



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.																											
Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672														BARRAGEM B1 – MINA IPÊ RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO – JULHO/26													
CONTROLE DE REVISÃO DAS FOLHAS																											
Rev doc	00	01					Rev doc	00	01					Rev doc	00	01					Rev doc	00	01				
Revisão da folha						Revisão da folha						Revisão da folha						Revisão da folha									
1	X	X				26	X	X				51	X	X				76	X	X							
2	X	X				27	X	X				52	X	X				77	X	X							
3	X	X				28	X	X				53	X	X				78	X	X							
4	X	X				29	X	X				54	X	X				79	X	X							
5	X	X				30	X	X				55	X	X				80	X	X							
6	X	X				31	X	X				56	X	X				81	X	X							
7	X	X				32	X	X				57	X	X				82	X	X							
8	X	X				33	X	X				58	X	X				83	X	X							
9	X	X				34	X	X				59	X	X				84	X	X							
10	X	X				35	X	X				60	X	X				85	X	X							
11	X	X				36	X	X				61	X	X				86	X	X							
12	X	X				37	X	X				62	X	X				87	X	X							
13	X	X				38	X	X				63	X	X				88	X	X							
14	X	X				39	X	X				64	X	X				89	X	X							
15	X	X				40	X	X				65	X	X				90	X	X							
16	X	X				41	X	X				66	X	X				91	X	X							
17	X	X				42	X	X				67	X	X				92	X	X							
18	X	X				43	X	X				68	X	X				93	X	X							
19	X	X				44	X	X				69	X	X				94	X	X							
20	X	X				45	X	X				70	X	X				95	X	X							
21	X	X				46	X	X				71	X	X				96	X	X							
22	X	X				47	X	X				72	X	X				97	X	X							
23	X	X				48	X	X				73	X	X				98	X	X							
24	X	X				49	X	X				74	X	X				99	X	X							
25	X	X				50	X	X				75	X	X				100	X	X							
REV.	T.E.		DESCRIÇÃO DAS REVISÕES																								
00	AB		EMISSÃO INICIAL																								
01	I		APROVADO																								
TIPO DE EMISSÃO			(A) PRELIMINAR (B) PARA COMENTÁRIOS (C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO						(E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO (G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO						(I) APROVADO (J) LIBERADO PARA COMPRA (K) CERTIFICADO												
	REV. 00		REV.01		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.												
DATA	23/07/2026		24/07/2026																								
EXECUTADO	RES		RES																								
VERIFICADO	WPM		WPM																								
APROVADO	RPT		RPT																								



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.																																
Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672												BARRAGEM B1 – MINA IPÊ RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO – JULHO/26																				
CONTROLE DE REVISÃO DAS FOLHAS																																
Rev doc	00	01						Rev doc	00	01							Rev doc									Rev doc						
Revisão da folha						Revisão da folha						Revisão da folha						Revisão da folha														
101	X	X					126	X	X							151									176							
102	X	X					127	X	X							152									177							
103	X	X					128	X	X							153									178							
104	X	X					129	X	X							154									179							
105	X	X					130	X	X							155									180							
106	X	X					131	X	X							156									181							
107	X	X					132	X	X							157									182							
108	X	X					133	X	X							158									183							
109	X	X					134	X	X							159									184							
110	X	X					135	X	X							160									185							
111	X	X					136	X	X							161									186							
112	X	X					137	X	X							162									187							
113	X	X					138	X	X							163									188							
114	X	X					139	X	X							164									189							
115	X	X					140	X	X							165									190							
116	X	X					141									166									191							
117	X	X					142									167									192							
118	X	X					143									168									193							
119	X	X					144									169									194							
120	X	X					145									170									195							
121	X	X					146									171									196							
122	X	X					147									172									197							
123	X	X					148									173									198							
124	X	X					149									174									199							
125	X	X					150									175									200							
REV.	T.E.		DESCRIÇÃO DAS REVISÕES																													
00	AB		EMIÇÃO INICIAL																													
01	I		APROVADO																													
TIPO DE EMISSÃO			(A) PRELIMINAR (B) PARA COMENTÁRIOS (C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO										(E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO (G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO										(I) APROVADO (J) LIBERADO PARA COMPRA (K) CERTIFICADO									
	REV. 00		REV. 01		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.		REV.			
DATA	23/07/2026		24/07/2026																													
EXECUTADO	RES		RES																													
VERIFICADO	WPM		WPM																													
APROVADO	RPT		RPT																													



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

SUMÁRIO

1.	Introdução	6
2.	Documentos de Referência	7
3.	Códigos e Normas	9
4.	Ficha Técnica do Empreendimento	10
4.1	Identificação do Empreendedor.....	10
4.2	Identificação do Empreendimento.....	10
4.3	Endereço para Envio de Correspondência	10
4.4	Identificação do Representante Legal do Empreendimento.....	10
4.5	Responsável Técnico pela Segurança da Barragem	10
4.6	Responsável Técnico pela Elaboração do Projeto para Descaracterização	11
4.7	Equipe técnica responsável pelo acompanhamento da obra de descaracterização.....	11
4.8	Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização 12	
4.9	Responsável pelo Acompanhamento das Obras de Descaracterização.....	12
4.10	Localização da Barragem.....	12
4.11	Função atual.....	13
4.12	Características Gerais.....	14
4.13	Classificação da Barragem.....	18
5.	Projeto de Descaracterização	23
5.1	Descrição do Projeto	24
5.2	Alterações de Projeto	29
5.3	Gerenciamento e Controle das Águas Durante a Execução das Obras de Descaracterização	29
5.4	Serviços Complementares	30
5.5	Drenagem Superficial	30
5.6	Riscos Geológicos-Geotécnicos.....	30
5.7	Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes	31
5.7.1	Estabilidade Física	31
5.7.2	Estabilidade Química	32
5.8	Protocolos Adotados para Garantia da Segurança dos Trabalhadores Durante as Obras.....	33
6.	Obras de Descaracterização	34
6.1	Memorial Descritivo.....	35
6.1.1	Acompanhamento das Obras	35



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

6.1.2	Sequência Construtiva e Detalhamento das Obras Realizadas	35
6.1.3	Anomalias Verificadas	37
6.1.4	Não Conformidades	37
6.1.5	Projeto.....	37
6.1.6	Levantamento Topográfico – Obras Executadas	41
6.1.7	Comparativo Projeto x Executado.....	41
7.	Condição da Estrutura no Período Avaliado	42
7.1.1	Inspeções de Campo	43
7.1.2	Anomalias Detectadas Durante as Inspeções	43
7.1.3	Planos de Ação para as Anomalias.....	45
7.1.4	Instrumentação Instalada na Barragem	45
7.1.4.1	Leituras da Instrumentação	50
7.1.4.2	Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros.....	50
7.1.4.3	Teste de Vida INA's e Piezômetros	52
7.1.4.4	Protocolo de Ações – TARP (Plano de Ação e Respostas)	56
7.1.4.5	Placas Indicadoras de Vazão.....	57
7.1.4.6	Prismas de Monitoramento	58
7.1.4.7	Marcos de Controle de Deslocamento	62
7.1.4.8	Monitoramento do Talude da Encosta	63
7.1.4.9	Operação dos Poços de Bombeamento.....	68
7.1.4.10	Sismógrafos	72
7.1.5	Análise de Estabilidade	74
7.1.5.1	Premissas Adotadas nas Simulações.....	74
7.1.5.2	Sismicidade do Local da Barragem	76
7.1.5.3	Definição da Condição da Superfície Freática	82
7.1.5.4	Parâmetros de Resistência	85
7.1.5.5	Resultados	88
7.1.5.6	Análise de Estabilidade 3D (Condição Rejeito Liquefeito)	109
8.	Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização.....	110
8.1.1	Controle de Emissão de Materiais Particulados para a Atmosfera	110
8.1.2	Monitoramento da Qualidade da Água.....	112
8.1.3	Monitoramento da Qualidade do Ar.....	113
8.1.4	Controle de Emissão de Gases Poluentes.....	117
8.1.4.1	Controle das Emissões Geradas pelo Funcionamento de Motor a Diesel	117
8.1.4.2	Monitoramento de Fumaça Preta	117
8.1.5	Controle de Emissão de Ruídos Ambientais e Avaliação dos Níveis de Vibração	118
8.1.5.1	Ruídos Ambientais.....	120



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

8.1.5.2 Vibrações 122

8.1.6 Controle de Alteração da Dinâmica de Drenagem de Águas Pluviais 124

8.1.7 Gestão de Resíduos Sólidos 125

9. Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização 126

9.1 Carta de Risco - Etapas de Descaracterização 128

9.2 Rotina de Monitoramento 132

9.3 Cronograma 133

10. Plano de Ação..... 136

11. Assinaturas 138

12. Anexos 139



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

1. Introdução

O presente documento corresponde ao Relatório Técnico de Acompanhamento do Processo de Descaracterização da **Barragem B1 - Mina Ipê**, referente aos meses de **abril, maio e junho/26**, elaborado de acordo com o Termo de Referência para Acompanhamento do Processo de Descaracterização de Barragens Alteadas a Montante no Estado de Minas Gerais, disponibilizado pela FEAM em 28/11/2022.

Para atender às necessidades da Mineração Morro do Ipê S.A., a Terracota Geotecnia foi contratada para elaboração do Projeto Executivo de Descaracterização da Barragem B1 - Mina Ipê, o qual foi emitido em fevereiro de 2023. O escopo do projeto foi definido de forma a atender ao Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante, elaborado pelos órgãos estaduais de meio ambiente SEMAD e FEAM, em específico ao item 3.3.1 que trata de Projeto de Descaracterização para Barragens com Declaração de Condição de Estabilidade Garantida. O escopo do projeto foi subdividido em um total de 03 (três) marcos, conforme descrito abaixo:

- **Marco 1:** Relatório de consolidação de dados;
- **Marco 2:** Relatório de diagnóstico das condições da estrutura;
- **Marco 3:** Projeto Executivo de Descaracterização (desenhos e documentos técnicos).

As obras de descaracterização iniciaram em 16 de junho de 2026, através da remoção do rejeito do reservatório, com foco na execução de acessos para a movimentação e conformação do rejeito no reservatório.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

2. Documentos de Referência

Os documentos, disponíveis para consulta, relativos à barragem são:

- Planilhas e gráficos de monitoramento dos instrumentos da barragem: "INSTRUMENTAÇÃO_B1_MINA_IPE.xlsx", "INSTRUMENTAÇÃO_B1_MINA_IPE_PVs.xlsx", "PLAN_MARCO_SUP_B1IPE.xlsx" e "MONITORAMENTO_ENCOSTA_B1IPE.xlsx". Mineração Morro do Ipê. 30/06/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1646_r0 - Relatório Mensal De Acompanhamento Da Obra De Descaracterização - Barragem B1 - Mina Ipê – Relatório Mensal de Acompanhamento Técnico de Obra. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Junho/2026.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1375_r0 – Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR) – Barragem B1 – Mina Ipê – ANM – 1º Semestre de 2026. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Março/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1437-1 – Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança de Barragens (RTESB) – Barragem B1 – Mina Ipê – FEAM – 1º Semestre de 2026. Dam Projetos de Engenharia Ltda. Março/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1142_r0 – Barragem B1 - Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Níveis de Controle da Instrumentação. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Maio/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.652_r4 – Barragem B1 – Mina Ipê – Níveis de Controle da Instrumentação – Carta de Risco – Não-drenado. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Maio/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1067 – Análise de Estabilidade 3D – Relatório – Barragem B1 – Mina Ipê. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.558_r2 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico de Consolidação de Dados. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2023;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.559_r2 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico de Diagnóstico da Estrutura. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2023;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.560_r2 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2023;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.641_r2 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Especificação Técnica. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2023;



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

- IPE.OP.DE.8000.GT.20.652_r2 a IPE.OP.DE.8000.GT.20.679_r2 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Descaracterização – Desenhos do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2023;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.308 - PARECER TÉCNICO REBAIXAMENTO BARRAGEM B1 IPÊ – MINA IPÊ. Water Services And Technologies. Julho/2025.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1067 - BARRAGEM B1 IPÊ ANÁLISE DE ESTABILIDADE 3D - RELATÓRIO TÉCNICO. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1334_r1 – Barragem B1 – Mina Ipê - Projeto Executivo de Estabilização de Talude. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Janeiro/2026.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1557 - Relatório De Avaliação de Performance Geotécnica 2ª Quinzena de Abril de 2026 – Maio/2026.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1578 - Relatório De Avaliação de Performance Geotécnica 2ª Quinzena de Maio de 2026 – Junho/2026.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1642 - Relatório De Avaliação de Performance Geotécnica 2ª Quinzena de Junho de 2026 – Julho/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

3. Códigos e Normas

Os Códigos e/ou Normas relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele, devendo ser utilizados na sua revisão mais recente. Em caso de conflito, o mais estrito prevalecerá.

- Lei nº 12.334/2010 - Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens;
- Lei nº 14.066/2020 - Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração);
- Lei Estadual nº 23.291/2019 – Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens;
- Decreto nº 48.140/2021 - Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291/2019 - Estabelece medidas para aplicação do Art. 29 da Lei nº 21.972/2016 e dá outras providências;
- Resolução nº 95/2022 da ANM – Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração;
- Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.784/2019 - Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais e dá outras providências;
- Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante (SEMAD/FEAM) – Estabelece os requisitos mínimos de um Projeto para a Descaracterização de Barragens alteadas pelo método de montante no Estado de Minas Gerais a ser apresentado à Fundação Estadual de Meio Ambiente, conforme previsto na Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragem;
- Termo de Referência para Acompanhamento do Processo de Descaracterização de Barragens Alteadas a Montante no Estado de Minas Gerais (SEMAD/FEAM) – Estabelece os requisitos mínimos do relatório técnico de acompanhamento da descaracterização das barragens alteadas pelo método à montante no Estado de Minas Gerais, conforme o art. 13 da Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens;
- Norma ABNT NBR 13.028/2025 – Estabelece os requisitos para elaboração e apresentação de projeto de barragens de mineração para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reserva de água.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

4. Ficha Técnica do Empreendimento

4.1 Identificação do Empreendedor

Razão Social: Mineração Morro do Ipê S.A.
CNPJ: 22.902.554/0001-17
Inscrição Estadual: 293732116
Endereço: Rodovia BR 381, Parte, KM 520, S/Nº –
Brumadinho – MG – 35460-000
Telefone: (31) 3614-1800 / (31) 3181-1315
E-mail: casaip@ipemineração.com

4.2 Identificação do Empreendimento

Razão Social: Mineração Morro do Ipê S.A.
CNPJ: 22.902.554/0001-17
Processo Administrativo
COPAM nº: 37478/2016
Endereço: Rodovia BR 381, Parte, KM 520, S/Nº –
Brumadinho – MG – 35460-000
Telefone: (31) 3614-1800 / (31) 3181-1315
E-mail: casaip@ipemineração.com

4.3 Endereço para Envio de Correspondência

Destinatário: Welington Pereira Maximiano
Vínculo: Coordenador de Geotecnia
Endereço: Rodovia BR 381, KM 520, S/Nº
Brumadinho – MG – 35460-000

4.4 Identificação do Representante Legal do Empreendimento

Nome: Cristiano Monteiro Parreiras
CPF: 030.102.416-23
Formação: Advogado
Cargo/Função: Diretor de Assuntos Corporativos
Telefone: (31) 99194-8589
E-mail: cristiano.parreiras@ipemineraçao.com

4.5 Responsável Técnico pela Segurança da Barragem

Nome: Welington Pereira Maximiano
Formação: Engenheiro Civil
Registro Nacional Profissional: 1411469151 (CREA-MG)
Cargo: Coordenador de Geotecnia
Telefone: (31) 3614-1840
E-mail: welington.maximiano@ipemineraçao.com



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

4.6 Responsável Técnico pela Elaboração do Projeto para Descaracterização

Nome: Elias Josafá Cota

Formação: Engenheiro Civil / Geotécnico

Registro Nacional Profissional: 1403750408 (71537/D CREA-MG)

Telefone: (31) 3786-4226

E-mail: elias@terracota.pro

4.7 Equipe técnica responsável pelo acompanhamento da obra de descaracterização

Nome	Cargo	Área
Roberto Pasquale da Cruz Trotta	Geólogo - Gerente de Geotecnia e Geologia	Geotecnia
Wellington Pereira Maximiano	Engenheiro Civil - Coordenador de Geotecnia	Geotecnia
Rayanne Emanuele Silva	Engenheira de Minas Júnior	Geotecnia
Eduardo Lelis de Almeida	Analista Geotecnia Júnior	Geotecnia
Tiago Mendes de Oliveira	Técnico de Geotecnia	Geotecnia
Gilberto Eustáquio da Silva	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
Edno Cardoso da Silva	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
Célio Ferreira Passos	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
Genivaldo Rodrigues Pereira	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
João Antunes Primo	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
Josemir de Oliveira Junior	Técnico de Monitoramento II	Geotecnia
Thiago Lucas Souza Silva	Técnico de Monitoramento I	Geotecnia
Rodrigo Damasceno Silva de Oliveira	Técnico de Monitoramento I	Geotecnia



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

4.8 Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização

Empresa responsável pela elaboração do projeto de descaracterização

Razão social:	Terracota Consultoria e Projetos Ltda.	Tel.: +(55) 31 3786-4226
CNPJ:	29.794.420/0001-79	
https://terracota.pro Rua Júlio Ferreira Pinto, 350 – 3º andar, Santa Amélia, 31560-330. Belo Horizonte/MG, Brasil.		

Equipe que participou da elaboração do projeto de descaracterização

Profissional	Formação	Nº Registro	Responsabilidade
Elias Josafá Cota	Eng. Civil Geotécnico	1403750408	Coordenador e Revisor do Projeto
Guilherme Pereira Pinto	Eng. Civil Geotécnico	2014352674	Estudos geotécnicos
Mauro Sérgio Verassani	Eng. Ambiental Hidrólogo	1406671720	Elaboração e Coordenação dos Estudos Hidrológicos e Hidráulicos
Roberto Rangel Silva	Eng. Civil Hidrólogo	1416269886	Estudos hidráulicos
José Carlos Possas	Geólogo	1406272221	Mapeamento de superfície e estudos geológicos
Guilherme de Freitas Roriz Lima	Eng. Civil Geotécnico	1015708625	Estudos geotécnicos e Edição do Relatório

4.9 Responsável pelo Acompanhamento das Obras de Descaracterização

Nome: Roberto Pasquale da Cruz Trotta

Formação: Geólogo

Registro Nacional Profissional: 2016517646 (CREA-RJ)

Cargo: Gerente de Geotecnia e Geologia

Telefone: (31) 3614-1840

E-mail: roberto.trotta@ipemineracao.com

4.10 Localização da Barragem

A Barragem B1 – Mina Ipê localiza-se no vale do córrego Quéias, no município de Brumadinho-MG, em torno das coordenadas UTM (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S) 572.390m E e 7.775.120m N, próximo do alto da Serra das Farofas. O acesso é realizado pelo trevo imediatamente após o km 520 da rodovia Fernão Dias (BR-381), à margem direita no sentido sul (BH-SP).

Na Figura é apresentada a localização da barragem.

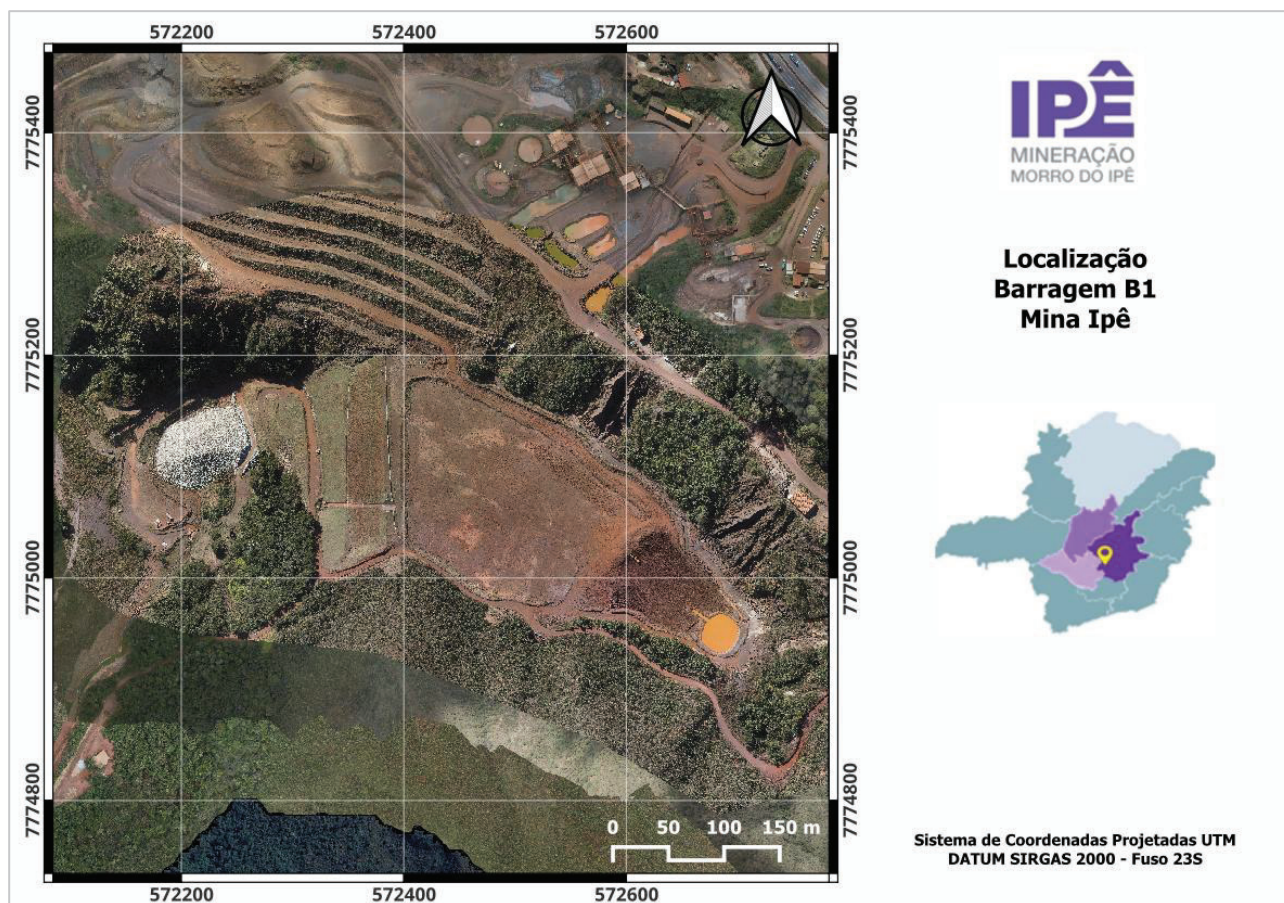


Figura 4.1 - Localização da Barragem B1 – Mina Ipê.

4.11 Função atual

A Barragem B1 – Mina Ipê foi projetada com a finalidade de disposição de rejeitos do beneficiamento de minério de ferro da Mina Ipê, classificados de acordo com a norma NBR 10.004 como de Classe II B – Resíduo Não Perigoso Inerte, conforme amostragem e ensaios de solubilização e de lixiviação realizados pela empresa Terra Consultoria e Análises Ambientais Ltda. e apresentados nos Relatórios de Ensaios nº 7963/2021, 7971/2021, 7979/2021, 7987/2021 e 7995/2021.

Em virtude da exaustão da capacidade de acumulação da bacia da barragem e da necessidade operacional de se criar espaços para a disposição de rejeitos, a partir do último trimestre de 2010 até dezembro de 2017, foram realizadas operações de retomada ("lavra") do rejeito disposto hidraulicamente e transportados e empilhados mecanicamente. Para tanto, o reservatório foi subdividido em baías de forma a não paralisar as operações sendo que enquanto o lançamento era realizado em uma porção, o rejeito era retomado na outra. O lançamento de rejeitos foi paralisado em dezembro de 2017, operando, desde então, basicamente na retenção de sedimentos exógenos e no amortecimento de cheias provenientes de sua bacia de contribuição. Atualmente a estrutura está desativada, não recebe mais rejeitos, e vem sendo preparada para entrar em processo de descaracterização.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

4.12 Características Gerais

A Barragem B1 – Mina Ipê foi construída em 3 (três) etapas, sendo o maciço inicial na El. 1.031,00 m, o primeiro alteamento a montante na El. 1.051,00 m, e o segundo alteamento na El. 1.057,89 m construído em direção a jusante, porém sobre o maciço do primeiro alteamento. Em todas as etapas, foi utilizado rejeito compactado para construção dos respectivos maciços.

