposição da cobertura vegetal. Essas medidas destinam-se a reduzir movimentos de massa, erosão e carreamento de sedimentos e a preparar a área para sua transferência ao Município de Catas Altas.

O Termo de Acordo de Mediação e Anexo Único - PD COMPOR nº 200/2024, apresentado em anexo, prevê a doação do imóvel ao Município de Catas Altas e a instituição

de Unidade de Conservação de Proteção Integral. O uso futuro deverá ser compatível com a preservação ambiental, a proteção dos recursos hídricos e paisagísticos, a biodiversidade e as restrições geotécnicas, cabendo ao Município adotar as medidas administrativas e legais pertinentes, inclusive a elaboração do plano de manejo.

A área deverá evoluir, ao longo do tempo, para uma condição de estabilidade física e cobertura vegetal permanente, capaz de minimizar riscos de movimentos de massa, ravinamentos e instabilidades superficiais, criando um cenário favorável à instituição da Unidade de Conservação de Proteção Integral, com ênfase na proteção das encostas recuperadas, das drenagens naturais e dos atributos cênicos associados às cachoeiras Maquiné e da Santa.

No âmbito da futura Unidade de Conservação de Proteção Integral, os usos e as zonas internas serão definidos pelo Município de Catas Altas no instrumento de criação e no Plano de Manejo, observadas as restrições geotécnicas e ambientais da área.

Dessa forma, o PRAD busca consolidar condições de estabilidade física, funcionalidade ambiental e segurança compatíveis com a incorporação do imóvel à futura Unidade de Conservação de Proteção Integral. Eventual uso público dependerá da categoria da unidade, do ato de criação, do plano de manejo, das restrições geotécnicas e da avaliação do Município e dos órgãos competentes.

4.7. Cronograma

O cronograma ambiental está vinculado ao sequenciamento físico do Projeto de Retaludamento, previsto para 66 a 72 meses. A drenagem e a proteção superficial deverão acompanhar o avanço de cada frente, e a revegetação será iniciada progressivamente nos trechos que atingirem a geometria final e apresentarem condições de estabilidade. A manutenção e o monitoramento prosseguirão até o atendimento dos critérios de sucesso estabelecidos neste PRAD.

Tabela 4-9 Cronograma macro integrado das intervenções

Etapa	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
Mobilização, autorizações, isolamento e preparação						
Retaludamento e manejo de materiais						
Drenagem provisória e definitiva						
Proteção superficial e reaplicação de solo						
Revegetação progressiva das frentes concluídas						
Manutenção da revegetação						
Monitoramento ambiental e geotécnico						
Auditoria técnica independente e relatórios trimestrais						
Desmobilização e consolidação final						

A Tabela 4-9 apresenta a sequência macro e deverá ser compatibilizada com o cronograma executivo do Anexo V - Memorando Técnico - Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, julho de 2026. O custo por estratégia/procedimento e o orçamento total deverão ser anexados antes do protocolo, pois os documentos disponíveis não apresentam consolidação financeira suficiente para preenchimento sem estimativa não fundamentada. A Tabela 4-10 detalha o cronograma de implantação, manutenção e monitoramento das ações de revegetação.

Tabela 4-10 Cronograma de implantação, manutenção e monitoramento

Item	Descrição	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4		Ano 5		Ano 6	
		Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2
1	Revegetação de Talude												
1.1	Preparo de solo/Microcoveamento												
1.2	Combate às formigas e pragas												
1.3	Adubação e Semeadura												
1.4	Plantio de Gramíneas/Faixas de Vegetação												
1.5	Irrigação												
2	Plantio Arbóreo												
2.1	Alinhamento e Coveamento												
2.2	Combate às formigas e pragas												
2.3	Adubação de Base/Cobertura												
2.4	Plantio (pioneiras)												
2.5	Plantio (secundárias e clímax)												
2.6	Irrigação												
3	Manutenção (coroamento, roçadas, replantios)												
4	Monitoramento e relatório de acompanhamento: trimestral nos dois primeiros anos e semestral nos anos subsequentes												

Os custos das ações deverão ser consolidados no orçamento executivo, considerando os quantitativos efetivamente implantados, as condições de acesso, a necessidade de manutenção e os resultados do monitoramento. Estimativas genéricas por hectare não substituem o orçamento específico do projeto.

5. REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 691 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Comunicado técnico 110**. Planaltina, DF: MAPA, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo **Mata Atlântica** e Pampa. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Organizadores: Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer. Brasília, DF: MMA, 2010. 408 p.

GE21 CONSULTORIA MINERAL LTDA. **Memorando técnico do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados, Catas Altas, MG**. Projeto GE21 nº 250501OS01. Belo Horizonte: GE21, 2026.

GHT – GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA. **Projeto executivo de drenagem superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados**. Belo Horizonte: GHT, 2026.

IDE-SISEMA. **Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**: Minas Gerais. Disponível em: http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 2 fev. 2024.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Comitês de bacias hidrográficas**. Disponível em: http://comites.igam.mg.gov.br/. Acesso em: 2 fev. 2024.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **The IUCN red list of threatened species**: version 2019. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 2 fev. 2024.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11493. Acesso em: 2 fev. 2024.

LOZADA, C. **Composição florística e estrutura de vegetação arbórea em diferentes condições fisiográficas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual secundária, na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2002. 149 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS; SETOVI MINERAÇÃO S.A.; MUNICÍPIO DE CATAS ALTAS. **Termo de acordo de mediação e anexo único**: PD COMPOR nº 200/2024. Belo Horizonte, 7 abr. 2025.

RATTER, A.; ASKEW, G. P.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, n. 1, p. 47-58, 1978.

TAUPÔ DESENVOLVIMENTO RESPONSÁVEL. **Diagnóstico preliminar**: Setovi Mineração S.A. Nova Lima: Taupô, 2025.

TAUPÔ DESENVOLVIMENTO RESPONSÁVEL. **Estudo técnico de conservação da flora**: Setovi Mineração S.A. Nova Lima: Taupô, 2025.

TAUPÔ DESENVOLVIMENTO RESPONSÁVEL. **Relatório técnico ambiental**: Setovi Mineração S.A. Nova Lima: Taupô, 2025.

VARJABEDIAN, Roberto. **Lei da Mata Atlântica**: retrocesso ambiental. São Paulo, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/YNyPHMty8xqcsfcknsqkqmv/?lang=pt. Acesso em: 2 fev. 2024.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: IBGE, Projeto RadamBrasil, 1982.

[redacted] R. DE S.. **Avaliação da estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados**. Belo Horizonte: Setovi, 2026.

WALTER, B. M. T. **Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal**: florística e fitossociologia. 1995. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1995.

6. ANEXO I- ART

7. ANEXO II – MAPA DE LOCALIZAÇÃO

8. ANEXO III - TERMO DE ACORDO DE MEDIAÇÃO E ANEXO ÚNICO - PD COMPOR Nº 200/2024

9. ANEXO IV - PLANTA DETALHADA E ARQUIVOS VETORIAIS

10. ANEXO V - MEMORANDO TÉCNICO - PROJETO DE RETALUDAMENTO DA FAZENDA DOS MACHADOS, JULHO DE 2026

10.1. Anexo V – A - Avaliação da Estabilidade do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados

10.2. Anexo V - B - Projeto Executivo de Drenagem Superficial do Projeto de Retaludamento da Fazenda dos Machados