Até meados de 2021 a estrutura era considerada como alteada pelo método de jusante, até serem apreciadas as informações contidas no relatório técnico do segundo alteamento, documento R_033_92 elaborado pelo Engenheiro Consultor José Jaime Rodrigues Branco. No referido documento, o autor descreve a execução de um maciço drenante lançado a jusante, a partir do qual a barragem apresentaria condição de estabilidade adequada para realização de sucessivos alteamentos para direção de montante, conforme trecho a seguir retirado do relatório mencionado:

"Inicialmente será restaurada a barragem existente com a construção de um maciço drenante lançado para jusante formando um pé para estabilização do maciço atual... [...]"

Esta estabilização permitirá a elevação sucessiva de crista da barragem para montante com condições de drenagens e taludes adequadamente dimensionados, de maneira a se manter um fator de segurança para a completa estabilidade do novo maciço... [...] Esta barragem está praticamente toda assoreada com rejeito. Sobre o assoreamento foi projetada a elevação da crista para montante até a cota 556,0 com uma banquetta de 10,0 m de altura na cota 536,0, com altura de 23,0 metros..."

Entre 2020 e 2022 foi realizada uma extensa campanha de sondagens para subsidiar a elaboração do projeto de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê, na qual foi validada a hipótese de o alteamento ter sido construído pelo método de montante.

Entre fevereiro e março de 2023 foi executado um aterro de reforço a jusante da estrutura de forma a atender o fator de segurança requerido para a condição de carregamento não drenado de pico ($FS \geq 1,30$).

As principais características da barragem são apresentadas na Tabela 4.12, sendo as informações existentes atualizadas considerando um levantamento topográfico de setembro de 2020 (BARRAGEM B1 IPÊ_15_10_ATUAL), levantamento topográfico de novembro de 2021 (B1_IPE_16NOV21), o levantamento topográfico do projeto "As Built" do segundo alteamento (TOPOGERAL_11082014.dxf), o levantamento topográfico "As Built" do aterro de reforço (CAD_REFORÇO_B1IPE_14MAR23.dwg) e o levantamento topográfico cadastral (CADASTRO_PLANIALTIMETRICO_BARRAGEM_B1_IPE_21JUN23.dwg).

Na Figura 4.12 é apresentada uma imagem de satélite da estrutura, e a Figura 4.12 apresenta a seção B-B' de maior altura da barragem.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.121 – Principais características da Barragem B1 – Mina Ipê.

DADOS GERAIS	
Nome da Estrutura	Barragem B1 – Mina Ipê
Código FEAM	132
Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento	Latitude: - 20° 07'11.300" Longitude: - 44°18'26.900"
Coordenada projetada (UTM) do ponto central da crista do barramento (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S)	572.390m E / 7.775.120m N
Finalidade do Barramento	Armazenamento de Rejeito Fino de Minério de Ferro
Ano de Início de Implementação	~1991
Ano de Início de Operação	~1991
Ano de Término de Operação	2017
Ano de Término de Descaracterização	2027 (previsão)
Situação (status) de operação atual da barragem	Em descaracterização (obras)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Volume Total (m ³)	1.236.370
Volume do reservatório (m ³)	943.579
Volume do reservatório ocupado com rejeitos (m ³)	786.359
Área do reservatório (m ²)	51.226
Elevação mínima do coroamento (m)	1.057,89
Elevação do terreno natural no pé do barramento (m)	1.002,10
Altura atual da barragem (m)	55,79
Extensão do coroamento (m)	176,0
Largura do coroamento (m)	6,0
Largura das bermas (m)	Variável, no mínimo 3,0
Inclinação geral do talude jusante	2,55H:1V (21,4°)
Alteamentos realizados e seus métodos empregados	2 alteamentos a montante
Elevação da soleira do vertedouro (m)	1.056,32
Nível d'água máximo <i>maximorum</i> (PMP) (m)	1.057,43
Borda livre mínima (PMP) (m)	1,27
Descarga do vertedouro (PMP) (m ³ /s)	14,98 / 6,86
Capacidade de Descarga do vertedouro (m ³ /s)	15,00
Área da bacia de contribuição (km ²)	0,52

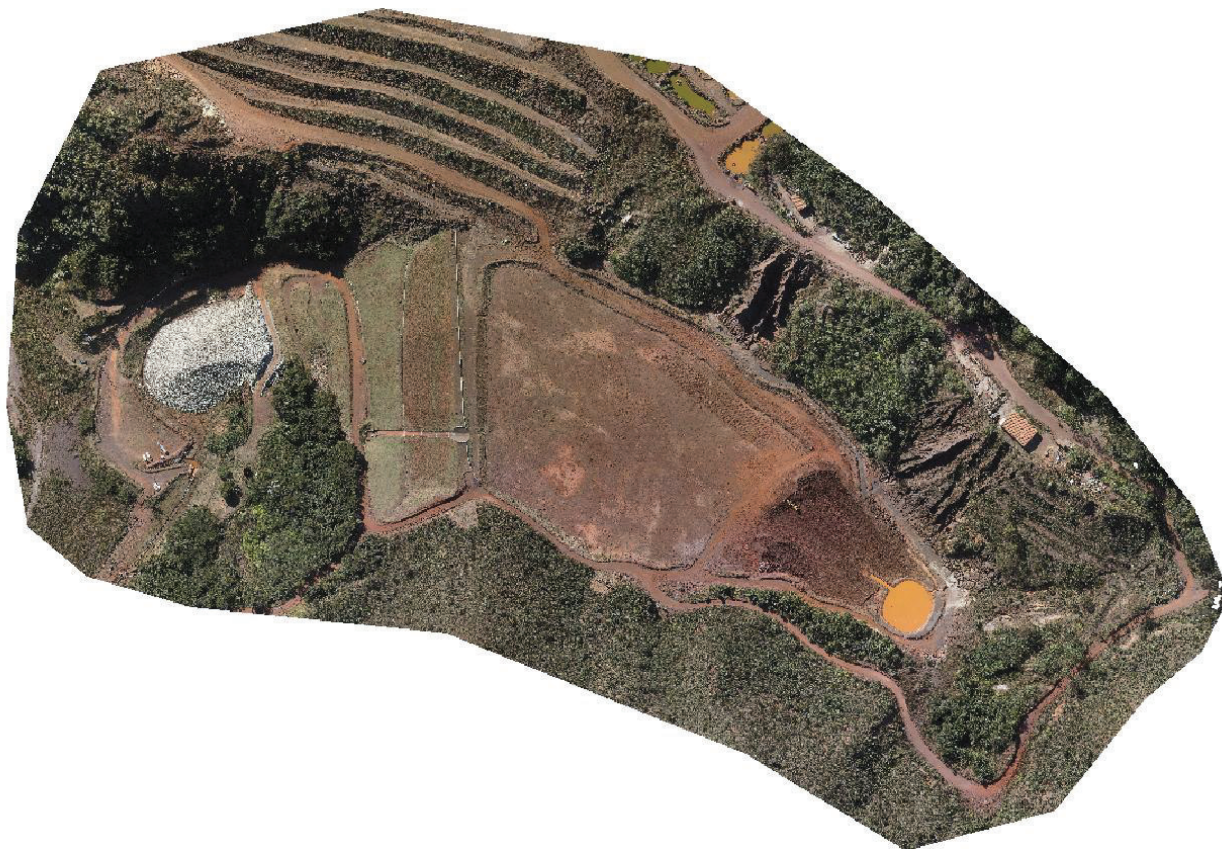


Figura 4.12 – Imagem da Barragem B1 – Mina Ipê. (Fonte: Ortofoto MMI – Julho/2026).

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

Informação Pública



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

4.13 Classificação da Barragem

De acordo com a Matriz para Classificação de barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração segundo Anexo II do Decreto 48.140/2021 que regulamenta a Lei Estadual 23.291/2019, a Barragem B1 – Mina Ipê foi classificada, conforme RTESB referente ao 1º semestre de 2026 (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1437), com Potencial de Dano Ambiental Alto e Categoria de Risco Baixo, conforme tabelas a seguir.

Tabela 4.132 – Categoria de Risco (resíduos e rejeitos de mineração).

CATEGORIA DE RISCO		
1	Características Técnicas (CT)	15
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança da Barragem (PSB)	0
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PSB		15
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO		BAIXO
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 65 ou $EC^*=10$ (*)
	MÉDIO	$37 < CRI < 65$
	BAIXO	≤ 37

(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTO e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.

Tabela 4.13 – Potencial de Dano Ambiental.

POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL (PDA)		Pontos
1	Volume total do reservatório	2
2	Existência de População a Jusante	10
3	Impacto Ambiental	6
4	Impacto Socioeconômico	1
PONTUAÇÃO TOTAL (PDA)		19
CLASSIFICAÇÃO DE DANO		ALTO
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	PDA
	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$7 < PDA < 13$
	BAIXO	≤ 7



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.134 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – **Características Técnicas.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT				
Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura $\leq 10\text{m}$ (0)	Comprimento $\leq 50\text{m}$ (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
$10\text{m} < \text{Altura} < 30\text{m}$ (1)	$50\text{m} < \text{Comprimento} < 200\text{m}$ (1)	Milenar (2)	Alteamento a jusante (2)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, porém em processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto (2)
$30\text{m} \leq \text{Altura} \leq 60\text{m}$ (4)	$200\text{m} \leq \text{Comprimento} \leq 600\text{m}$ (2)	TR = 500 anos (5)	Alteamento por linha de centro (5)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto sem processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto (6)
Altura $> 60\text{m}$ (7)	Comprimento $> 600\text{m}$ (3)	TR inferior a 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)	Alteamento a montante ou desconhecido ou que já tenha sido alteada a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada em desacordo com o projeto (8)
CT = Σ (a até e) = 15				



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.135 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – **Estado de Conservação.**

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (f)	Percolação (g)	Deformações e Recalques (h)	Deterioração dos taludes/Paramentos (i)
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos, sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)
EC = Σ (f até i) = 0			



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.136 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – **Plano de Segurança da Barragem.**

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS				
Documentação de projeto (j)	Estrutura organizacional e qualificação dos profissionais na equipe de segurança da barragem (k)	Manuais de procedimentos para inspeções de segurança e monitoramento (l)	Plano de Ação Emergencial – PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (m)	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de análise de segurança (n)
Projeto Executivo e “como construído” (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança (0)
Projeto Executivo ou “como construído” (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança da barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui PAE (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança (2)
Projeto “como está” (3)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e monitoramento (4)
Projeto básico (5)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual (6)
Projeto Conceitual (8)	-	-	-	Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)
Não há documentação de projeto (10)	-	-	-	-
PS = Σ (j até n) = 0				



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.137 – Classificação quanto ao **Potencial de Dano Ambiental** (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração).

Quadro de Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental			
Volume Total do Reservatório (a)	Existência de População a Jusante (b)	Impacto Ambiental (c)	Impacto Socioeconômico (d)
MUITO PEQUENO ≤ 1 milhão m^3 (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes / residentes ou temporárias / transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE (Área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
PEQUENO 1 milhão a 5 milhões m^3 (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, e armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	BAIXO (Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
MÉDIO 5 milhões a 25 milhões m^3 (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
GRANDE 25 milhões a 50 milhões m^3 (4)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (10)	MUITO SIGNIFICATIVO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na classe IIA, Não Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (8)	ALTO (Existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
MUITO GRANDE ≥ 50 milhões m^3 (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na classe I - perigosos, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (10)	-
PDA = Σ (a até d) = 19			



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 4.138 - Matriz de Classificação

Categoria de Risco	Potencial de Dano Ambiental		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	C
Médio	B	C	D
Baixo	B	C	E

5. Projeto de Descaracterização

- O conceito do projeto de descaracterização é o de remoção completa dos rejeitos dispostos no reservatório, além dos maciços, tanto o maciço inicial quanto os alteamentos realizados e do aterro de reforço, de forma a retornar o vale a uma condição próxima a original;
- O projeto considera a utilização de poços de rebaixamento instalados a jusante da barragem para o rebaixamento da superfície freática da fundação. Conforme o relatório IPE.OP.RL.8000.GT.20.308 elaborado pela empresa WST, entende-se ser improvável que a instalação de novos poços a jusante da Barragem B1 - Mina Ipê tenha efeito significativo no rebaixamento alcançado. Esse entendimento é baseado na litologia local, que é formada por filitos, rocha de baixa permeabilidade e armazenamento, e, portanto, com efeito mais localizado na drenagem da água subterrânea por poços tubulares. Esse entendimento é corroborado pela baixa ou nula performance no rebaixamento da estrutura da barragem com a instalação do poço PT-02. Cabe ressaltar que o poço PT-01 foi perfurado sob uma falha previamente cartografada, o que explica a sua melhor performance no rebaixamento, pois a estrutura da falha ajudou a drenar uma área maior. Porém, conforme já comentado, a estrutura atingiu seu equilíbrio no que tange ao rebaixamento do nível d'água;
- Considerando o exposto no item anterior, e que as análises 2D liquefeitas não expõem a realidade dentro do contexto a qual a estrutura está inserida, a Terracota elaborou estudo de análise de estabilidade 3D (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1067) considerando carregamento não drenado com parâmetro de resistência liquefeito. A análise 3D para essa condição apresentou fator de segurança mínimo igual a 1,635, atendendo às normas vigentes para início da descaracterização. Como o rejeito antigo está localizado no fundo do talvegue da seção B-B', a cunha de ruptura em 3 dimensões intercepta materiais com comportamento dilatante, modelados a partir de seus parâmetros de resistência efetivos.
- A comparação dos resultados das análises 3D e 2D mostram o quanto o efeito de confinamento da estrutura em um vale estreito da barragem traz em termos de segurança global da estrutura. Isto indica que a limitação da análise 2D possa não representar, no caso específico da Barragem B1 – Mina Ipê, a condição crítica de segurança indicada pelos valores de fator de segurança obtidos.
- A barragem trabalhará em condições drenadas, dessa forma não haverá necessidade de



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

se adotar uma Estrutura de CONTENÇÃO a Jusante (ECJ);

- O projeto de descaracterização foi concebido para ser executado em duas etapas macro de remoção (dois anos/ciclos), sendo a primeira com remoção dos rejeitos do reservatório até a elevação 1.043,0 m e rebaixamento do maciço da barragem para a elevação 1.046,50 m e a segunda concluindo a remoção completa na elevação 1.001,0 m;
- As etapas estão previstas para serem executadas durante os períodos secos. Mesmo assim, o projeto contempla a escavação no rejeito de *sumps* provisórios no interior do próprio reservatório, para direcionamento dos fluxos de água de chuvas eventuais a serem bombeados para a planta de processo. Essas estruturas serão realocadas a medida do avanço do rebaixamento do rejeito;
- O projeto considera que a escavação e remoção dos rejeitos e maciços será realizada com a utilização de equipamentos convencionais de terraplenagem (escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes). Em hipótese alguma poderá ser utilizado métodos de detonação para fragmentação e remoção de blocos rochosos eventualmente encontrados durante as escavações;
- O projeto considera que a escavação e remoção dos rejeitos e maciços será realizada em camadas de espessura média de 2,0 m, que poderá ser ajustada em campo, condicionada à capacidade de suporte do material. Caso necessário, serão executadas valas drenantes para deságue do rejeito saturado com o objetivo de garantir condições de segurança e operação para trafegabilidade dos equipamentos durante a atividade de lavra. Nos casos em que o material permanecer saturado também poderá ser realizada a construção de um lastro com rejeito seco (aterro de conquista) de forma a viabilizar a trafegabilidade dos equipamentos e remoção do material;
- O volume total geométrico de remoção previsto, desconsiderando-se o fator de empolamento, é de aproximadamente 1.100.789 m³;
- Deverá ser realizada a recomposição vegetal da área do terreno natural exposta pelas escavações após remoção dos rejeitos e maciços, com utilização de materiais apropriados. Conforme item 3.6 da TR de Descaracterização da FEAM, a técnica será determinada com embasamento no diagnóstico da área pós-descaracterização à medida que avançam as obras e se tenha as reais condições da superfície exposta com objetivo final de reintrodução da área ao contexto da paisagem local;
- Será proposta uma proteção na calha do fundo do vale com blocos de enrocamento onde se espera que haja fluxo de água, de forma a proteger o local contra erosão.

5.1 Descrição do Projeto

O projeto de descaracterização da Barragem B1 - Mina Ipê é composto por 02 (duas) etapas macro, conforme descrito no relatório do projeto (IPE.OP.RL.8000.GT.20.560), contemplando as



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

escavações dos rejeitos dispostos no reservatório até a elevação 1.043,0 m e o rebaixamento dos maciços dos alteamentos até a elevação 1.046,50 m, apresentada como Etapa 1, e a remoção do restante dos rejeitos dispostos no reservatório, dos maciços de alteamentos e maciço inicial, dos rejeitos existentes na fundação (rejeito antigo), além da remoção do reforço em enrocamento a jusante e utilização do material como revestimento do canal e *sump*, compreendidos na Etapa 2.

A execução da obra está prevista para ser realizada em duas etapas macro, sendo que a adequação do sistema extravasor faz a divisão entre essas etapas. Para cada etapa será realizada a remoção dos seguintes volumes de materiais:

Etapa 1

- Volume de rejeitos a serem removidos do reservatório: 447.562.m³;
- Volume de maciço a ser removido da estrutura: 57.650.m³.

Etapa 2

- Volume de rejeitos a serem removidos do reservatório: 226.600.m³;
- Volume de blocos a serem removidos da fundação: 14.210.m³;
- Volume de blocos a serem removidos do aterro de reforço a jusante: 31.705 m³;
- Volume de "rejeitos antigos" a serem removidos da fundação: 99.000.m³; ¹
- Volume de maciço a ser removido da estrutura: 224.062.m³.

Com base na taxa de escavação média aproximada entre 2.800 e 3.100 m³ por dia, cada etapa está prevista para ser executada em um período seco (6 meses, de abril a setembro), podendo ser estendido em função do regime de chuvas.

Os taludes de escavação terão inclinação de 1V:3H, quando for executado em rejeito disposto no reservatório, e 1V:2H, quando resultantes das escavações em rejeito dos maciços compactados. A Figura 5.1 apresenta o resumo da sequência construtiva de remoção do rejeito em camadas.

¹ Neste volume estão considerados os volumes de escavação do *sump* e do canal de drenagem a ser implantado após as escavações de remoção do rejeito.

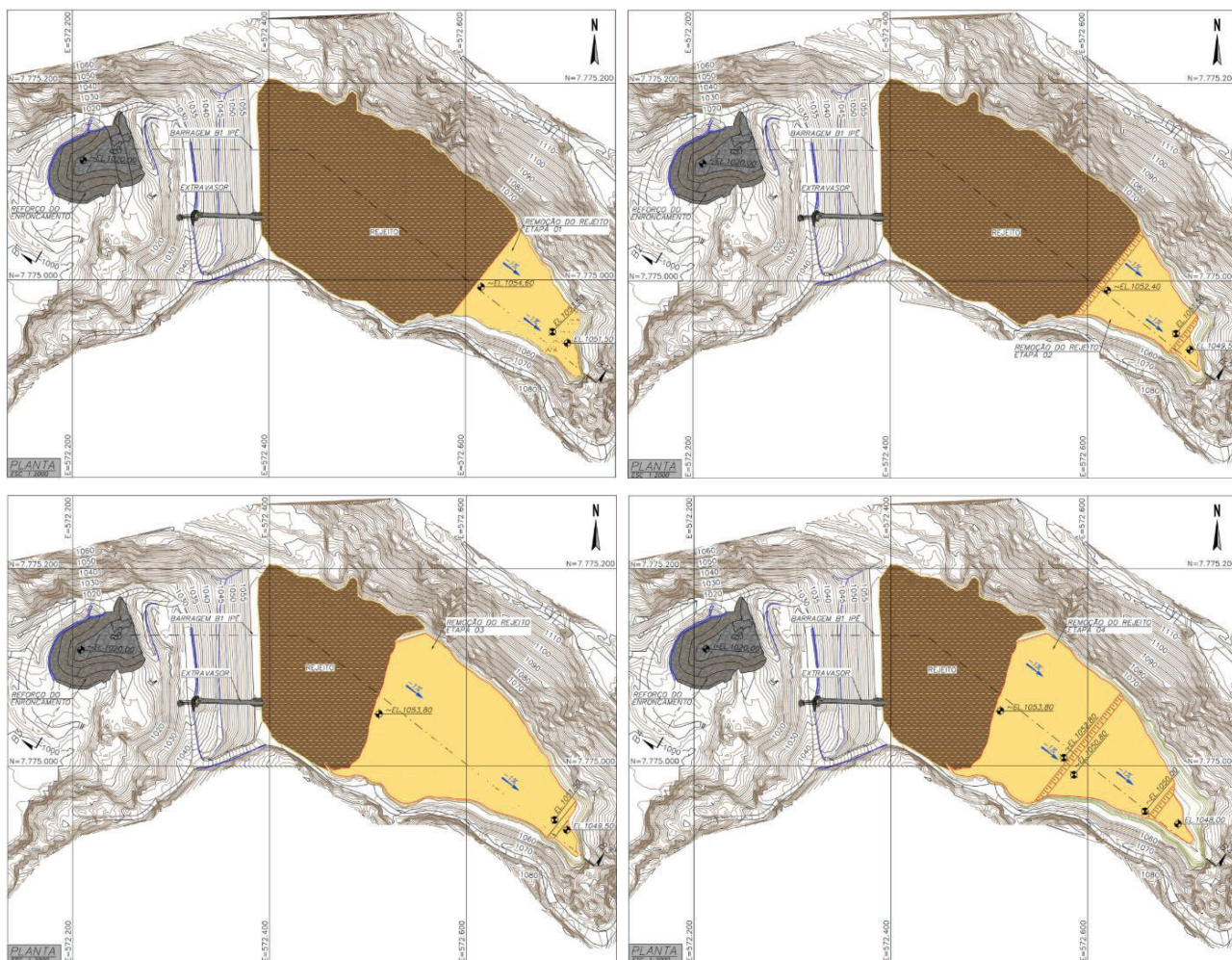


Figura 5.1 – Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente às quatro primeiras etapas.

Ao término das obras, com a remoção completa dos rejeitos, a área do espaldar da barragem e do reservatório se encontrará conformada em uma condição próxima à original e com o vale protegido com blocos de enrocamento como forma de controle de erosões.

Também faz parte das obras a adequação do sistema extravasor, na etapa de remoção intermediária da barragem, com coroamento do maciço na elevação 1.046,50 m e soleira do extravasor na elevação 1.043,50 m.

A execução das obras deverá cumprir com as diretrizes apresentadas na especificação técnica, nos desenhos de projeto e no relatório técnico do projeto executivo. Ressalta-se que as especificações detalhadas neste documento poderão ser ajustadas conforme experiência adquirida em campo durante a execução das obras, desde que aprovadas pela fiscalização.

Durante a execução de todas as fases deverá ser realizada a remoção e limpeza dos rejeitos do reservatório e alteamentos/ maciços até o terreno natural nos encontros com as ombreiras. As áreas expostas do terreno natural deverão receber recomposição vegetal como forma de proteção contra erosões/ravinamento, sendo que o talvegue remanescente no meio do vale deverá receber proteção com enrocamentos.

O volume a ser escavado de rejeitos no reservatório será de aproximadamente 674.000 m³. O volume a ser escavado de aterros compactados dos alteamentos e do maciço inicial da barragem, também executados com rejeitos, será de aproximadamente 282.000 m³. As obras também envolvem a escavação de blocos lançados e os rejeitos antigos da fundação com volumes em torno de 14.000 m³ e 99.000 m³, respectivamente. Também serão removidos 31.705 m³ de blocos do aterro de reforço a jusante da estrutura que será utilizado no revestimento do *sump* e canal de drenagem a serem implantados após a remoção da estrutura. A soma de todos os materiais a serem removidos durante as obras de descaracterização totalizam aproximadamente 1.101.000 m³.

A seguir são apresentadas figuras representativas das etapas de execução do projeto de descaracterização.

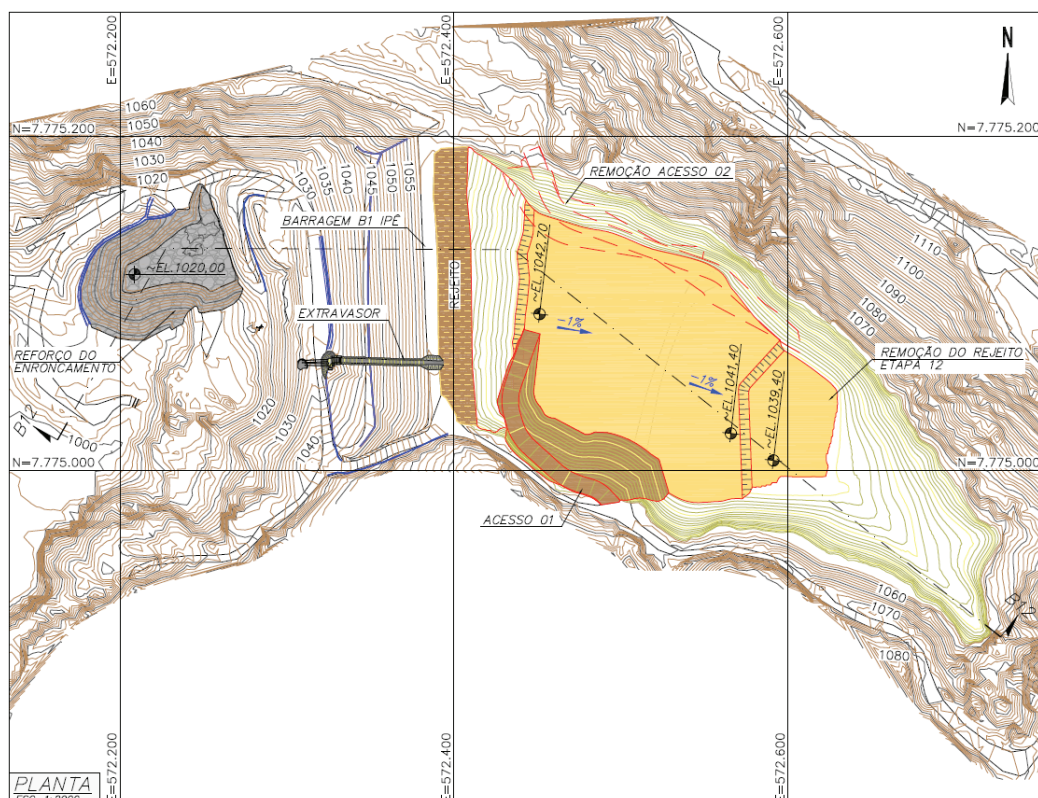


Figura 5.2 – Etapa 12 – Remoção do rejeito do reservatório sem escavação do maciço.

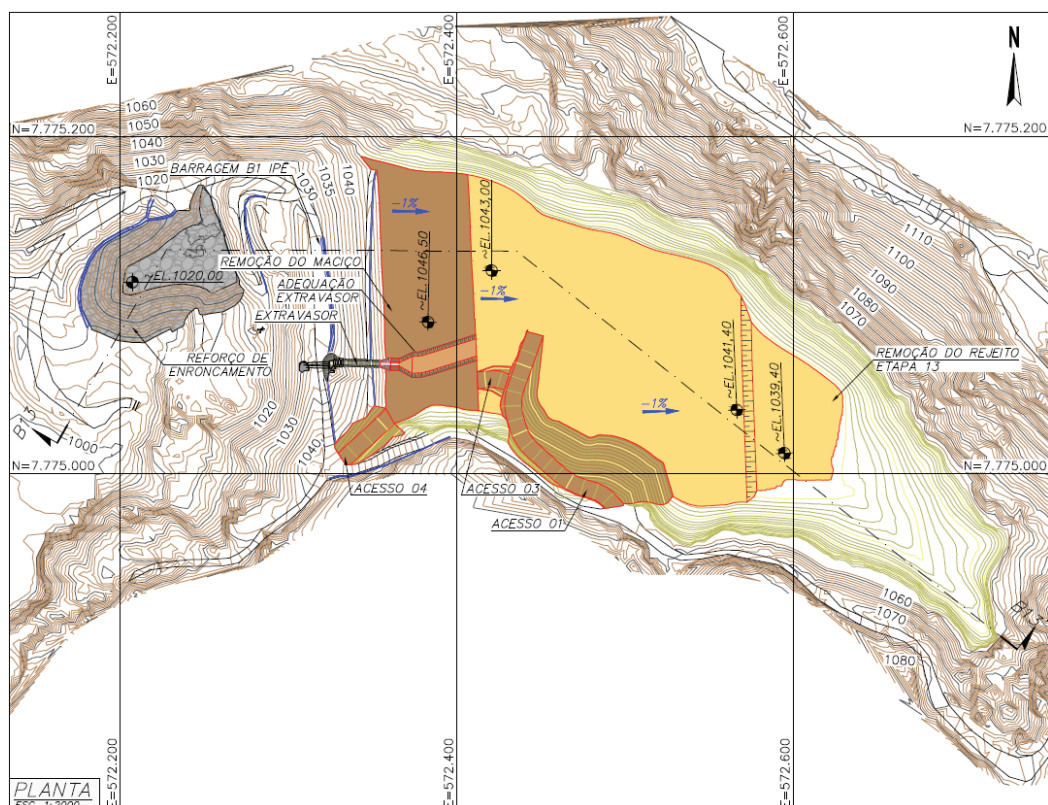


Figura 5.13 – Etapa 13 – Escavação do maciço e implantação de novo sistema extravasor.

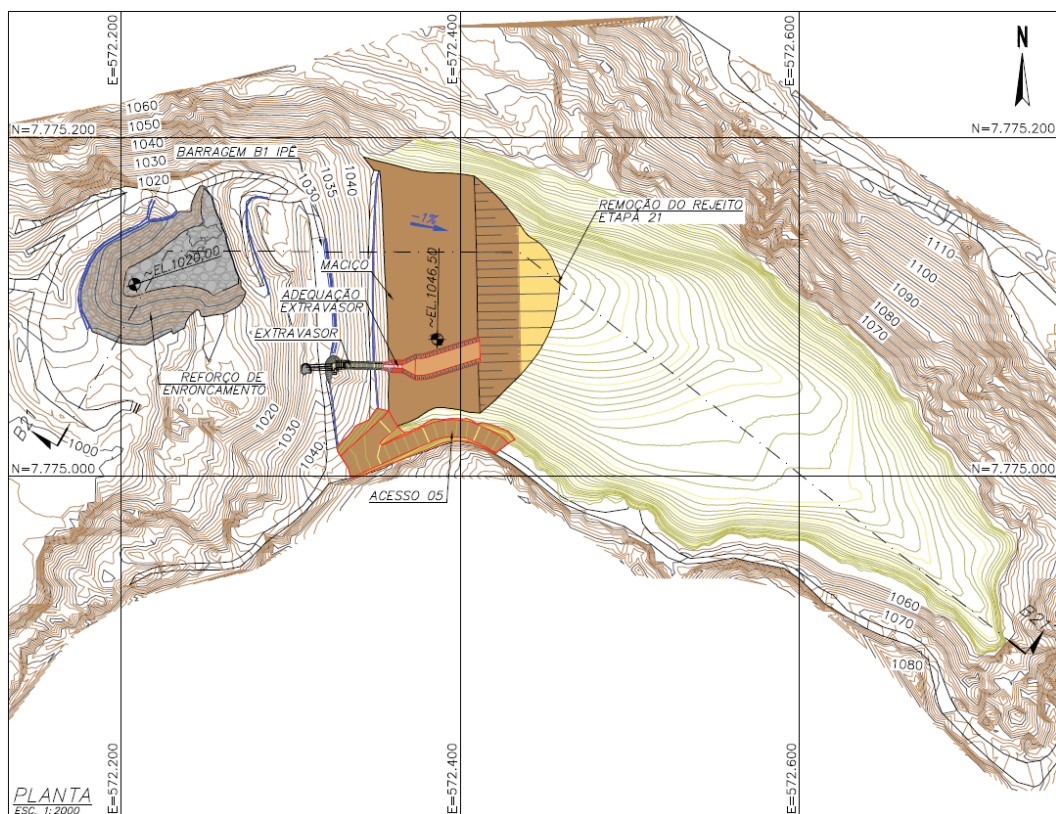


Figura 5.14 – Etapa 21 – Início da escavação do restante dos maciços e do rejeito antigo e a conformação do fundo do vale.

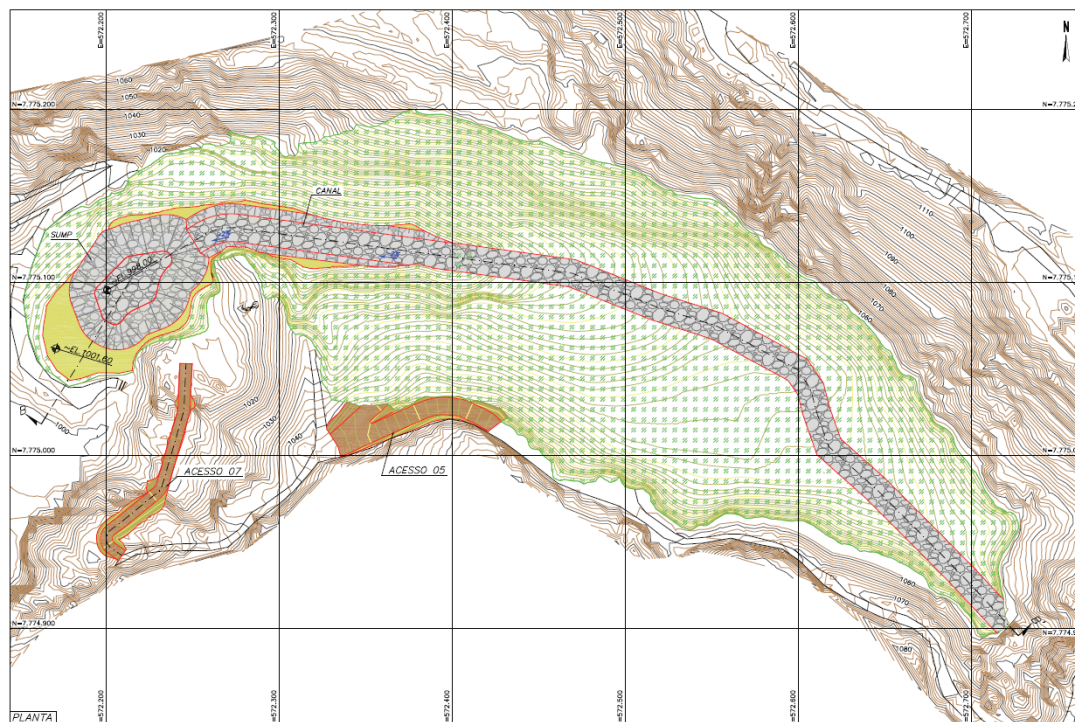


Figura 5.15 – Arranjo geral após a finalização das obras.



Figura 5.16 – Seção transversal passando pelo vale após a finalização das obras.

5.2 Alterações de Projeto

De acordo com o relatório de avaliação do impacto dos poços de rebaixamento PT-01 e PT-02 no nível freático da barragem B1 – Mina Ipê, elaborado pela Water Services and Technologies, após o rebaixamento inicial os dados indicam uma estabilização do nível d'água, ou seja, a carga hidráulica na região encontrou um novo equilíbrio, que é mantido pelo bombeamento do poço PT-01. Não foi observado efeito de rebaixamento incremental nos instrumentos da estrutura após a instalação do PT-02. Nesse sentido, a premissa inicial de rebaixamento do nível freático para a descaracterização se altera, passando a ser condição de segurança das obras, pois os poços continuarão operando nesse sentido, garantindo o nível de equilíbrio.

5.3 Gerenciamento e Controle das Águas Durante a Execução das Obras de Descaracterização

Durante as obras de descaracterização, o controle e manejo das águas pluviais incidentes na bacia de contribuição e sobre o reservatório da barragem se darão pela coleta e direcionamento



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

do fluxo para os sumps operacionais a serem escavados no próprio rejeito no fundo do reservatório, similar à condição atual. Para o sump também será direcionado qualquer fluxo resultante do desaguamento do rejeito durante as escavações. Ressalta-se que o sump tem caráter operacional (móvel) e também será relocado para jusante e rebaixado à medida que avança a remoção do rejeito, devendo ser mantido, dentro do possível, em sua posição relativa no fundo do reservatório.

5.4 Serviços Complementares

Os serviços complementares, a serem executados à medida que os rejeitos e maciços são escavados, compreendem:

- a) Demolição do canal extravasor de emergência existente;
- b) Demolição das canaletas e descidas d'água da drenagem superficial;
- c) Remoção da instrumentação de controle;
- d) Recuperação ambiental dos taludes naturais expostos pela escavação.

Observação: Ressalta-se que não é possível prever as condições reais da encosta natural a serem encontradas durante a remoção do rejeito e os eventuais efeitos do seu desconfinamento. Desta forma, podem exigir projetos específicos e obras complementares de estabilização.

No fim da etapa que corresponder à necessidade da parada das atividades em função do início do período chuvoso, o reservatório formado pelas escavações deverá receber conformação dos taludes e deverá ser construído um novo trecho do canal extravasor (sistema extravasor da fase intermediária), conforme geometria de projeto, de forma a atender os critérios hidrológicos hidráulicos exigidos pela legislação de segurança de barragens.

5.5 Drenagem Superficial

Os dispositivos de drenagem superficial existentes serão removidos à medida que for sendo executado o rebaixamento dos maciços da barragem.

5.6 Riscos Geológicos-Geotécnicos

Conforme diagnóstico realizado para a estrutura, para a seção crítica B-B' não se atinge os fatores de segurança exigidos para a condição liquefeita nas análises 2D. Porém, devido a condição de encaixe da estrutura no vale, entre outros fatores, foi elaborado um estudo da Terracota ao qual a empresa elabora uma análise de estabilidade em 3D da seção crítica e obtém o valor de aproximadamente 1,6.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Em relação a Encosta Norte foi elaborado um Projeto Executivo, emitido em janeiro/26, cujo mesmo tem como objetivo a estabilização do talude da encosta da margem norte do reservatório da Barragem B1 – Mina Ipê, concentrando-se nas Áreas 01 e 02, que apresentam ravinamentos, erosões profundas e geometrias desfavoráveis à estabilidade em função da disposição histórica de estéril, rejeitos e minério de baixo teor; a solução adotada baseia-se no retaludamento do maciço, com remoção dos materiais lançados até o encontro com o solo residual de melhor competência geotécnica, reconfiguração da geometria dos taludes com inclinações mais suaves e implantação de bermas intermediárias — na Área 01, com alturas de até 20 m entre bermas de 4,0 m e inclinação predominante de 1H:1V (1,5H:1V no trecho inferior), e na Área 02, com alturas de até 15 m entre bermas de 5,0 m e inclinação média de 1,3H:1V, incluindo a retirada de interferências existentes no platô superior —, sendo complementada pela implantação de sistema de drenagem superficial com canaletas trapezoidais revestidas em manta cimentícia, caixas de passagem e descida d'água em enrocamento de itabirito na Área 02, além da instalação de instrumentação de controle para monitoramento de deslocamentos e da execução de proteção vegetal dos taludes, preferencialmente por hidrossemeadura, visando à contenção de processos erosivos, à recuperação ambiental e à garantia de condições adequadas de estabilidade geotécnica.

Para o monitoramento de deslocamentos, tanto da barragem quanto da encosta existente na ombreira direita, será utilizada instrumentação de controle composta por prismas topográficos monitorados por estação total robótica, radar de superfície, sistemas de videomonitoramento contínuo (SEMPRE) e demais recursos complementares, de modo a permitir o acompanhamento sistemático e em tempo real do comportamento dos maciços, assegurando a detecção precoce de eventuais movimentações e subsidiando a tomada de decisões operacionais e de segurança.

5.7 Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes

5.7.1 Estabilidade Física

No contexto do processo de descaracterização da barragem, embora o maciço e o reservatório sejam completamente removidos, permanecem áreas adjacentes que exigem atenção quanto à estabilidade física, especialmente as encostas. Para garantir a segurança geotécnica de longo prazo dessas áreas, tanto durante as obras de descaracterização, quanto após o processo, está em processo de estudos um projeto específico de estabilização de encostas, conduzido pela empresa Terracota, que contemplará soluções técnicas adequadas para estabilidade dessas áreas.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Atualmente, as encostas já são monitoradas com prismas, que permitem o acompanhamento de deslocamentos superficiais com alta precisão. Esse monitoramento será contínuo durante a descaracterização e no período pós-obra.

Ademais, a região será monitorada com o videomonitoramento SEMPRE, permitindo o acompanhamento contínuo das estruturas por meio de câmeras estrategicamente posicionadas. Ele oferece monitoramento em tempo real, com transmissão de imagens para o CMG, garantindo maior agilidade na detecção de anomalias visuais, movimentações ou situações que possam indicar riscos.

Esse sistema complementa outras ferramentas de instrumentação e inspeção, proporcionando redundância e confiabilidade no processo de vigilância. Além disso, possibilita o registro histórico das imagens, permitindo análises posteriores e suporte à tomada de decisão

5.7.2 Estabilidade Química

Considerando que o projeto de descaracterização da barragem prevê a remoção integral de 100% do maciço e do reservatório, não permanecerão estruturas físicas ou rejeitos que possam representar risco químico residual na área. Dessa forma, entende-se que a exigência estabelecida no item "VII.c)" do Termo de Referência será plenamente atendida pela própria natureza da solução adotada.

Os rejeitos dispostos na barragem não representam perigo de contaminantes ao solo como metais pesados ou drenagem ácida, os quais poderiam comprometer a qualidade do solo ou da água no entorno. Além disso, a área será submetida a processo de reabilitação ambiental, com recomposição do solo e revegetação, utilizando materiais inertes e compatíveis com a estabilidade geoquímica da região.

Ainda que não haja estruturas remanescentes que demandem controle químico, nem exigência legal de monitoramento pós-obra segundo a Resolução ANM 95/2022, pois a descaracterização considera a remoção completa de reservatório e maciço, será mantido um plano de monitoramento pós-obra de 2 anos, com análises periódicas da qualidade da água e do solo realizados por empresa externa contratada, a fim de comprovar a ausência de impactos químicos e garantir a segurança ambiental da área reabilitada.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

5.8 Protocolos Adotados para Garantia da Segurança dos Trabalhadores Durante as Obras

A Mineração Morro do Ipê possui um trâmite rígido de treinamentos teóricos e práticos para capacitação e mobilização dos empregados envolvidos na obra de descaracterização. São adotadas as seguintes medidas para assegurar a integridade física e a saúde dos trabalhadores envolvidos nas obras de descaracterização:

- **Treinamentos e Capacitações**

- Treinamento inicial e periódico sobre os riscos específicos da obra, incluindo instabilidade geotécnica, movimentação de equipamentos pesados e exposição a agentes químicos.
- Simulados de emergência do PAEBM, com foco em evacuação, primeiros socorros e resposta a acidentes.
- Capacitação em uso de EPIs, com verificação de conformidade e funcionalidade dos equipamentos.

- **Programa de Comunicação de Riscos**

- Sinalização de áreas de risco, mapas de evacuação, pontos de encontro, todos informados durante treinamentos obrigatórios.
- Reuniões diárias de DDS (Diálogo Diário de Segurança) com atualização sobre condições operacionais e alertas.
- Disponibilização de canal direto de comunicação entre trabalhadores e equipe de segurança para reporte de situações de risco.

- **Protocolos Operacionais**

- Controle de acesso à barragem, mediante autorização e verificação de capacitação, implementada pelo PAEBM, via guarita controlada por equipe de segurança externa contratada.
- Monitoramento contínuo das condições geotécnicas da estrutura pela equipe da Geotecnia.
- Plano de resposta a emergências, com brigada treinada e recursos disponíveis no canteiro de obras.

- **Saúde Ocupacional**

- Realização de exames médicos periódicos e acompanhamento clínico dos trabalhadores.
- Disponibilização de ambulância e equipe de primeiros socorros no local.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

- Ações de promoção da saúde, como campanhas de vacinação e prevenção de doenças ocupacionais.

- **Auditorias e Inspeções**

- Inspeções constantes realizadas pela equipe de saúde e segurança do trabalho para fiscalização das condições.
- Auditorias internas mensais para verificação da conformidade com os protocolos estabelecidos.
- Registro e acompanhamento de não conformidades e ações corretivas.

6. Obras de Descaracterização

As obras de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê, foram iniciadas em 15/06/2026, com o acompanhamento do ATO, Ednito Avelino da Rocha da empresa projetista Terracota Geotecnia. O registro dos serviços está sendo realizado por meio de relatório diário de obra (RDO) com descrição das atividades e imagens ilustrativas.

Como pode ser verificado nas imagens apresentadas abaixo, as obras estão sendo executadas com trator de esteira, com remoção através de carregadeiras e caminhões e, eventualmente, um rompedor, devido à quantidade de blocos de grandes dimensões presentes no reservatório.

A obra de descaracterização encontra-se na Fase 1, removendo o rejeito do reservatório, o qual está sendo enviado para a Pilha C, localizada na Mina Ipê, em paralelo é realizada a execução sump localizado na porção de montante do reservatório.

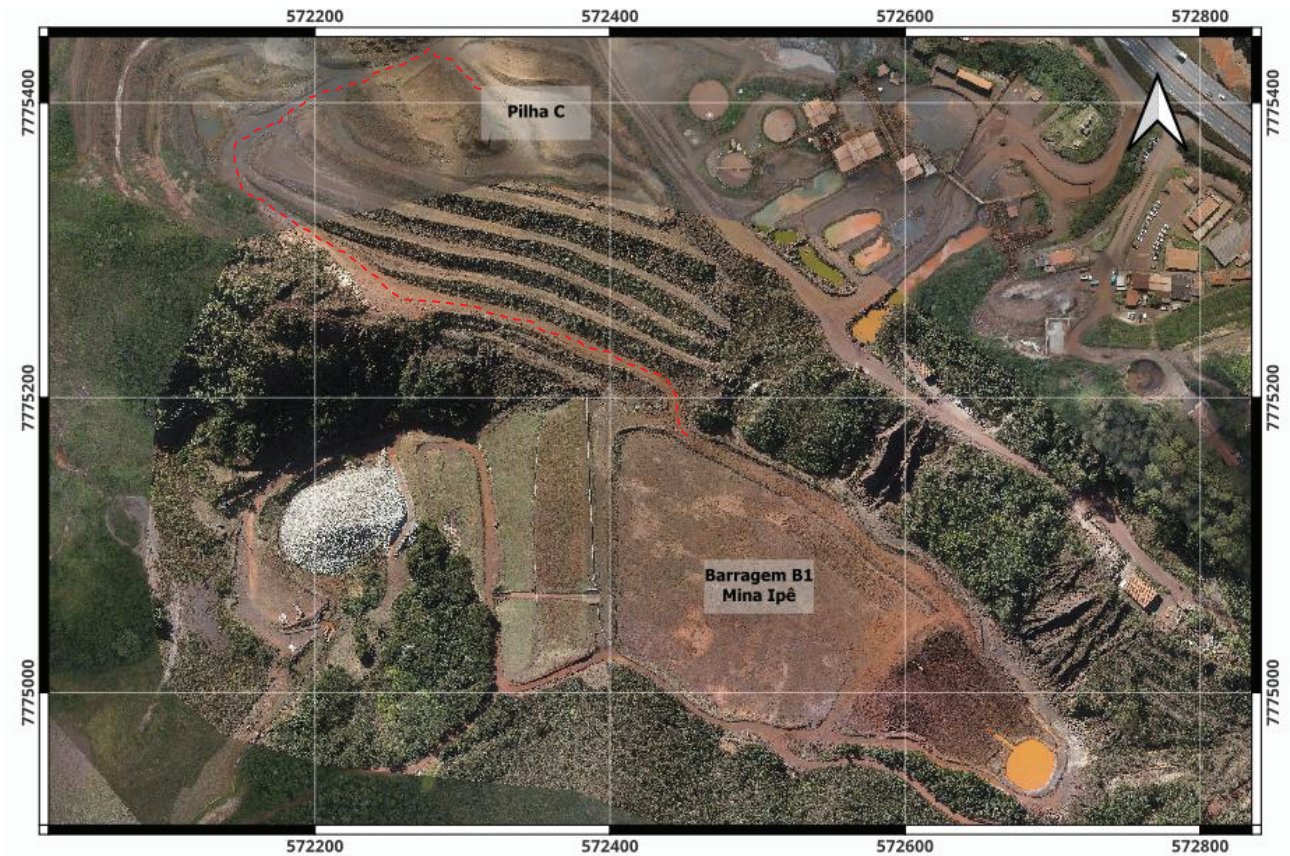


Figura 5.7 - Rota entre a Barragem B1 - Mina Ipê e a Pilha C.

6.1 Memorial Descritivo

Durante o período avaliado, compreendido entre abril e junho de 2026, as obras de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê, transcorreram normalmente.

6.1.1 Acompanhamento das Obras

Na sequência, é apresentado o resumo dos Relatórios Diários de Obra, contendo a identificação e o período de execução de cada atividade desenvolvida.

PERÍODO		SERVIÇOS
INÍCIO	FIM	
16/06/26	30/06/26	Execução das atividades da etapa 1 do projeto de descaracterização da Barragem B1 - Mina Ipê, contemplando a movimentação interna de rejeito do reservatório para área de estocagem temporária localizada no interior do próprio reservatório.

6.1.2 Sequência Construtiva e Detalhamento das Obras Realizadas

A seguir é apresentada a cronologia de execução das atividades executadas, bem como imagens referentes aos serviços.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

MÊS	ATIVIDADES REALIZADAS
JUNHO 2026	Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1.



Foto 6.1.1 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 16/06/26.



Foto 6.1.2 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 17/06/26.



Foto 6.1.3 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 18/06/26.



Foto 6.1.4 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 19/06/26.



Foto 6.1.5 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 25/06/26.



Foto 6.1.6 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 29/06/26.



Foto 6.1.7 - Atividade de movimentação de rejeito no interior do reservatório referente à Etapa 1 – 30/06/26.

6.1.3 Anomalias Verificadas na Obra de Descaracterização

Durante o período de abril a junho/26, não foram constatadas anomalias pelos profissionais responsáveis que acompanharam a obra de descaracterização na Barragem B1 – Mina Ipê.

6.1.4 Não Conformidades

Durante o período avaliado (abril a junho/26), não foram verificadas discrepâncias relevantes entre o executado e o apresentado em projeto, dessa forma não foram emitidos relatórios de não conformidades neste período.

6.1.5 Projeto

Em junho de 2026, foram iniciadas as obras de descaracterização, através da remoção do rejeito da barragem.

De acordo com o verificado na sequência construtiva presente no relatório do projeto executivo (IPE.OP.RL.8000.GT.20.560), os serviços até então realizados, e em andamento, são:

Serviços preliminares

- 1.1. Locação e demarcação das obras de descaracterização;
- 1.2. Operação do poço de bombeamento para rebaixamento da superfície freática até a elevação definida em projeto, a ser checado pela instrumentação de controle implantada na estrutura;

Regularização do Talude Norte

- 1.3. Planejamento e Projeto;



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

- 1.4. Preparação;
- 1.5. Retaludamento;
- 1.6. Drenagem e proteção superficial;

Fase 1 – Remoção parcial do rejeito do reservatório

- 2.1. Execução de sump, localizado na porção de montante do reservatório, escavado no próprio rejeito, com base na elevação 1051,50 m;
- 2.2. Remoção do rejeito do reservatório em camada de 2,0 m de espessura, com declividade direcionada no sentido montante e platô final na elevação 1053,0 m. A remoção do rejeito deverá ser executada em uma faixa de extensão de 100 m, contados a partir do sump executado;
- 2.3. Deslocamento e aprofundamento do sump existente em 2,0 m, também a partir de remoção do rejeito, até a elevação 1049,50;
- 2.4. Repetir item 2.2 e item 2.3 até o rejeito atingir a elevação 1.041,40 m;

Fase 2 – Primeiro rebaixamento do maciço

- 3.1. Demolição do emboque do canal extravasor existente;
- 3.2. Demolição / retirada da descida d'água da ombreira direita;
- 3.3. Demolição / retirada da instrumentação de controle instalada na crista da barragem;
- 3.4. Escavação do maciço até elevação 1.046,50 m;
- 3.5. Construção de novo emboque para o sistema extravasor interligado ao canal rápido existente;
- 3.6. Reinstalação dos instrumentos de controle da saturação do rejeito antigo retirados na etapa 3.3 (INA-09, INA-10 e PZ-20), caso seja necessário;

Fase 3 – Remoção do restante do rejeito do reservatório

- 4.1. Execução de sump, localizado na porção de montante do próprio reservatório, com base na elevação 1037,70 m;
- 4.2. Remoção do rejeito do reservatório em camada de 2,0 m de espessura, com declividade direcionada no sentido de montante e platô na elevação 1040,00 m. A remoção do rejeito deverá ser executada em uma faixa de extensão de 100 m, contados a partir do sump executado;
- 4.3. Aprofundamento do sump existente em 2,0 m, até a elevação 1035,70;
- 4.4. Repetir item 4.2 e item 4.3 até promover a remoção completa do rejeito do reservatório fora da projeção do 1º alteamento;



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Fase 4 – Remoção do maciço do 1º alteamento

- 5.1. Demolição do emboque do canal extravasor existente;
- 5.2. Demolição / retirada da descida d'água e canaletas existentes na berma El. 1.041,0 m;
- 5.3. Demolição / retirada da instrumentação de controle instalada na crista da barragem e na berma El. 1.041,0 m;
- 5.4. Remoção do maciço do 1º alteamento;

Fase 5 – Remoção do restante dos rejeitos

- 6.1. Remoção do aterro em blocos do reforço de jusante para bota-espera;
- 6.2. Remoção do rejeito do reservatório e do maciço inicial em camada de 2,0 m de espessura, com declividade direcionada no sentido de montante e platô na elevação 1027,90 m e declividade para montante. O maciço deverá ter platô sempre 2,0 m mais elevado que o nível do rejeito;
- 6.3. Repetir item 6.2 até o rejeito atingir elevação 1.014,20 m;
- 6.4. Prosseguir com a escavação dos rejeitos a cada 2,0 m, agora com declividade de 3,0% para o sentido de jusante, até atingir a elevação 1.004,30 m;
- 6.5. Construção de sump na região de jusante para clarificação da água de chuva incidente na bacia da barragem descaracterizada;
- 6.6. Revestimento do talvegue e do sump com enrocamento de diâmetro > 40 cm, utilizando materiais escavados na fundação e complementado com os blocos advindos do aterro de reforço;
- 6.7. Proteção do restante da área do reservatório escavado a partir do plantio de vegetação.

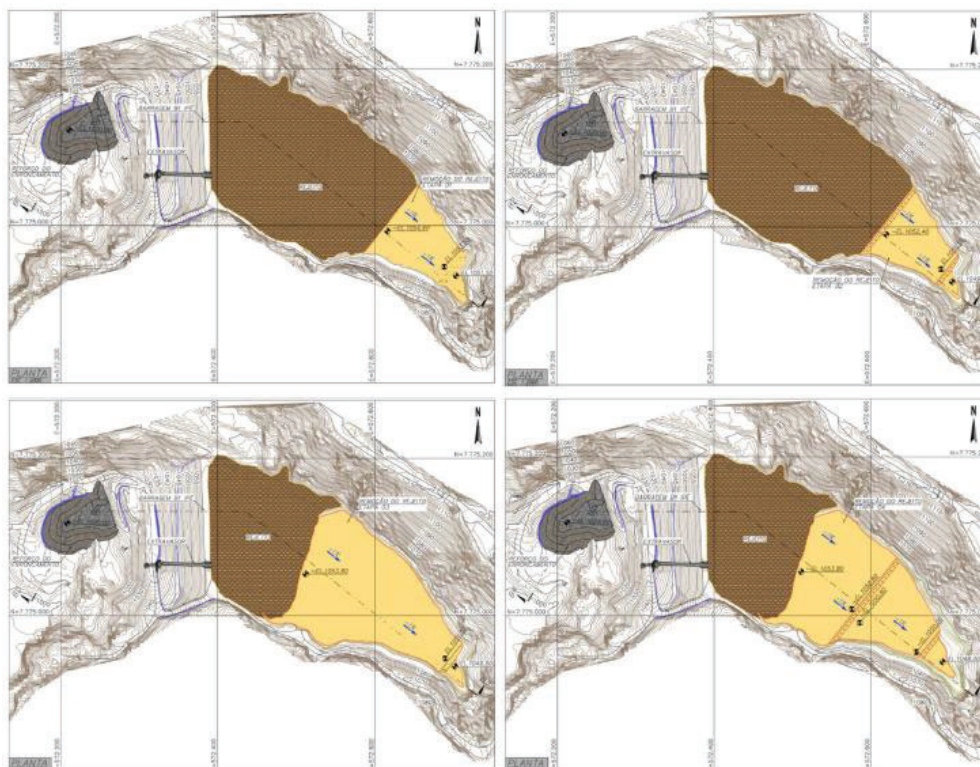


Figura 6.1 - Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente às quatro primeiras.

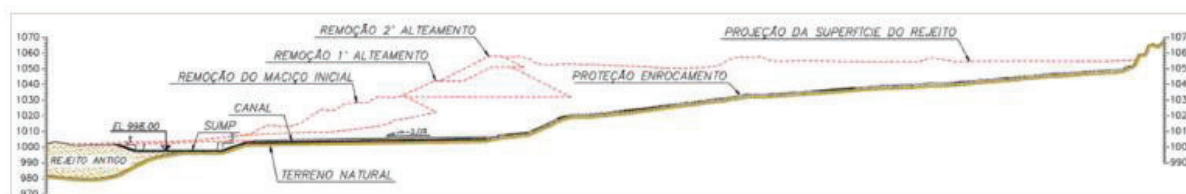


Figura 6.12 - Seção transversal passando pelo vale após a finalização das obras.

O projeto de descaracterização considera que a barragem será completamente removida e todo o rejeito reaproveitado, ou seja, projeto idealizado sem que haja áreas de empréstimo ou bota foras, mas sim bota-espera, viu-se a necessidade de, no âmbito do licenciamento ambiental, obter a devida licença para a atividade de reprocessamento do material (Código A-05-09-5 da DN 217/2017). Assim, a descaracterização da Barragem B1 - Mina Ipê passou a prever reaproveitamento dos rejeitos contidos no reservatório, mediante reprocessamento em planta de beneficiamento, com posterior disposição do material em pilha de estéril, o que apresenta vantagens significativas do ponto de segurança geotécnica, redução de volume de material a ser manejado e sustentabilidade ambiental.

Contudo, tal implementação depende da obtenção de Licença Ambiental Simplificada (LAS) específica para o reprocessamento dos rejeitos, com a anuência formal da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), conforme exige as normas estaduais vigentes. Em novembro de 2023, a MMI apresentou ao MPMG o fato de a solução do reaproveitamento dos rejeitos da

barragem B1 – Mina Ipê configurar-se-ia como uma alternativa melhor em termos de segurança, logísticos, ambientais e principalmente em termos geotécnicos, já que a grande parte da massa removida da barragem será aproveitada como produto na planta da usina Ipê localizada bem próxima da barragem, sem, portanto, ser necessária disposição dos rejeitos em outro lugar. Porém até o presente momento, a LAS ainda não foi emitida pelo órgão ambiental competente, restando pendente a anuência para o início da remoção com reaproveitamento de material da barragem.

Diante do exposto acima e do início das obras de descaracterização, a empresa iniciou a disposição do rejeito em áreas (bota-espera) licenciadas disponíveis com a anuência da equipe de Meio Ambiente.



Figura 6.3 - Áreas Licenciadas - Mina Ipê.

6.1.6 Levantamento Topográfico – Obras Executadas

Os levantamentos topográficos e as ortofotos destinados ao acompanhamento das obras são realizados com frequência quinzenal, visando garantir o registro e o controle da evolução dos serviços executados. Entretanto, no trimestre em questão, as atividades da obra tiveram início apenas na última quinzena do mês de junho, motivo pelo qual os levantamentos e registros foram realizados posterior e esse período.

6.1.7 Comparativo Projeto x Executado

O projeto encontra-se na fase inicial, portanto no trimestre em questão não será apresentado o comparativo entre projeto e executado.

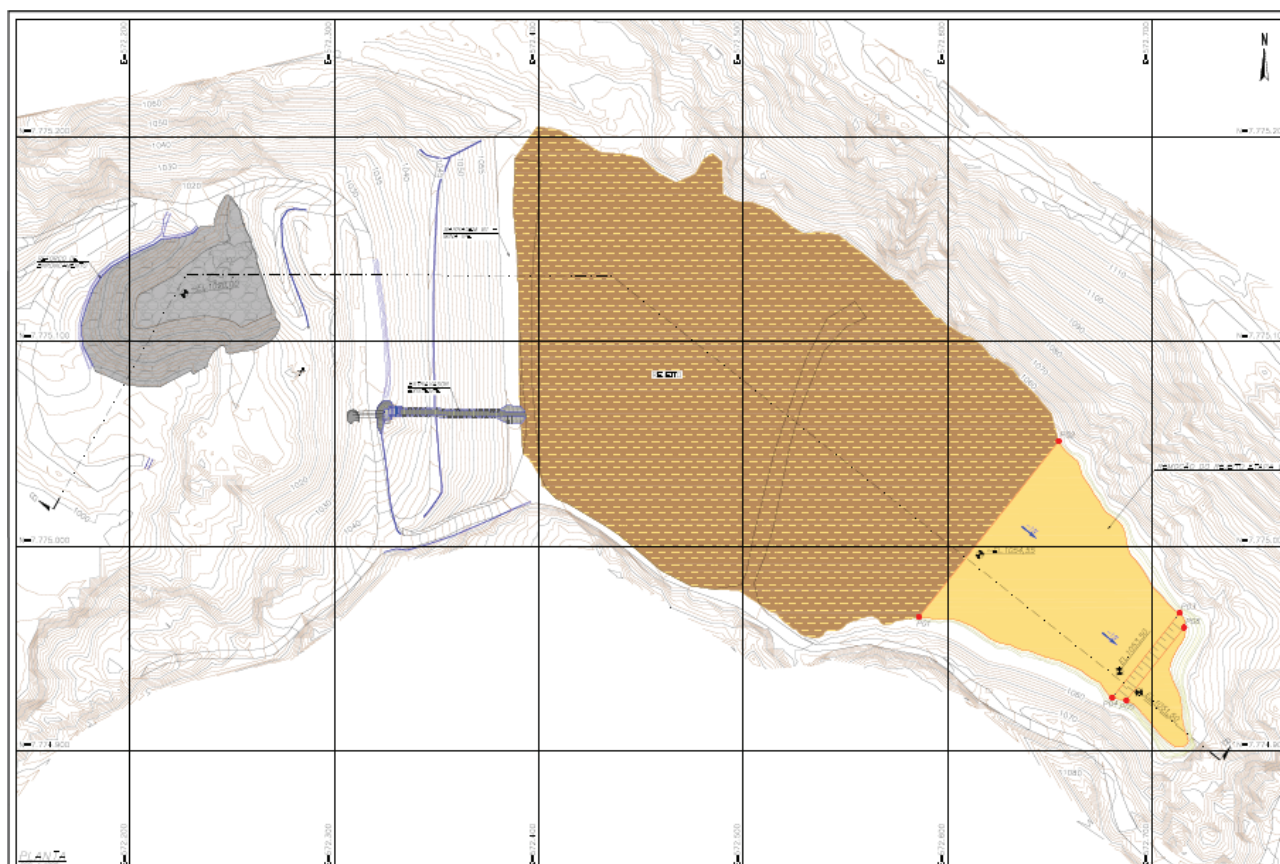


Figura 6.4 – Escavação e Regularização do Reservatório – Planta.

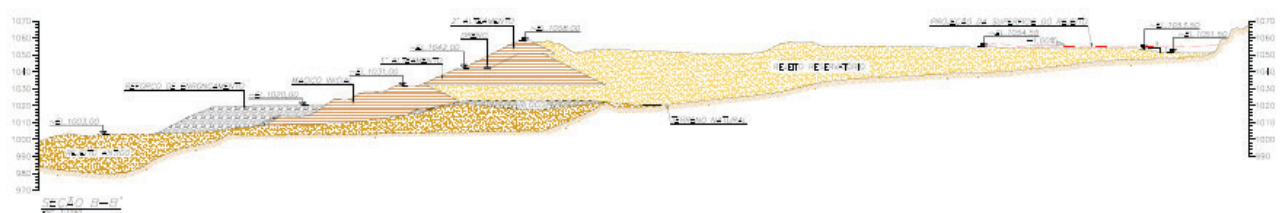


Figura 6.15 – Escavação e Regularização do reservatório - Seção

7. Condição da Estrutura no Período Avaliado

As obras de descaracterização da estrutura foram iniciadas na última quinzena do trimestre avaliado. Em setembro de 2025, houve alteração na premissa para o início das atividades devido às condições encontradas nos últimos meses, onde foi emitido um relatório da Terracota sobre os fatores de segurança satisfatórios em análises 3D para a seção crítica na condição não drenada liquefeita e também o Parecer Técnico da Water Services and Technologies, o qual relata que a linha freática da barragem não sofre mais influência dos poços no sentido de mais rebaixamento, e se encontra em nível de equilíbrio, não fazendo sentido mais o rebaixamento



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

ser uma premissa de início da descaracterização, mas sim uma condição de segurança na operação. Dessa forma, a seguir é apresentada uma avaliação da estrutura no período avaliado em relação: às anomalias verificadas durante as inspeções quinzenais, aos níveis da instrumentação e à estabilidade geotécnica.

7.1.1 Inspeções de Campo

São realizadas inspeções na estrutura pela equipe interna da MMI de forma quinzenal, e pelo EoR mensalmente, a partir disso são emitidos relatórios de avaliação de performance geotécnica com avaliação das leituras dos instrumentos, relatório fotográfico, indicação das anomalias verificadas e análises de estabilidade da estrutura.

7.1.2 Anomalias Detectadas Durante as Inspeções

A seguir é apresentado um histórico das anomalias verificadas no período de avaliação (abril/26 a junho/26).



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.1 – Resumo das anomalias encontradas na Barragem B1 – Mina Ipê – Abril/26 a Junho/26.

ID*	ANOMALIA	abr/26	mai/26	jun/26
1	PRESENÇA DE FORMIGUEIROS NO MACIÇO			
5	PRESENÇA DE VEGETAÇÃO NA CAIXA DE DISSIPACÃO DO SISTEMA EXTRAVASOR			-
12	PRESENÇA DE ANIMAIS NO MACIÇO	-	-	
13	ASSOREAMENTO DA CAIXA DA PLACA INDICADORA DE VAZÃO VERTENTE.			-
19	EROSÃO NO ACESSO À BERMA ELEV. 1.032 M	-	-	
26	ASSOREAMENTO DA DRENAGEM SUPERFICIAL NA OMBREIRA PRÓXIMO AO REFORÇO DE ENROCAMENTO			
38	MATERIAL PROVENIENTE DA LIMPEZA DE CANALETA DEPOSITADO NAS BERMAS		-	-
39	CANALETAS COM DEPOSIÇÃO DE MATERIAIS PROVENIENTES DE PODA			-
41	DESGASTE DA DRENAGEM SUPERFICIAL PRÓXIMA AO REFORÇO DE ENROCAMENTO.			
42	MATERIAL SOLTO NO ACESSO À BERMA ELEV. 1.032 M.		-	-
43	PRESENÇA DE VEGETAÇÃO ALTA NO ENROCAMENTO DO DRENO INVERTIDO.	-		
44	DETERIORAÇÃO DA PLACA INDICADORA DE VAZÃO DO IV-01.	-		

LEGENDA:

ANOMALIA VERIFICADA

ANOMALIA COM CORREÇÃO EM ANDAMENTO

ANOMALIA RECORRENTE COM MANUTENÇÃO DE ROTINA

ANOMALIA AGRAVADA

ANOMALIA SANADA / NÃO VERIFICADA



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

7.1.3 Planos de Ação para as Anomalias

Os planos de ação para as anomalias são feitos de forma mensal, de acordo com o Relatório de Avaliação de Performance Geotécnica, elaborado pelo Engenheiro de Registro e equipe para estrutura.

7.1.4 Instrumentação Instalada na Barragem

A instrumentação de controle da barragem é composta por 15 (quinze) indicadores de nível d'água, 20 (vinte) piezômetros, dos quais 10 (dez) têm leituras automatizadas, 04 (quatro) marcos superficiais, 03 (três) indicadores de vazão, 02 (dois) sismógrafos e 30 (trinta) prismas com leitura automatizada a partir de estação robótica para controle de deformação, distribuídos em 03 (três) seções transversais de monitoramento.

Os níveis de controle dos indicadores de nível d'água e piezômetros instalados na barragem foram definidos a partir de análises de estabilidade considerando a resistência não drenada de pico para o rejeito do reservatório e rejeito antigo da fundação localizados abaixo da superfície freática definida pela instrumentação.

Os níveis dos instrumentos foram gradativamente aumentados até que se atingissem os fatores de segurança correspondentes ao **nível de atenção, nível de alerta e nível de emergência**, conforme definição a seguir pautada na Resolução 95/2022:

- 1- **Nível de Atenção:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,30 (limite para classificação da barragem em Nível de Emergência 1);
- 2- **Nível de Alerta:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,20 (limite para classificação da barragem em Nível de Emergência 2);
- 3- **Nível de Emergência:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,00 (limite para classificação da barragem em Nível de Emergência 3).

A carta de risco da estrutura é apresentada no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.652, elaborada pela Terracota Geotecnia, com a última atualização emitida em maio de 2026. E no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.1142, Níveis de Controle da Instrumentação – Projeto de Descaracterização.

A Figura 7.1 e Figura 7.27.2 apresentam a locação em planta dos instrumentos. Na Tabela 7.2 é apresentado um resumo da locação, características e níveis de controle dos instrumentos.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

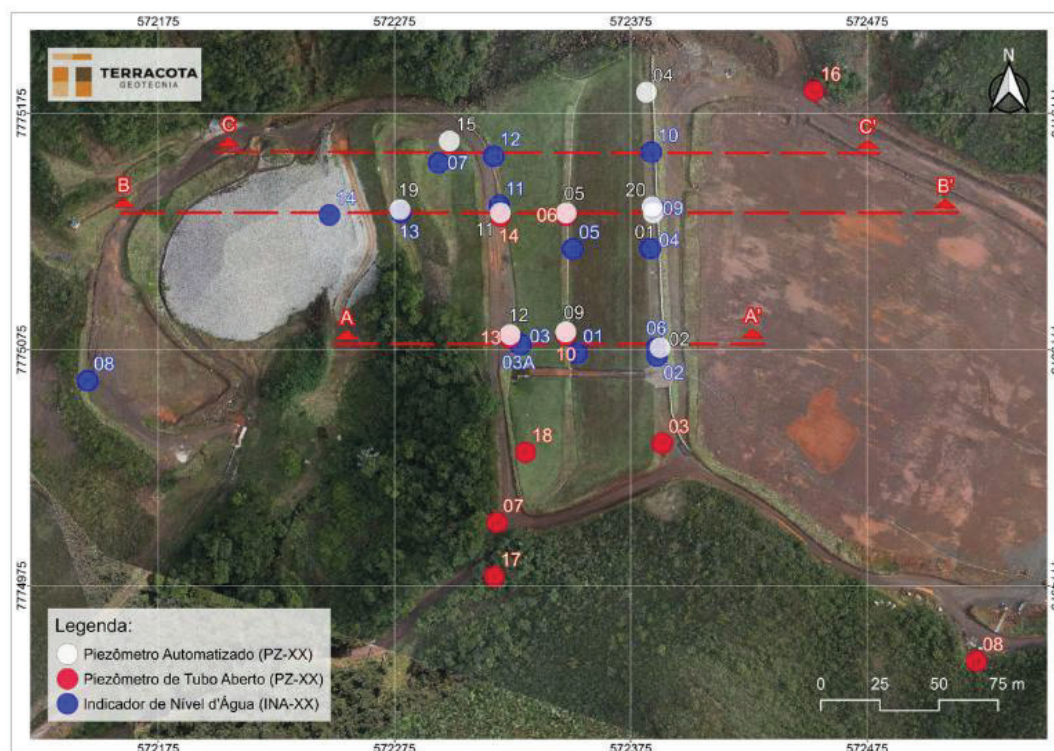


Figura 7.1 -Localção dos INA's e PZ's – Barragem B1 – Mina Ipê

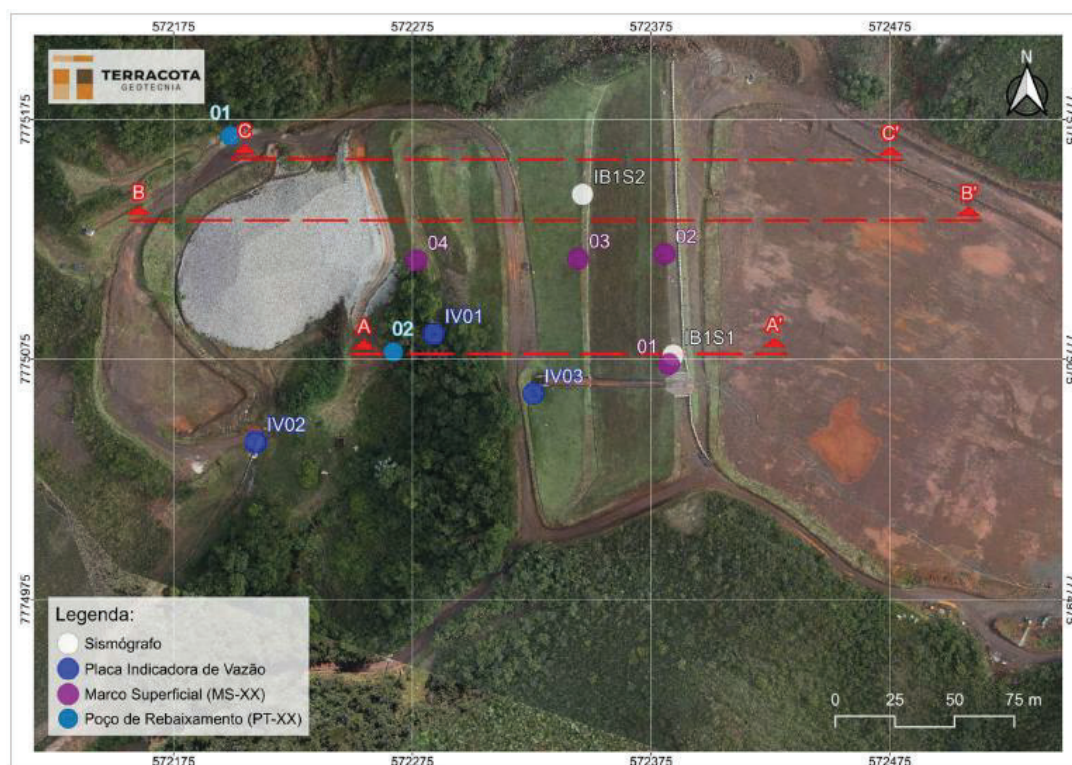


Figura 7.2 – Localização Marcos Superficiais, Sismógrafos e Placas Indicadoras de Vazão – Barragem B1 – Mina Ipê.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.2 - Locação, características, leitura e níveis de controle da instrumentação instalada na Barragem B1 – Mina Ipê.

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (29/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 29/03/2026)
		E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
A-A'	PZ-02 ⁽¹⁾	572.387,36	7.775.075,88	1.058,79	1.022,79	36	1022,25	1.044,50	1.048,00	1.050,75	25,75
	INA-02	572.386,12	7.775.072,28	1.058,73	1.031,64	27,09	Seco	1.044,00	1.047,50	1.050,50	12,36
	INA-06	572.385,83	7.775.075,90	1.058,91	1.021,78	37,13	1022,49	1.044,00	1.047,50	1.050,50	21,51
	INA-01	572.352,12	7.775.073,55	1.043,18	1.031,90	11,28	Seco	1.034,25	1.038,50	1.041,50	2,35
	PZ-09 ⁽¹⁾	572.347,44	7.775.082,50	1.042,08	1.017,02	25,06	1022,22	1.032,75	1.037,00	1.040,50	14,78
	PZ-10	572.347,45	7.775.081,23	1.042,09	1.025,47	16,62	1025,47	1.032,75	1.037,00	1.040,50	7,28
	INA-03	572.328,38	7.775.077,17	1.032,53	1.029,46	3,07	Seco	1.029,96	1.030,26	1.032,00 ⁽⁴⁾	0,50
	INA-03A	572.327,46	7.775.077,69	1.032,93	1.015,09	17,84	1027,30	1.029,75	1.030,00	1.032,00 ⁽⁴⁾	2,45
	PZ-12 ⁽¹⁾	572.323,87	7.775.081,38	1.032,90	1.010,87	22,03	1014,34	1.024,00	1.028,25	1.031,25	13,91
	PZ-13	572.323,79	7.775.080,03	1.032,95	1.024,15	8,8	1024,36	1.024,65	1.028,25	1.031,25	-0,11
B-B'	INA-09	572.384,76	7.775.134,73	1.058,76	1.006,41	52,35	1016,93	1.026,00	1.028,00	1.039,75	9,07
	PZ-20 ⁽¹⁾	572.384,01	7.775.135,40	1.058,84	1.006,06	52,78	1015,27	1.026,00	1.028,00	1.039,75	12,73
	PZ-01 ⁽¹⁾	572.384,43	7.775.132,83	1.058,76	999,45	58,31	1016,61	1.026,00	1.028,00	1.039,75	11,39
	INA-04	572.383,20	7.775.117,74	1.058,68	1.033,25	25,43	Seco	1.033,75	1.034,05	1.039,75	0,50
	INA-05	572.350,37	7.775.117,56	1.043,04	1.022,17	20,87	Seco	1.022,67	1.025,00	1.033,00	0,50
	PZ-05 ⁽¹⁾	572.347,58	7.775.132,78	1.043,02	991,86	51,16	1009,80	1.022,25	1.024,50	1.032,75	14,70
	PZ-06	572.347,64	7.775.131,80	1.042,98	998,06	44,92	1011,32	1.022,00	1.024,75	1.032,50	10,68
	PZ-11 ⁽¹⁾	572.319,82	7.775.132,88	1.032,42	982,3	50,12	1008,96	1.016,00	1.023,00	1.028,50	14,04
	PZ-14	572.319,86	7.775.131,27	1.032,37	989,66	42,71	1007,30	1.015,75	1.022,75	1.028,25	8,45



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (29/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 29/03/2026)
		E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
	INA-11	572.319,34	7.775.135,88	1.032,11	1.000,00	32,11	1006,58	1.015,75	1.022,75	1.028,25	9,17
	PZ-19 ⁽¹⁾	572.277,30	7.775.134,20	1.024,15	993,08	31,07	1005,18	1.011,75	1.016,75	1.020,50	11,82
	INA-13	572.277,61	7.775.132,96	1.023,99	992,35	31,64	1005,22	1.011,75	1.017,00	1.021,00	6,53
	INA-14	572.247,45	7.775.131,94	1.020,59	990,01	30,58	1005,08	1.010,25	1.013,00	1.016,00	5,17
C-C'	INA-10	572.383,70	7.775.158,43	1.058,81	1.022,06	36,75	1022,06	1.031,00	1.033,00	1.039,00	8,94
	INA-12	572.316,90	7.775.156,77	1.030,92	1.011,45	19,47	1011,45	1.019,80	1.021,60	1.027,80	8,35
	PZ-15 ⁽¹⁾	572.298,19	7.775.163,17	1.028,59	1.009,29	19,3	1009,00	1.017,00	1.018,75	1.025,00	9,75
	INA-07	572.293,62	7.775.153,94	1.028,24	982,66	45,58	1008,84	1.016,75	1.018,50	1.024,50	7,91
Instrumentos fora de seção de controle	PZ-03 ⁽²⁾	572.388,31	7.775.035,50	1.058,11	1.021,30	36,81	1022,89	1.044,00	1.047,50	1.050,50	21,11
	PZ-04 ^{(1) (2)}	572.381,61	7.775.183,82	1.058,95	1.022,01	36,94	1022,75	1.031,00	1.033,00	1.039,00	10,25
	PZ-18 ⁽²⁾	572.330,44	7.775.031,72	1.038,21	1.008,03	30,18	1014,37	1.024,00	1.028,25	1.031,25	9,63
	INA-08 ⁽³⁾	572.145,05	7.775.061,91	1.005,00	959,7	45,3	-	Instrumento localizado a jusante			-
	PZ-07 ⁽³⁾	572.318,28	7.775.001,79	1.042,31	991,96	50,35	-	Instrumento de hidrogeologia			-
	PZ-08 ⁽³⁾	572.521,24	7.774.943,10	1.060,37	974,2	86,17	-	Instrumento de hidrogeologia			-
	PZ-16 ⁽³⁾	572.452,57	7.775.184,31	1.059,85	1.010,14	49,71	1028,71	Instrumento de hidrogeologia			-
	PZ-17 ⁽³⁾	572.317,21	7.774.978,91	1.043,88	997,21	46,67	1016,66	Instrumento de hidrogeologia			-
A-A'	MS-01	572.382,44	7.775.072,92	1.058,07	-	-	-	Não aplicável			-
B-B'	MS-02	572.380,64	7.775.118,89	1.058,00	-	-	-	Não aplicável			-



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (29/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 29/03/2026)
		E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
	MS-03	572.344,32	7.775.116,92	1.041,43	-	-	-	Não aplicável			-
	MS-04	572.276,72	7.775.116,19	1.021,60	-	-	-	Não aplicável			-
Não aplicável	IB1S1	572.384,20	7.775.076,68	1.058,15	-	-	-	Não aplicável			-
	IB1S2	572.346,30	7.775.143,78	1.043,74	-	-	-	Não aplicável			-
	IV-1	572.283,92	7.775.085,54	1.017,10	-	-	-	Não aplicável			-
	IV-2	572.209,32	7.775.040,35	1.001,07	-	-	-	Não aplicável			-
	IV-3	572.325,63	7.775.060,60	1.030,07	-	-	-	Não aplicável			-

- 1 – Instrumento automatizado selado;
2 – Instrumento automatizado não selado;
3 – Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;
4 – Leitura abaixo da cota de fundo, considerado seco.

7.1.4.1 Leituras da Instrumentação

A MMI realiza **leituras semanais** dos níveis nos INA's e PZ's, bem como dos deslocamentos nos marcos superficiais. Os piezômetros automatizados, por sua vez, executam monitoramento contínuo, com registro de dados a cada 2 horas.

Adicionalmente, a estrutura conta com prismas para monitoramento de deslocamentos, cujas leituras são realizadas de forma contínua por meio de estação total robótica. As leituras nas placas indicadoras de vazão são efetuadas diariamente.

7.1.4.2 Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros

A seguir é apresentado um resumo dos dados de monitoramento para as seções instrumentadas da barragem abrangendo os meses de abril/26 a junho/26. Ressalta-se que não há registro de formação de lago no reservatório, mantendo-se sempre seco no período. Nos gráficos são apresentadas as seguintes informações:

- a) Leituras do nível de água dos instrumentos;
- b) Pluviometria.

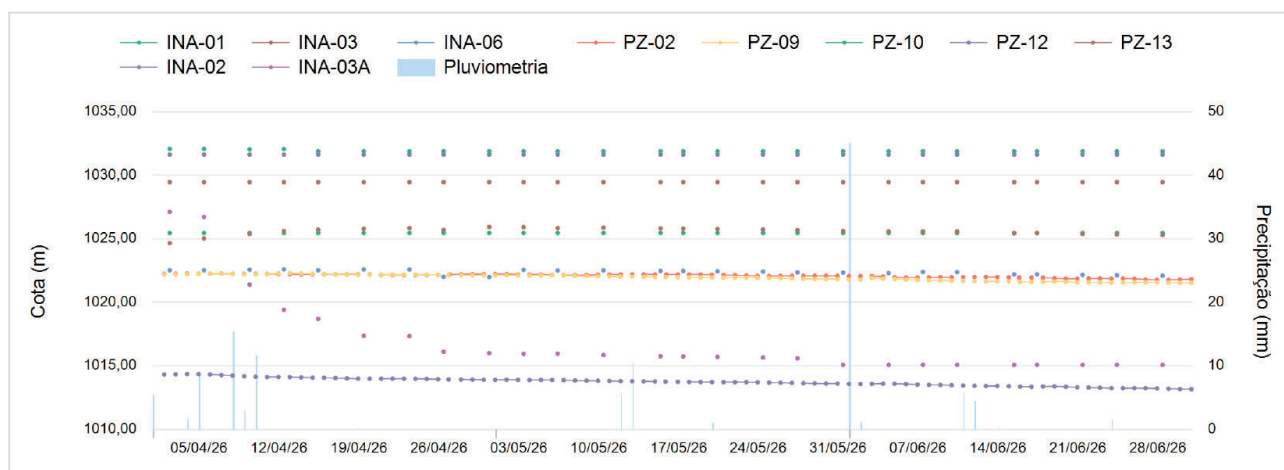


Figura 7.3 - Instrumentos Seção A-A

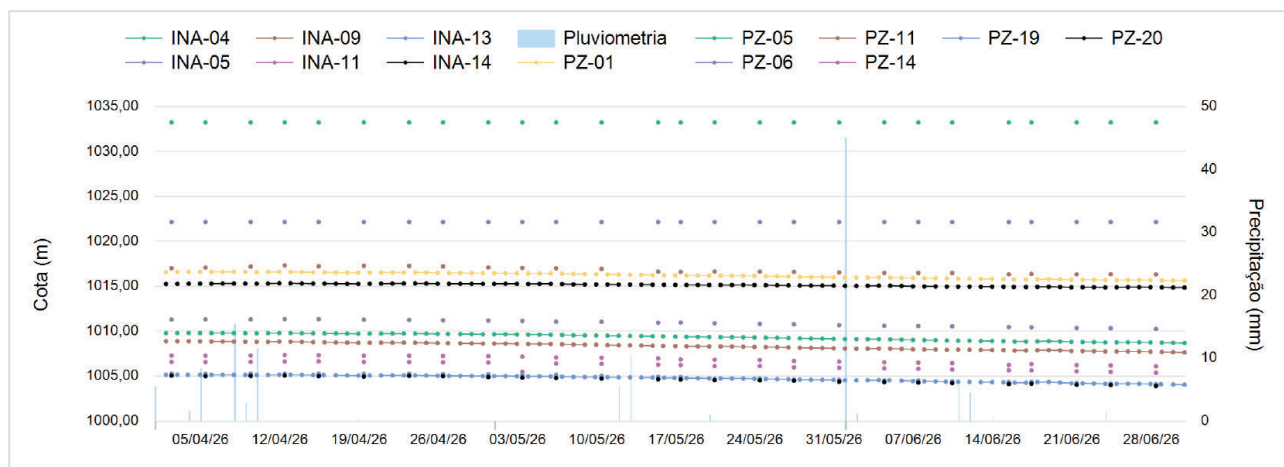


Figura 7.4 - Instrumentos Seção B-B

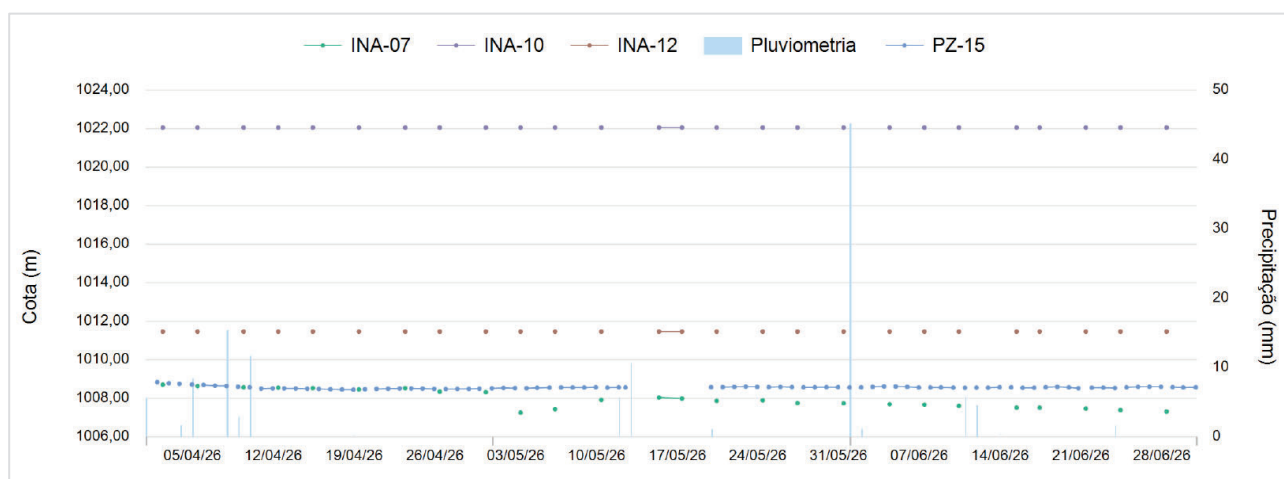


Figura 7.5 - Instrumentos Seção C-C.



Figura 7.6 - Instrumentos Sem Seção.

Durante abril, a maioria dos instrumentos apresentou comportamento estável ou tendência de rebaixamento do nível d'água.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

O PZ-13 continuou apresentando leituras discrepantes em relação aos instrumentos próximos, comportamento já observado nos períodos chuvosos anteriores. Embora tenha apresentado algum rebaixamento, permaneceu com níveis acima do limite de atenção em parte do mês. O INA-03A manteve comportamento anômalo, registrando oscilações expressivas entre quinzenas e níveis incompatíveis com os instrumentos próximos. Houve redução acumulada das leituras ao longo do mês, mas é necessário verificar sua funcionalidade.

Os instrumentos INA-06, INA-08, PZ-03 e PZ-17 apresentaram rebaixamentos superiores a 0,5 m, associados principalmente à redução das precipitações. No mês de abril, a condição geral foi estável, com redução gradual da influência das chuvas.

Em maio, observou-se maior estabilização dos níveis piezométricos e menor variabilidade entre os instrumentos. A maioria dos instrumentos apresentou variações inferiores a 0,5 m. O INA-03^a, continuou registrando novos rebaixamentos e mantendo histórico de leituras inconsistentes. O EdR recomendou a inspeção e verificação do equipamento. O PZ-13 permaneceu com leituras discrepantes em relação aos instrumentos vizinhos, embora tenha apresentado pequena redução no nível monitorado. A redução das chuvas favoreceu o retorno gradual dos níveis observados para valores próximos das médias históricas. O cenário da instrumentação permaneceu predominantemente estável, com rebaixamento gradual da superfície freática.

Junho foi caracterizado por elevada estabilidade dos níveis monitorados. Na segunda quinzena, praticamente todos os instrumentos apresentaram pequenas variações ($<0,5$ m), indicando leve rebaixamento da superfície freática. O PZ-15 foi a única exceção ao comportamento predominante dos demais instrumentos. O PZ-13 continuou apresentando leituras acima do nível de atenção e comportamento discrepante, apesar de registrar novo rebaixamento. Não foram identificadas alterações significativas ou tendências de elevação dos níveis d'água no período. O mês de junho, foi marcado por estabilidade geral das condições hidrogeológicas, com redução discreta dos níveis d'água e manutenção do acompanhamento especial do PZ-13.

7.1.4.3 Teste de Vida INA's e Piezômetros

Durante o mês de agosto/2024 foram realizados testes de vida na instrumentação instalada na estrutura. No caso dos instrumentos que não indicaram uma boa resposta após a realização do teste, foi realizada lavagem do instrumento (dezembro/2024) e em alguns até novo teste de vida (janeiro/2025). Após a conclusão dos testes, a Carta de Risco foi atualizada e foram realizadas alterações no cadastro da cota de fundo de alguns instrumentos. Não houve



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

necessidade de descarte ou substituição de qualquer dispositivo em função dos resultados obtidos nos testes.

Tabela 7.3 - Tabela Leituras - Teste de Vida

Dados 2024				Alterações 2025	
Instrumento	Cota Topo (m)	Cota Fundo (m)	Profundidade (m)	Cota Fundo (m)	Profundidade (m)
PZ-01	1.058,76	999,45	59,31	999,45	59,31
PZ-02	1.058,79	1.022,43	36,36	1.022,79	36,00
PZ-03	1.058,11	1.021,13	36,98	1.021,30	36,81
PZ-04	1.058,95	1.021,34	37,61	1.022,01	36,94
PZ-05	1.043,02	991,89	51,13	991,86	51,16
PZ-06	1.042,98	998,12	44,86	998,06	44,92
PZ-07	1.042,31	992,28	50,03	991,96	50,35
PZ-08	1.060,37	974,82	85,55	974,20	86,17
PZ-09	1.042,08	1.017,02	25,06	1.017,02	25,06
PZ-10	1.042,09	1.025,33	16,76	1.025,47	16,62
PZ-11	1.032,42	982,32	50,10	982,30	50,12
PZ-12	1.032,90	1.010,87	22,03	1.010,87	22,03
PZ-13	1.032,95	1.023,95	9,00	1.024,15	8,80
PZ-14	1.032,37	988,35	44,02	989,66	42,71
PZ-15	1.028,59	1.009,29	19,30	1.009,29	19,30
PZ-16	1.059,85	1.010,23	49,62	1.010,14	49,71
PZ-17	1.043,88	997,28	46,60	997,21	46,67
PZ-18	1.038,21	1.007,85	30,36	1.008,03	30,18
PZ-19	1.024,15	993,23	30,92	993,08	31,07
PZ-20	1.058,84	1.006,15	52,69	1.006,06	52,78
INA-01	1.043,18	1.031,86	11,32	1.031,90	11,28
INA-02	1.058,73	1.030,77	27,96	1.031,64	27,09
INA-03	1.032,53	1.029,53	3,00	1.029,46	3,07
INA-03A	1.032,93	1.015,02	17,91	1.015,09	17,84
INA-04	1.058,68	1.032,92	25,76	1.033,25	25,43
INA-05	1.043,04	1.022,04	21,00	1.022,17	20,87
INA-06	1.058,91	1.021,41	37,50	1.021,78	37,13
INA-07	1.028,24	982,17	46,07	982,66	45,58
INA-08	1.005,00	959,13	45,87	959,70	45,30
INA-09	1.058,76	1.006,45	52,31	1.006,41	52,35
INA-10	1.058,81	1.022,31	36,50	1.022,06	36,75
INA-11	1.032,11	1.000,26	31,85	1.000,00	32,11
INA-12	1.030,92	1.011,61	19,31	1.011,45	19,47
INA-13	1.023,99	992,45	31,54	992,35	31,64
INA-14	1.020,59	989,66	30,93	990,01	30,58



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

No dia 26 de março de 2026, foram realizados os testes de vida dos instrumentos INA-03A e PZ-13. Para o instrumento PZ-13, o teste foi executado por meio de dois métodos distintos: injeção de água e esgotamento. Após a conclusão dos testes, ambos os instrumentos apresentaram respostas satisfatórias, demonstrando desempenho adequado e dentro das condições esperadas de operação.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.4 - Tabela Teste de Vida

 		Controle de Teste de Vida dos Instrumentos das Estruturas Geotécnicas															
Instrumento	Data	Profundidade	Volume de água injetada (L)	Horário de Início do Teste	Medição Inicial (m)	Após 15 segundos (m)	Após 30 segundos (m)	Após 1 minuto (m)	Após 2 minutos (m)	Após 4 minutos (m)	Após 8 minutos (m)	Após 15 minutos (m)	Após 30 minutos (m)	Após 1 hora (m)	Após 2 horas (m)	Após 1 dia	Instrumento Operante
BARRAGEM B1 - MINA IPÊ																	
INA-03A	26/03/2026	17,70	12	10:53	5,61	4,90	4,99	5,03	5,20	5,51	5,56	5,58	5,59	5,59	5,60	6,21	SIM
PZ-13	26/03/2026	8.80	13	10:40	6.32	0.50	0.52	0.54	0.56	0.60	0.69	0.83	1.07	1.50	2.12	2.55	SIM

Tabela 7.5 - Tabela Teste de Esgotamento

Teste de Esgotamento - PZ's e INA's - B1 - Mina Ipê	
Instrumento	PZ-13
Data	30/03/2026
N.A Inicial (m)	2,72
Profundidade (m)	8,73
Horário Inicial do Esgotamento	13:12
Horário Final do Esgotamento	13:20
N.A após esgotamento	Seco
Quantidade de bailer retirado	9
Volume de água retirado (l)	9,95
Horário da leitura	14:20
N.A (m)	Seco
N.A após 24 horas	8,59



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

7.1.4.4 Protocolo de Ações – TARP (Plano de Ação e Respostas)

Na Tabela 7.6 abaixo são apresentadas as ações a serem desenvolvidas para cada nível detectado.

Tabela 7.6 - Tabela com Protocolo de Ações

Nível	Ações	Responsáveis
Nível de Atenção	Revisar o histórico de leituras do instrumento em conjunto com os dados de pluviometria;	Equipe de plantão do CMG
	Verificar possíveis falhas nos equipamentos de medição;	Equipe de plantão do CMG
	Repetir as leituras;	Equipe de plantão do CMG
	Realizar inspeção detalhada na estrutura;	RT da Barragem
	Avaliar instrumentos adjacentes e na seção de análise;	Equipe de plantão do CMG
	Aumentar a frequência de monitoramento;	Equipe de plantão do CMG
	Avaliar a necessidade de instalar instrumentação adicional;	Projetista / Consultoria / EdR
	Revisar os níveis de atenção;	Projetista / Consultoria
	Recalcular o fator de segurança (FS) para a seção.	Projetista / Consultoria / EdR
	Instaurar nível de emergência 1 (NE1), caso o fator de segurança para análise não drenada de pico esteja dentro do seguinte intervalo $1,20 < FS < 1,30$.	RT da Barragem
	Acionar o PAEBM, caso seja verificado o nível de emergência 1 (NE1);	Coordenador do PAEBM ou seu suplente
Nível de Alerta	Realizar as ações previstas para o nível de atenção, caso ainda não tenham sido implementadas;	RT da Barragem
	Contactar a projetista e realização de análise de estabilidade;	RT da Barragem
	Paralisar imediatamente qualquer atividade na barragem e área a jusante ou entorno;	RT da Barragem
	Instaurar nível de emergência 2 (NE2), caso o fator de segurança para análise não drenada de pico esteja dentro do seguinte intervalo $1,00 < FS < 1,20$ e comunicar o coordenador do PAEBM.	RT da Barragem
	Acionar o PAEBM, caso seja verificado o nível de emergência 2 (NE2);	Coordenador do PAEBM ou seu suplente
	Intensificar a avaliação do monitoramento através dos instrumentos automatizados;	Equipe de plantão do CMG
Nível de Emergência	Realizar as ações previstas para o nível de atenção e alerta, caso ainda não tenham sido implementadas;	RT da Barragem
	Contactar a projetista e realização de análise de estabilidade;	RT da Barragem
	Instaurar nível de emergência 3 (NE3), caso o fator de segurança para análise não drenada de pico esteja dentro do seguinte intervalo $FS < 1,00$ e comunicar o coordenador do PAEBM.	RT da Barragem
	Acionar o PAEBM, caso seja verificado o nível de emergência 3 (NE3);	Coordenador do PAEBM ou seu suplente
	Intensificar a avaliação do monitoramento através dos instrumentos automatizados;	Equipe de plantão do CMG

Fonte: Barragem B1 – Mina Ipê - Níveis De Controle Da Instrumentação - Carta De Risco – (IPE.OP.RL.8000.GT.20.652_r4).

7.1.4.5 Placas Indicadoras de Vazão

O monitoramento de vazão percolada da barragem é realizado por 3 (três) indicadores de vazão da drenagem interna. O indicador de vazão IV-03 permanece seco desde sua construção. A análise das leituras de vazões na placa IV-01, que mede os efluentes percolados pelo maciço da barragem à jusante do dreno invertido na elevação 1.018,0 m. O medidor de vazão manteve-se seco durante todo o período analisado (abril a junho/26), não registrando leituras.

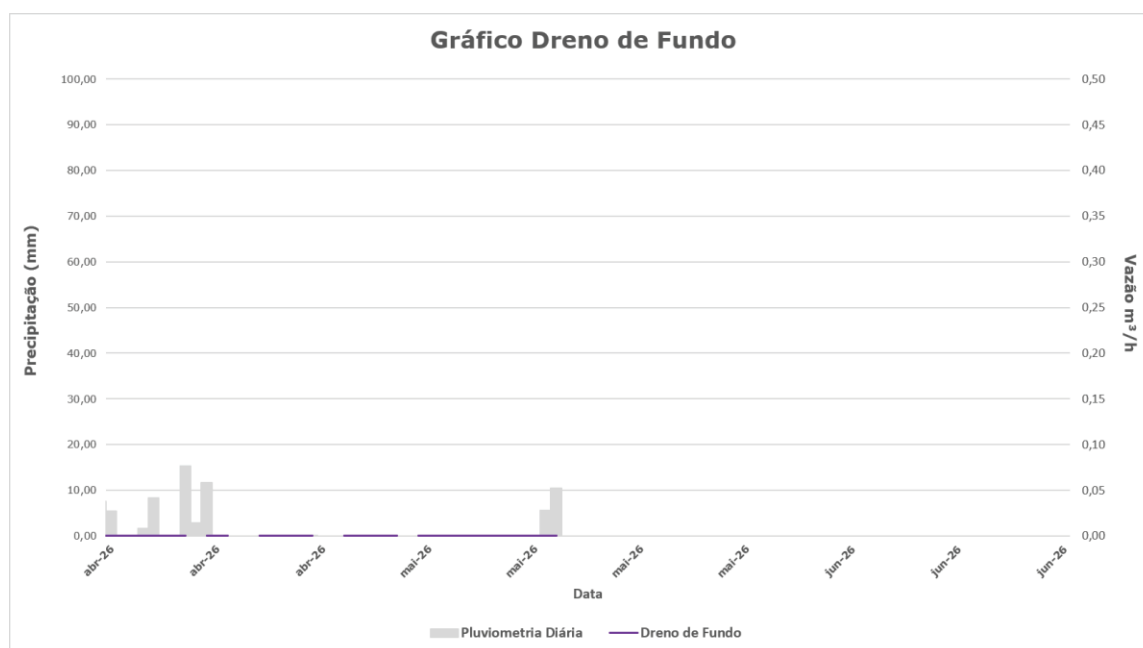


Figura 7.7 – Análise das vazões do IV-01 (Dreno de Fundo).

Quanto a análise das leituras de vazões na placa IV-02, que mede também as vazões de nascentes na região do pé da barragem, são mais influenciadas pela pluviometria e a grande área de contribuição para esse ponto. No período avaliado (abril a junho/26), obteve-se uma vazão média de 0,74 m³/h.

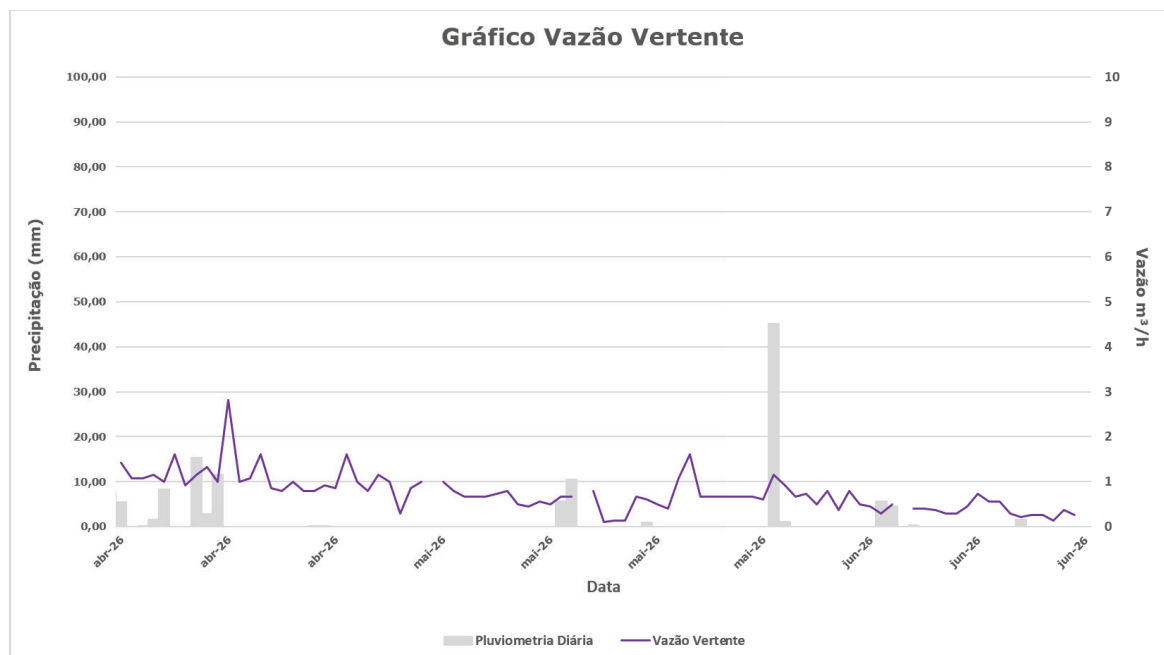


Figura 7.8 – Análise das vazões do IV-02 (Vertente).

7.1.4.6 Prismas de Monitoramento

Para controle de deslocamento em superfície, atualmente, existem 30 prismas fixos instalados no maciço da barragem e monitorados por uma estação robótica fixa instalada no terreno natural à jusante da barragem conforme apresentado na Figura 7.9.



Figura 7.9 - Localização dos prismas instalados no maciço da Barragem B1 – Mina Ipê.

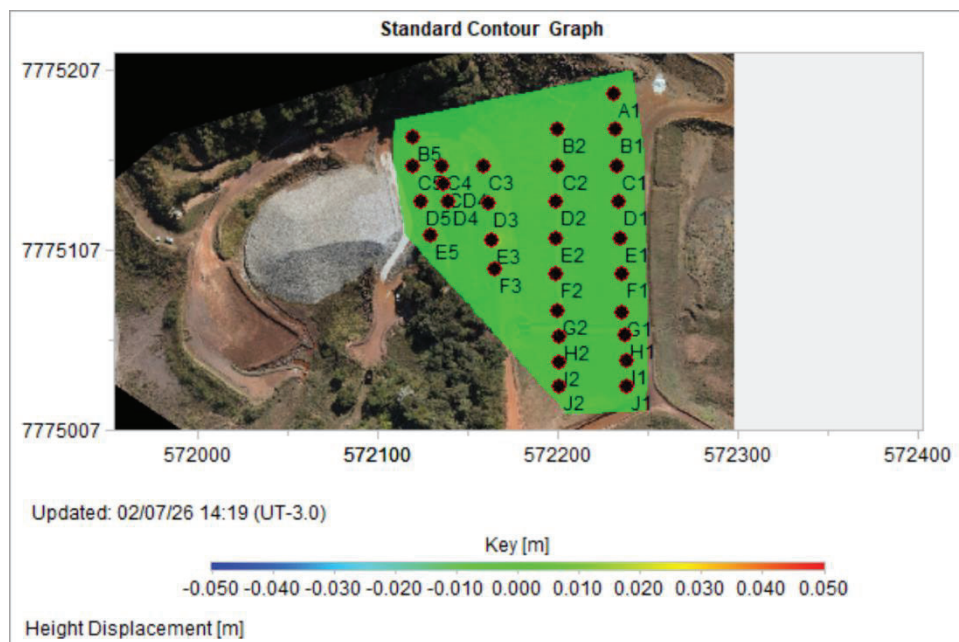


Figura 7.10 – Registros deslocamentos verticais dos prismas. (ref: 01/04/26 a 30/06/26)

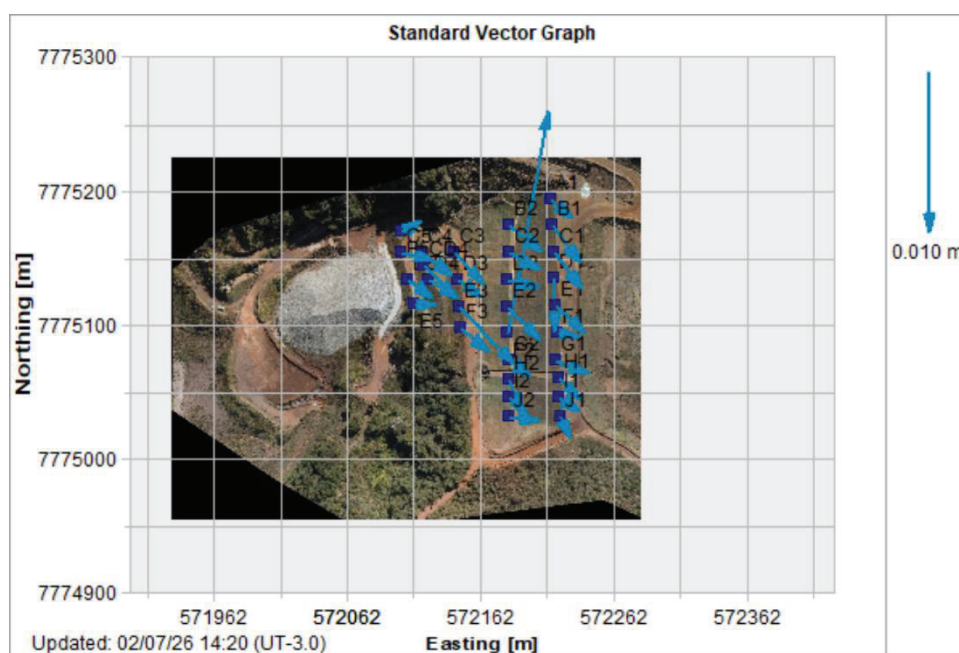


Figura 7.11 – Registros vetores deslocamento dos prismas. (ref: 01/04/26 a 30/06/26)



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

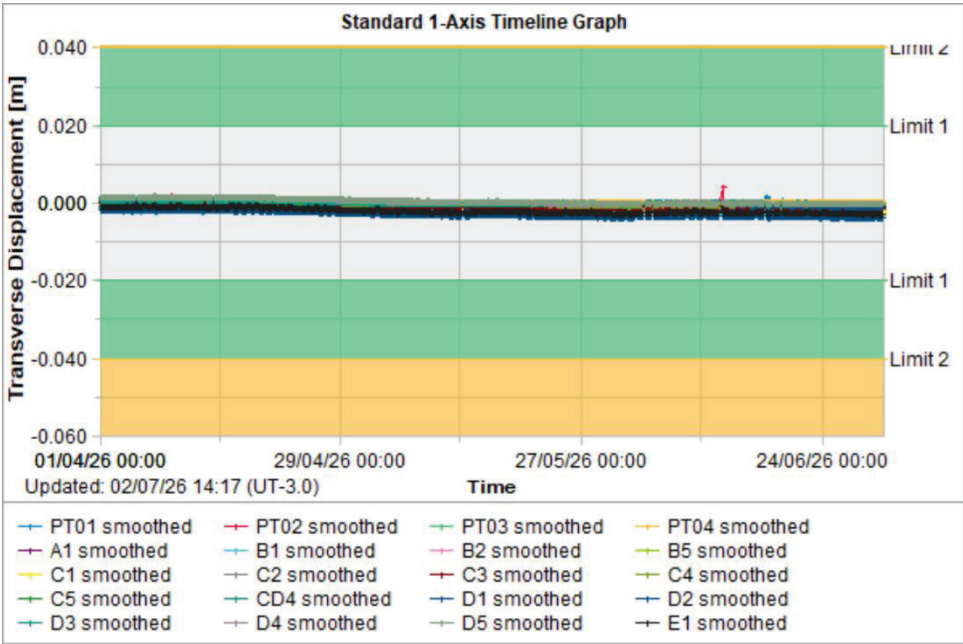


Figura 7.12 – Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.
(ref: 01/04/26 a 30/06/26)

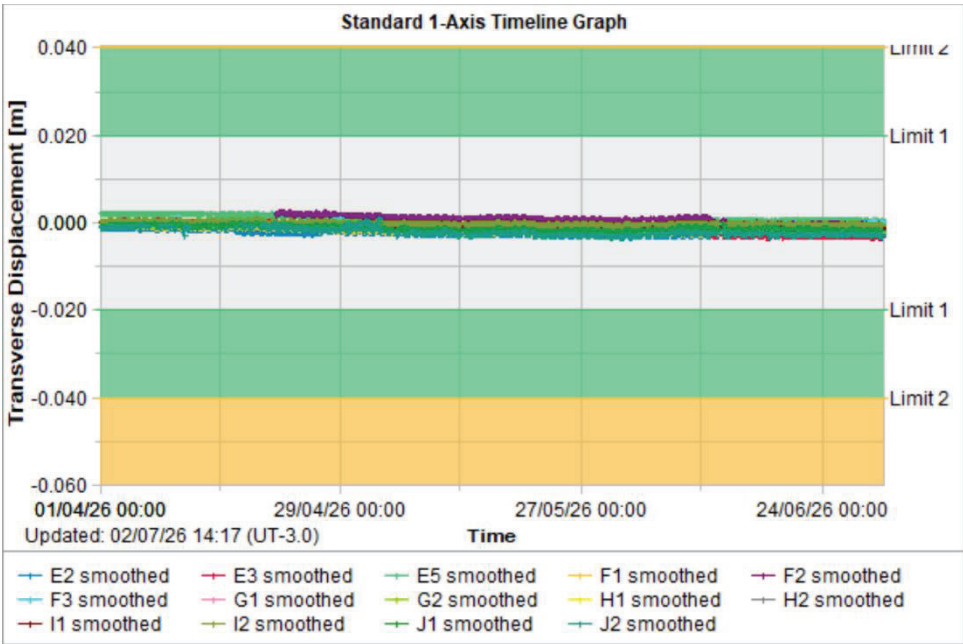


Figura 7.13 – Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.
(ref: 01/04/26 a 30/06/26)

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

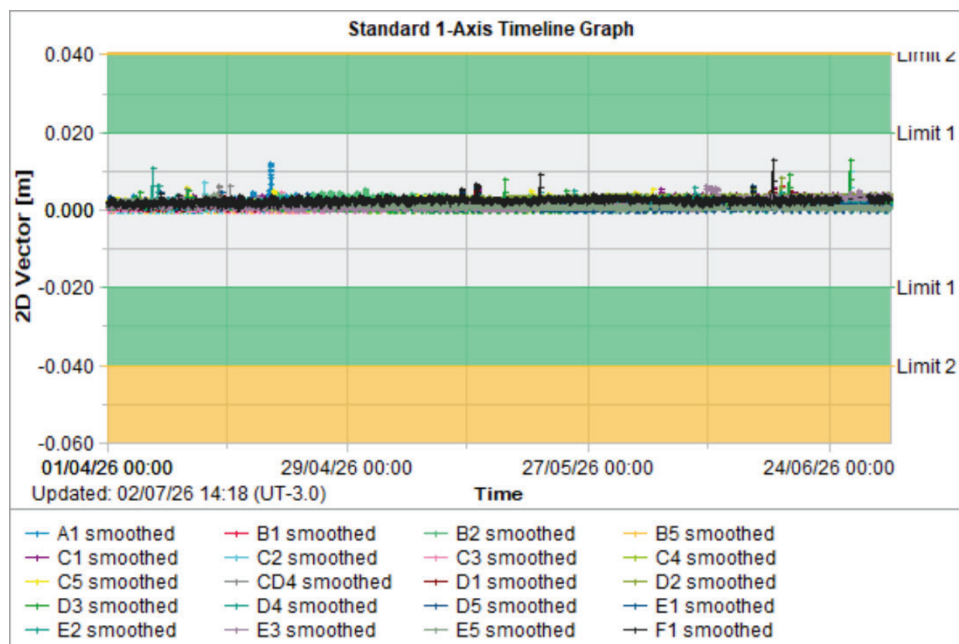


Figura 7.14 – Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.
(ref: 01/04/26 a 30/06/26)

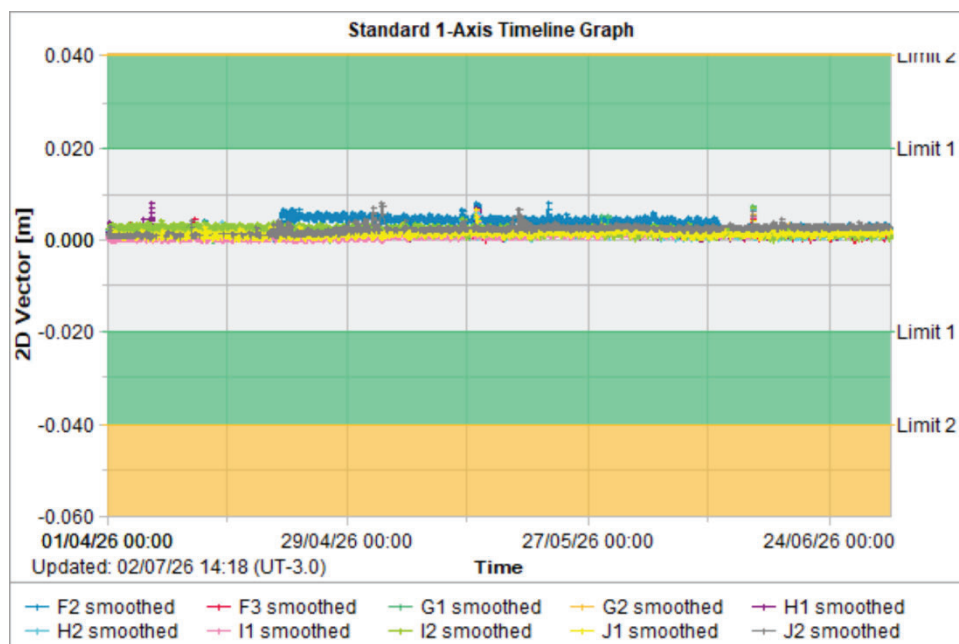


Figura 7.15 – Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.
(ref: 01/04/26 a 30/06/26)

Considerando os gráficos obtidos no período entre 01/04/26 e 30/06/26, as leituras de deslocamento vertical, apontam que a barragem não apresentou deslocamento perceptível.

Em relação aos deslocamentos horizontais, as leituras estiveram dentro dos parâmetros de normalidade determinados pela equipe da MMI com a equipe da Leica Geosystems (fornecedora dos equipamentos de medição) no período analisado.

7.1.4.7 Marcos de Controle de Deslocamento

Atualmente na barragem existem 4 marcos de controle de deslocamento instalados na estrutura, como pode ser visto na Tabela 7.7.

Tabela 7.7 - Coordenadas Instalação

INSTRUMENTOS	COORDENADAS DE INSTALAÇÃO (m)		
	E	N	ELEVAÇÃO
MS-01	572.382,44	7.775.072,92	1.058,05
MS-02	572.380,64	7.775.118,88	1.058,00
MS-03	572.344,32	7.775.116,91	1.041,43
MS-04	572.276,72	7.775.116,19	1.021,58

A partir da análise das leituras dos marcos de controle pode-se considerar que as movimentações verticais e horizontais no maciço são pequenas. Os valores acumulados observados, verticais menores que 7 mm e horizontais resultantes menores que 5 mm, provavelmente são decorrentes de erros normais de leitura em função da referência de nível e do equipamento utilizado e sua precisão.

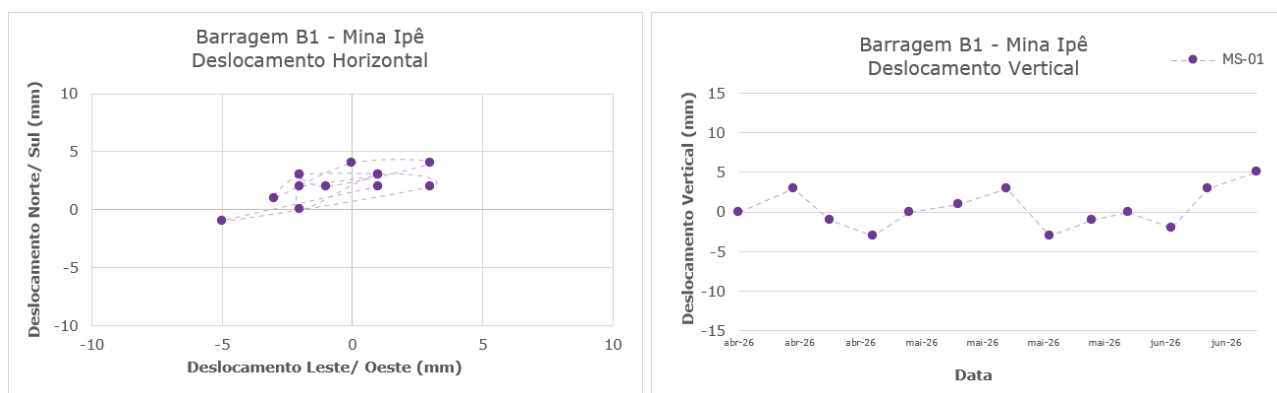


Figura 7.16 – Marco de controle de deformação – MS-01.

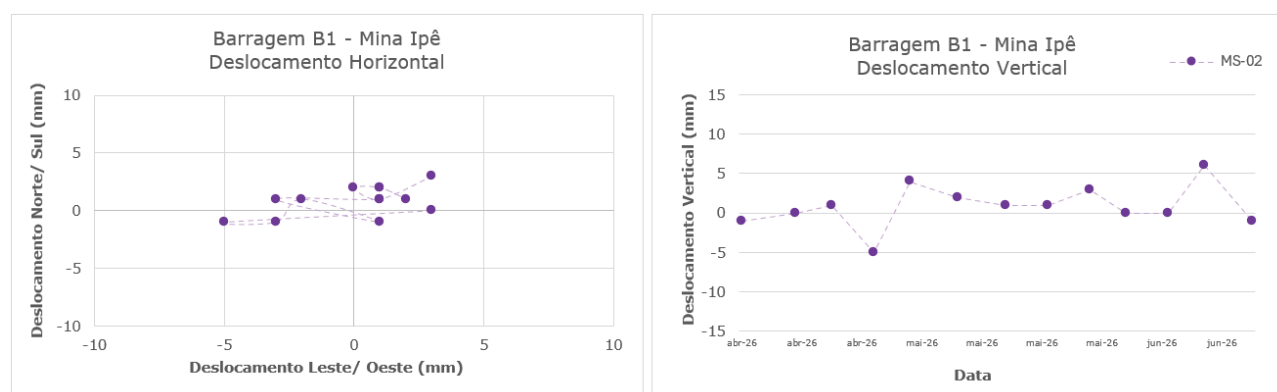


Figura 7.17 – Marco de controle de deformação – MS-02.

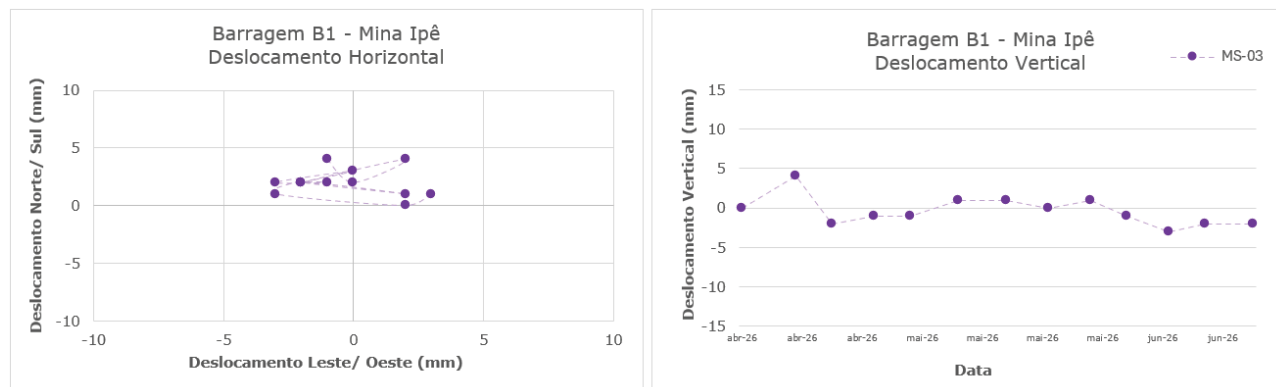


Figura 7.18 – Marco de controle de deformação – MS-03.

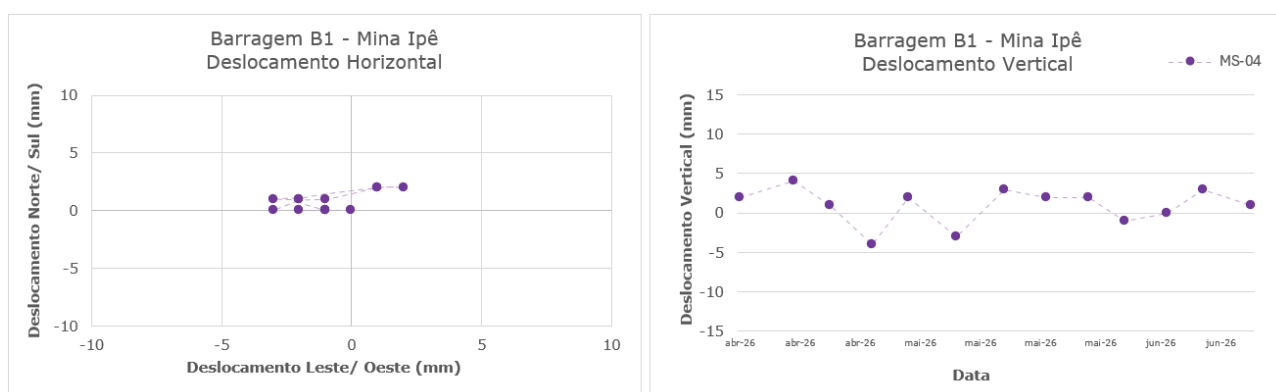


Figura 7.19 – Marco de controle de deformação – MS-04.

7.1.4.8 Monitoramento do Talude da Encosta

A partir da análise das leituras dos marcos superficiais, pode-se considerar que as movimentações verticais e horizontais acumuladas são relativamente baixas. Os valores acumulados observados, verticais menores que 30 mm e horizontais resultantes menores que 11 mm, provavelmente são decorrentes de erros normais de leitura em função da referência de nível e do equipamento utilizado e sua precisão.

Mesmo com deslocamentos acumulados relativamente baixos, verifica-se que as leituras semanais apresentam uma grande variação (comportamento serrilhado). Recomenda-se que seja avaliada a calibração do equipamento e o posicionamento correto dos prismas instalados sobre os marcos de monitoramento.

O prisma de referência nº 08 foi descontinuado em razão do crescimento de vegetação arbustiva à sua frente, o que impossibilita a realização de leituras adequadas. Adicionalmente, a remoção da vegetação não pode ser executada devido às condições inseguras existentes no local em questão.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

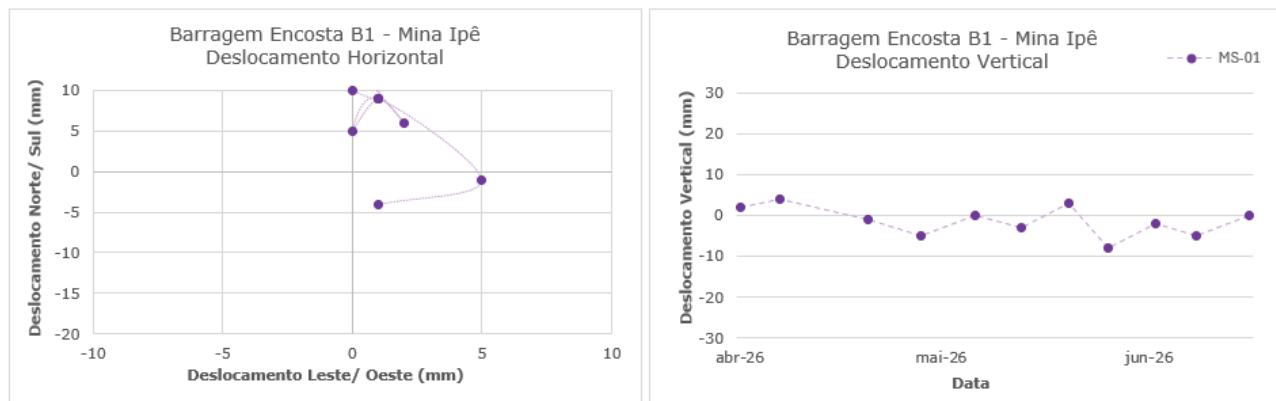


Figura 7.20 – Prisma de monitoramento da encosta MS-01.

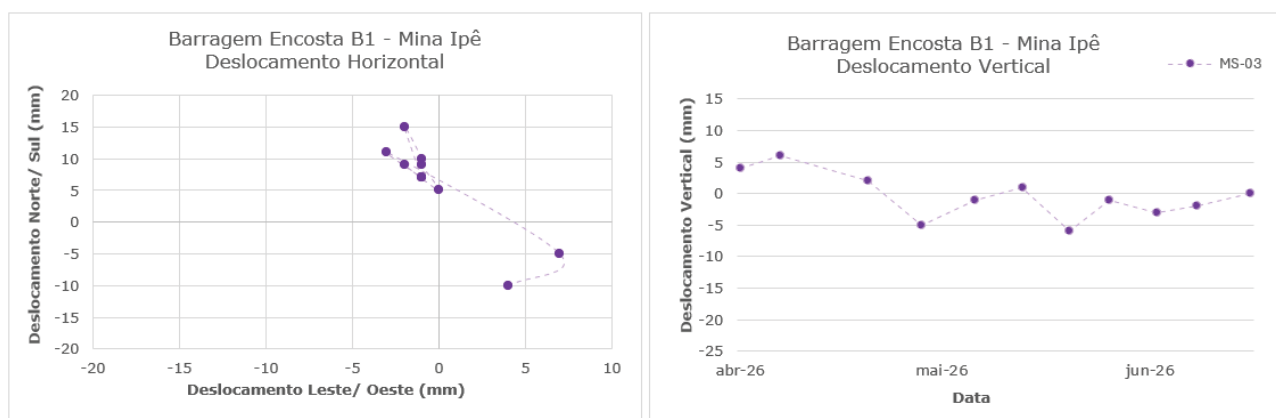


Figura 7.21 – Prisma de monitoramento da encosta MS-03.

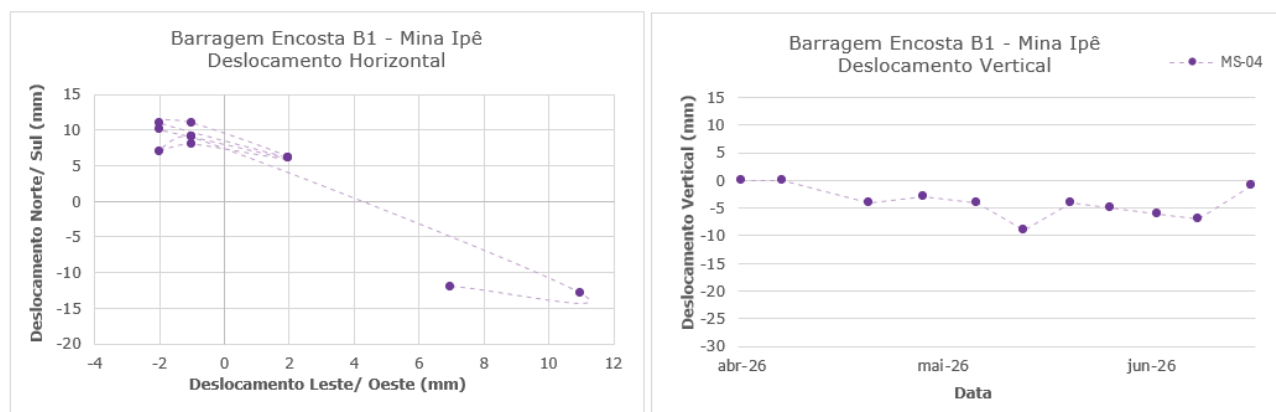


Figura 7.22 – Prisma de monitoramento da encosta MS-04.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

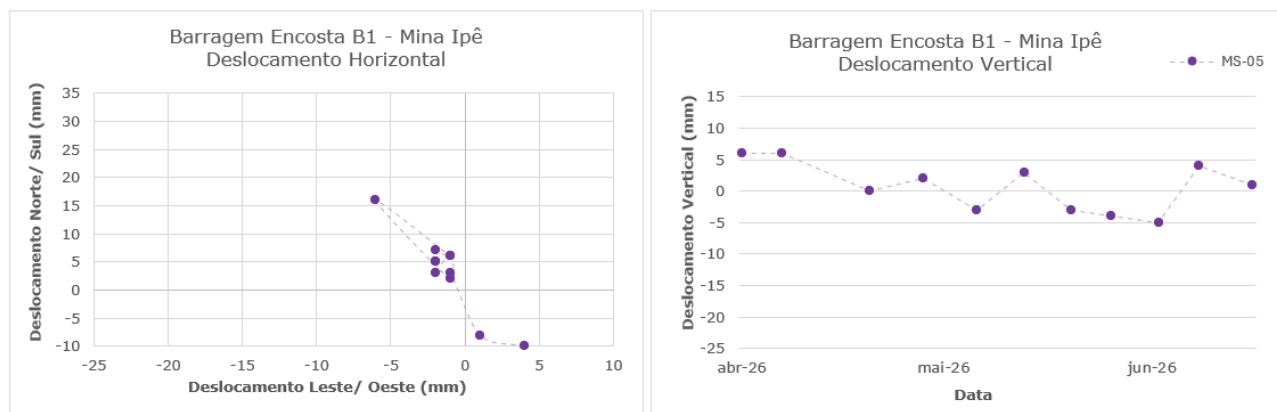


Figura 7.23 – Prisma de monitoramento da encosta MS-05.

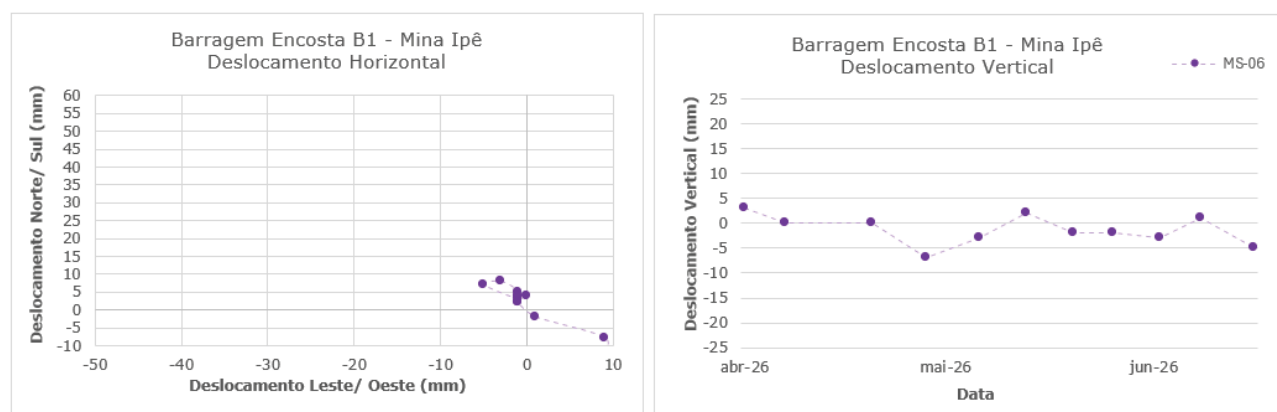


Figura 7.24 – Prisma de monitoramento da encosta MS-06.

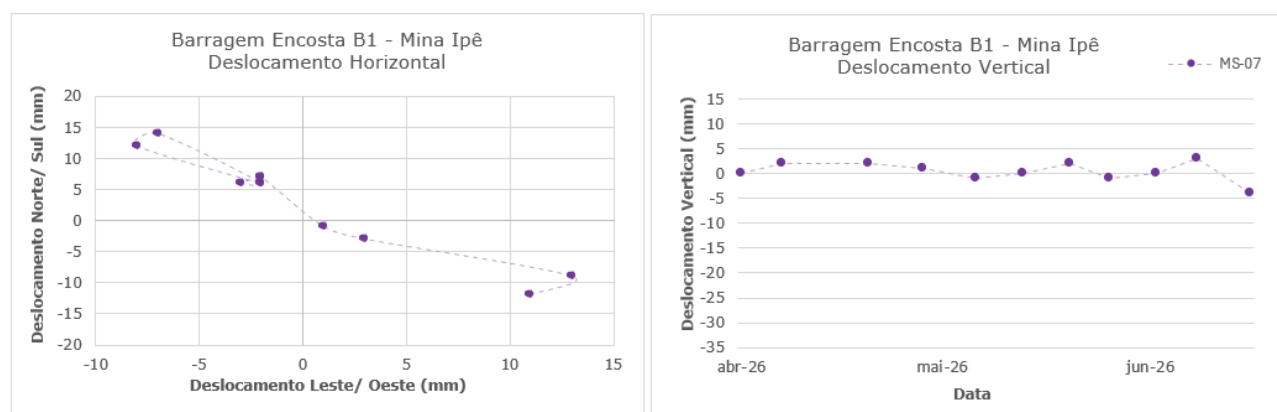


Figura 7.25 – Prisma de monitoramento da encosta MS-07.

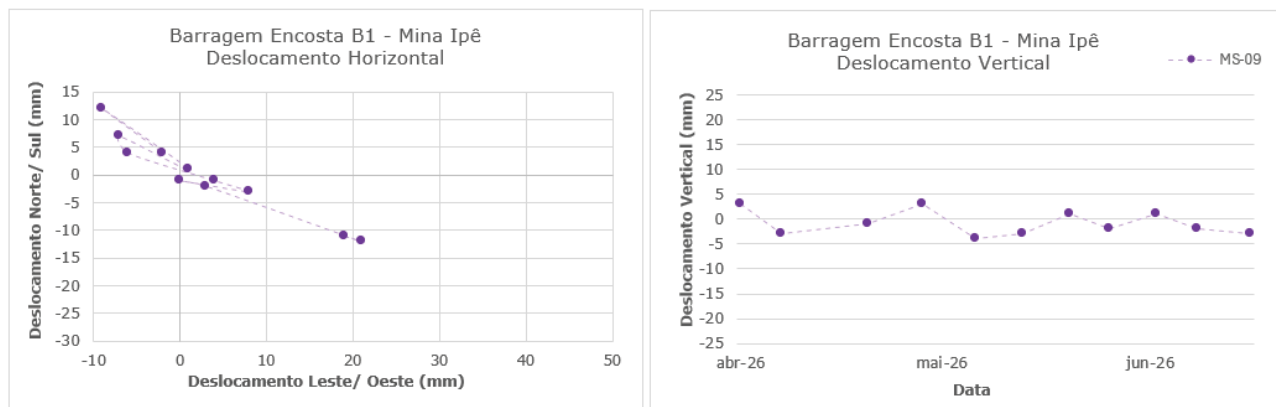


Figura 7.26 – Prisma de monitoramento da encosta MS-09.

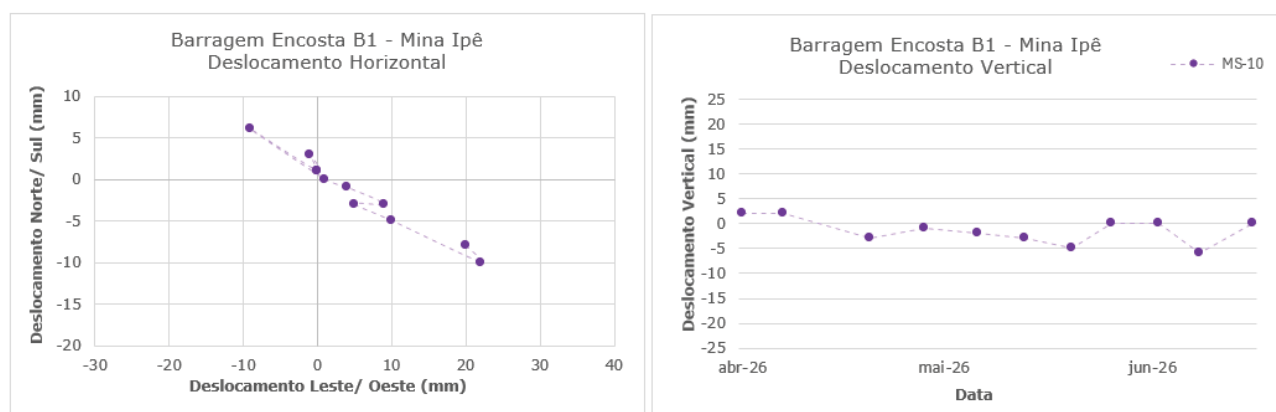


Figura 7.27 – Prisma de monitoramento da encosta MS-10.

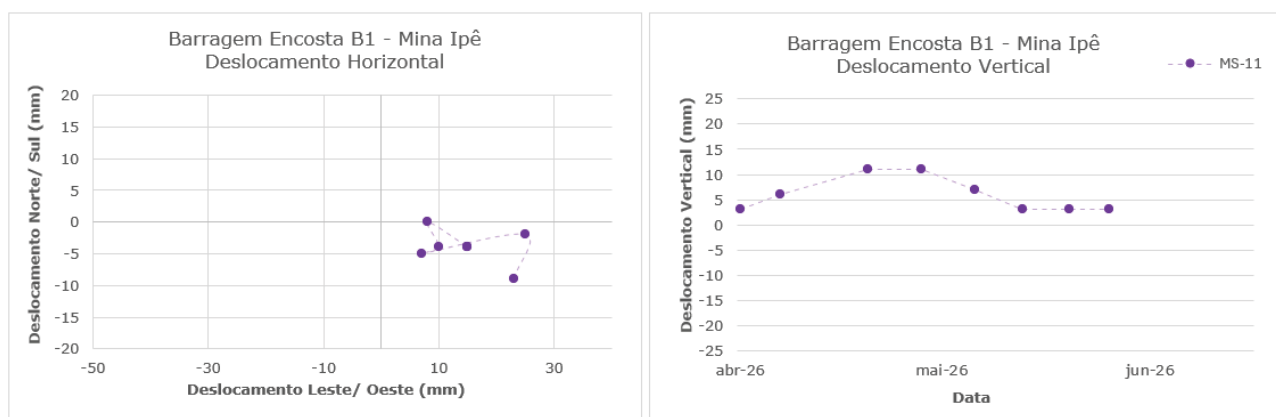


Figura 7.28 – Prisma de monitoramento da encosta MS-11.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

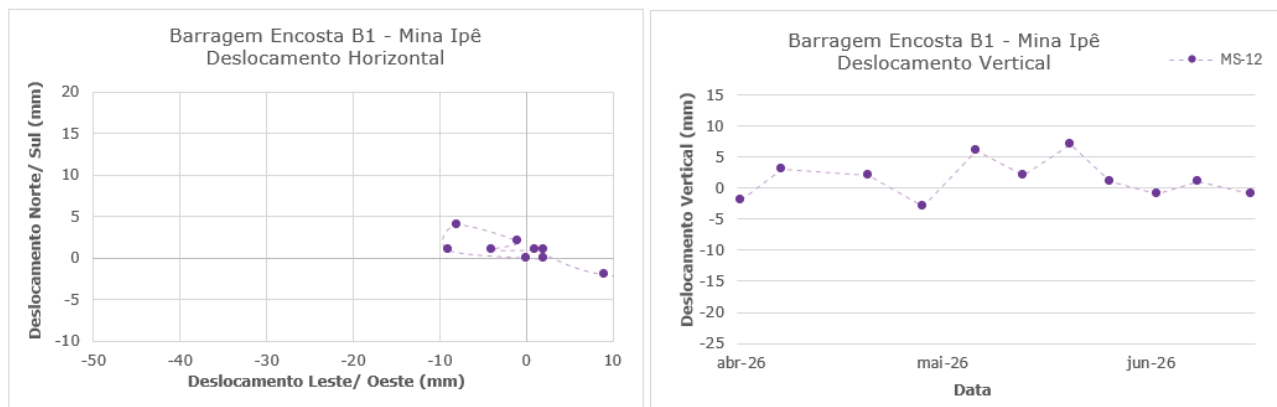


Figura 7.29 – Prisma de monitoramento da encosta MS-12.

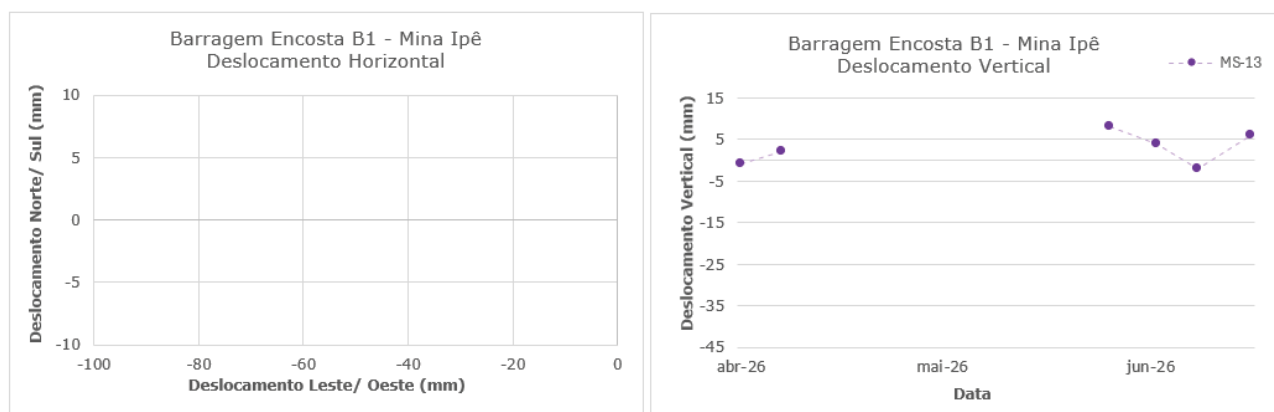


Figura 7.30 – Prisma de monitoramento da encosta MS-13.

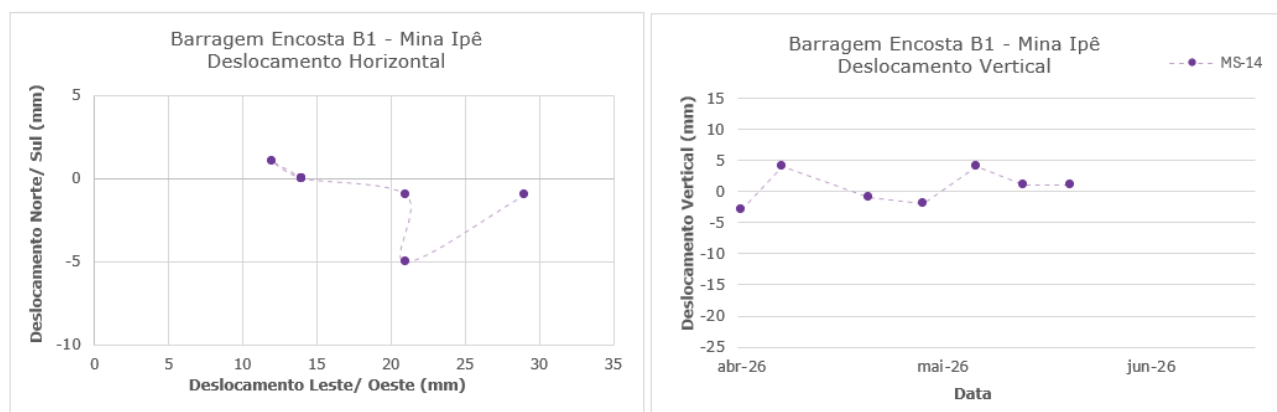


Figura 7.31 – Prisma de monitoramento da encosta MS-14.

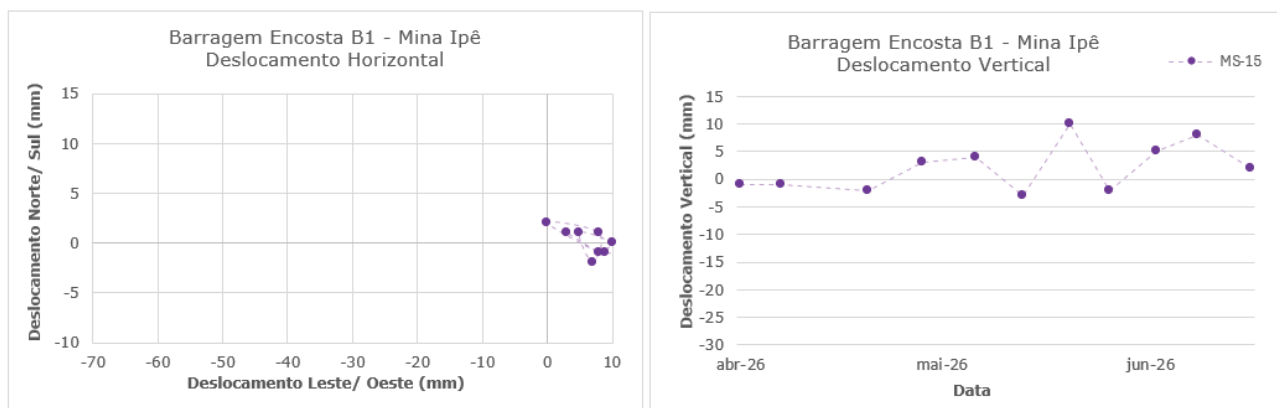


Figura 7.32 – Prisma de monitoramento da encosta MS-15.

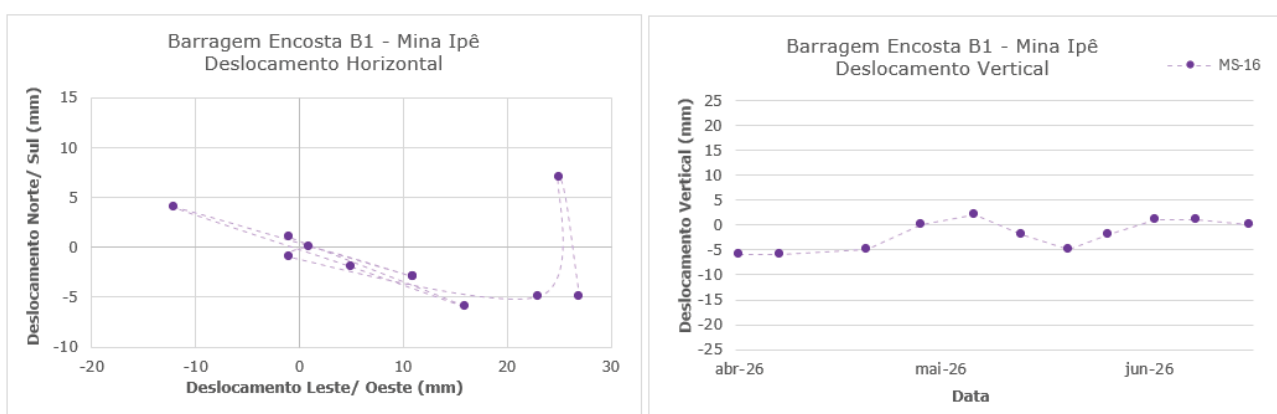


Figura 7.33 - Prisma de monitoramento da encosta MS-16.

7.1.4.9 Operação dos Poços de Bombeamento

O esquema de direcionamento dos fluxos provenientes dos poços de bombeamento é apresentado na Figura 7.34.



Figura 7.34 – Esquema de direcionamento atual dos fluxos proveniente dos sistemas de bombeamento.

De modo a determinar a vazão bombeada em cada poço, diariamente é realizada a leitura dos hidrômetros em horário determinado, fazendo o registro das informações. O histórico de bombeamento é apresentado na Figura 7.35 e Figura 7.36.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

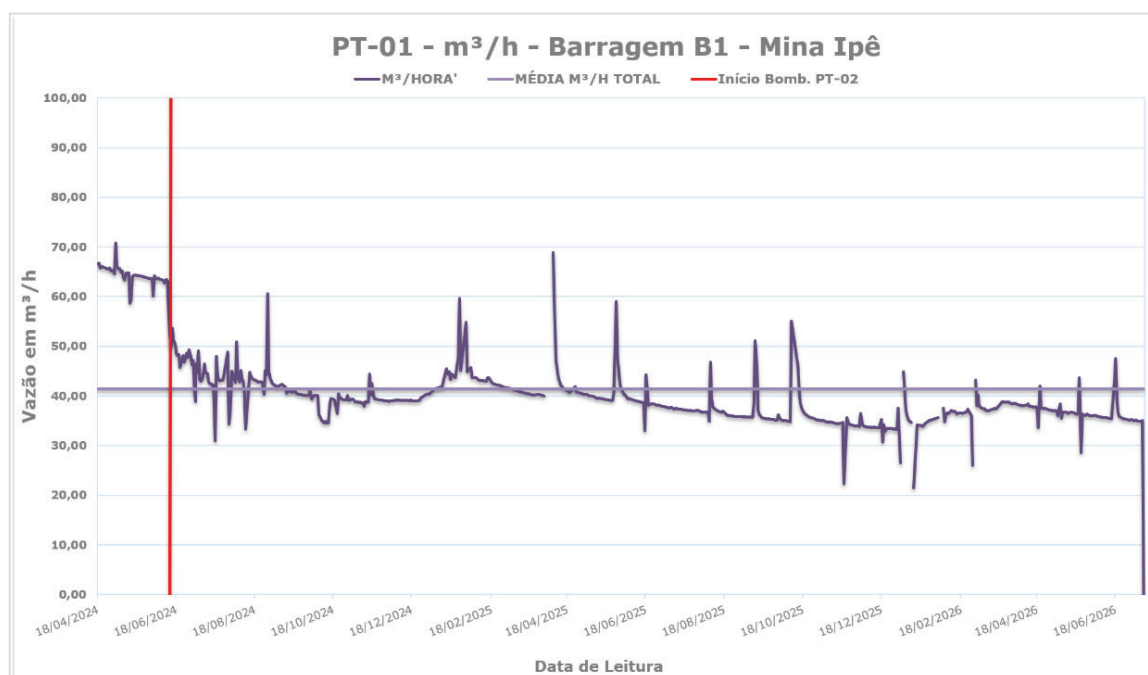


Figura 7.35 - Histórico bombeamento PT-01.

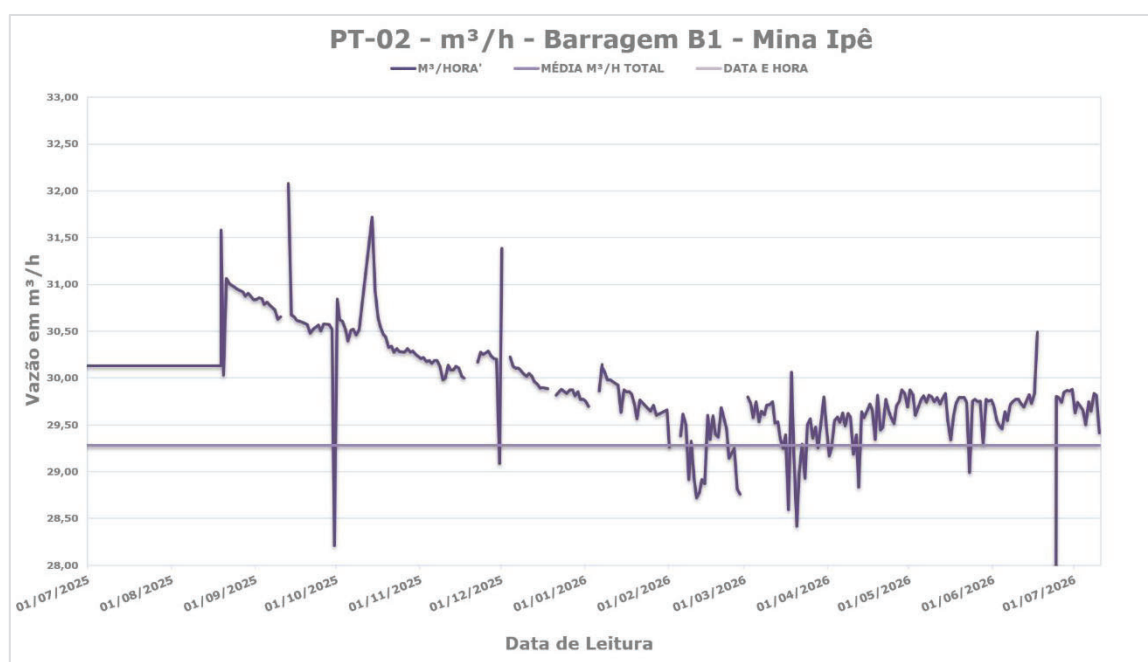


Figura 7.36 – Histórico bombeamento PT-02.

Em um primeiro momento, após o início do bombeamento do poço PT-01 (29/09/2023), o fluxo proveniente da bomba era enviado para dois tanques metálicos e, posteriormente, esta água era encaminhada para a usina. No período em que o sistema de bombeamento operou nesta configuração, a vazão média obtida foi de aproximadamente 58 m³/h.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

No início de abril/2024, após um acordo entre a MMI e Emicon, foi autorizado, o direcionamento dos fluxos para jusante, em que a água proveniente do bombeamento seria lançada na canaleta de contorno na margem esquerda do reservatório que conduz o fluxo até o extravasor de emergência da Barragem B1A Emicon.

Após a realização de estudos hidrogeológicos, verificou-se a necessidade de instalação de um poço adicional para que seja possível atingir os níveis recomendados em projeto e, assim, iniciadas as obras de descaracterização. Dessa forma, foi instalado um novo poço (PT-02), o qual começou a operar com uma bomba provisória na primeira quinzena de junho/2024. O bombeamento do fluxo desse novo poço (PT-02) influenciou diretamente na vazão do poço PT-01, reduzindo ligeiramente a vazão média obtida para um valor de 48 m³/h.

No início de julho/2024, foi instalado o conjunto moto-bomba definitivo no poço PT-02 e de acordo com os registros foi obtido uma vazão média de 27 m³/h.

O hidrômetro instalado no poço PT-02 apresentou falhas de funcionamento em julho/2024, foi substituído no início de setembro/2024, porém o novo hidrômetro em pouco tempo apresentou o mesmo problema verificado anteriormente. Por questões de registro, foi considerada uma vazão média de 25,3 m³ no período entre 21/07/2024 e 09/08/2024 e de 30,7 m³, nos períodos entre 10/08/2024 e 30/08/2024 e de 07/09/2024 até o momento.

Entre os dias 02/04/2025 e 07/04/2025, foi realizada uma paralisação na operação das bombas dos poços de rebaixamento por questões operacionais.

Dessa forma, com a operação simultânea do bombeamento dos poços PT-01 e PT-02, considerando o período avaliado (abril a junho/26), obtém-se um valor médio, com a soma das vazões, próximo de 65 m³/h.

Tabela 7.8 – Resumo vazões de bombeamento.

Bombeamento dos poços de rebaixamento		Vazões Médias (m³/h)		
Marco notável	Sentido direcionamento dos fluxos	PT-01	PT-02	TOTAL
Início operação PT-01	Montante (Tanques Metálicos → Usina)	58	-	58
Alteração do sentido de direcionamento dos fluxos	Jusante (Extravasor B1A Emicon)	64	-	64
Início Operação PT-02	Jusante (Extravasor B1A Emicon)	48	27	75
Condição Atual (Abr/26 a Jun/26)	Jusante (Extravasor B1A Emicon)	37	28	65



7.1.4.10 Sismógrafos

O monitoramento de vibrações da Barragem B1 – Mina Ipê é realizado de forma contínua por meio de dois sismógrafos (IB1S1 e IB1S2), instalados na crista e na segunda berma da estrutura.

O sistema opera com taxa de aquisição de 400 Hz e atualização das informações a cada 15 minutos, além de emitir alertas automáticos sempre que os níveis de referência estabelecidos forem atingidos.

De acordo com os relatórios de monitoramento (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1404, IPE.OP.RL.8000.GT.20.1405 e IPE.OP.RL.8000.GT.20.1406) emitidos pela SYSCREAR LTDA. referente aos meses de abril, maio e junho de 2026, não foram registrados eventos com amplitudes superiores aos limites de referência estabelecidos para o monitoramento.

Tabela 7.9 - Resumo do Monitoramento das Vibrações.

Período	Resumo do Período
01/04 a 30/04	Não foram registrados eventos com amplitudes acima dos limites de referência estabelecidos para monitoramento de vibrações. O deslocamento máximo foi de 0,08 mm e a aceleração máxima registrada foi de 0,03 g, valor significativamente inferior ao limite de 0,15 g adotado para avaliação de risco sísmico. A eficiência do sistema de monitoramento foi de 100%.
01/05 a 31/05	Não ocorreram eventos com amplitudes superiores aos limites de referência. O deslocamento máximo observado foi de 0,03 mm e a aceleração máxima foi de 0,06 g, permanecendo abaixo do limite de 0,15 g para recorrência sísmica de 2.500 anos. O sistema operou com 100% de eficiência.
01/06 a 30/06	Também não foram observados eventos que ultrapassassem os limites de referência. O deslocamento máximo registrado foi de 0,06 mm e a aceleração máxima atingiu 0,02 g, valor muito inferior ao limite adotado de 0,15 g. A eficiência do monitoramento permaneceu em 100%.

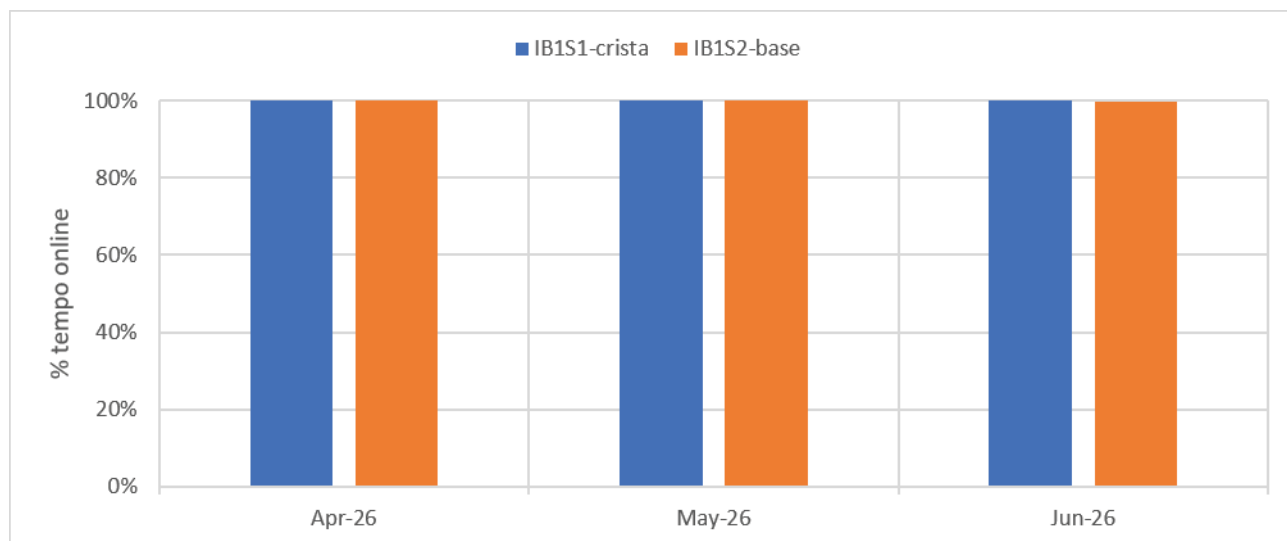


Figura 7.37 - Eficiência do Monitoramento.

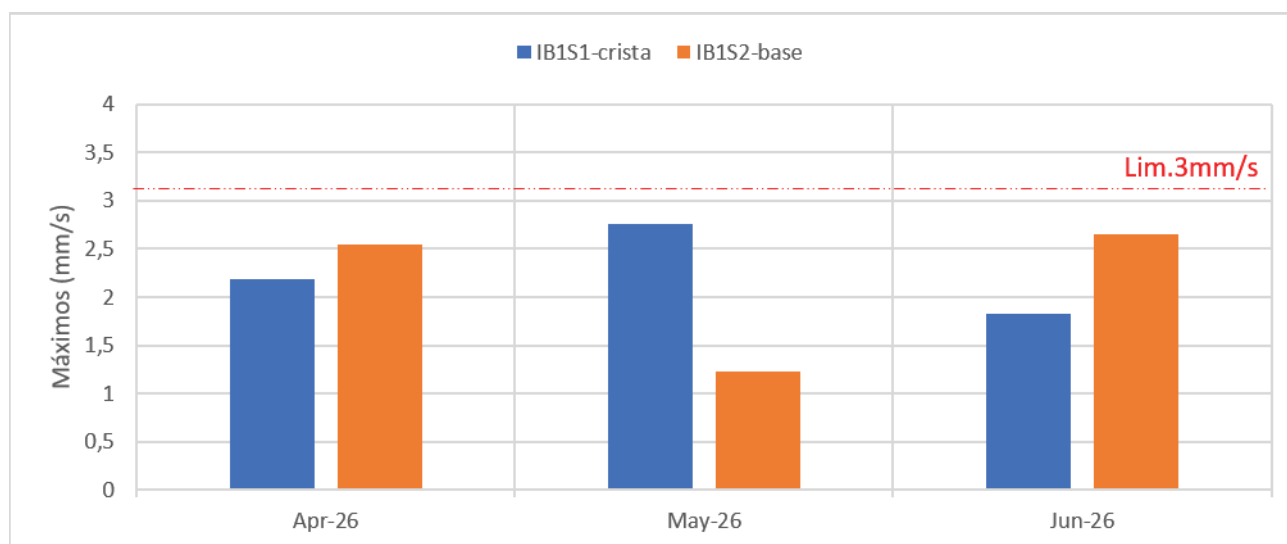


Figura 7.38 - Evolução das amplitudes máximas (mm/s).

Durante os meses de abril, maio e junho de 2026, o monitoramento realizado pelos sismógrafos IB1S1 e IB1S2 indicou que não houve ocorrência de vibrações acima dos limites de referência definidos para a Barragem B1 – Mina Ipê.

Os níveis de deslocamento e aceleração registrados permaneceram muito abaixo dos limites considerados críticos para a segurança geotécnica da estrutura e todas as acelerações máximas medidas ficaram inferiores ao valor de referência de 0,15 g utilizado nos estudos de risco sísmico da barragem. O sistema de monitoramento apresentou 100% de eficiência operacional nos três meses avaliados.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Concluindo, portanto, que os resultados indicam que as vibrações decorrentes das operações na mina permaneceram em níveis baixos e compatíveis com a condição segura da Barragem B1, sem evidências de impactos que possam comprometer a estabilidade da estrutura no trimestre analisado.

7.1.5 Análise de Estabilidade

Este item apresenta o resultado das análises de estabilidade realizadas para a barragem no período avaliado (abril a junho/26).

A análise de estabilidade foi realizada conforme norma NBR 13.028/2025, a partir do software Slide2 da empresa Rocscience. Foi utilizada a teoria de equilíbrio limite, através do método de Morgenstern-Price (M-P), adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb em condições de carregamento drenado e não drenado.

Foram analisadas as superfícies de rupturas do tipo plano-circulares otimizadas, considerando buscas locais e globais, sendo sempre apresentado o menor valor de fator de segurança obtido.

7.1.5.1 Premissas Adotadas nas Simulações

As análises aqui apresentadas foram elaboradas considerando a geometria da estrutura obtida a partir do levantamento topográfico mais atual, realizado em novembro/2021 (documento B1_IPE_16NOV21.dwg), acrescido do levantamento *As Built* da berma de reforço construída a jusante da estrutura (CAD_REFORÇO_B1IPE_14MAR23.dwg). A estratigrafia das seções transversais de análise foi definida pela DF+ Consultoria Geotécnica e Recursos Hídricos no âmbito do projeto conceitual de descaracterização, a partir da interpretação de uma extensa campanha de sondagens SPT e ensaios CPTu executada na barragem.

Na Figura 7.39 é apresentada a locação em planta das seções e instrumentação de controle utilizadas nas análises de estabilidade.

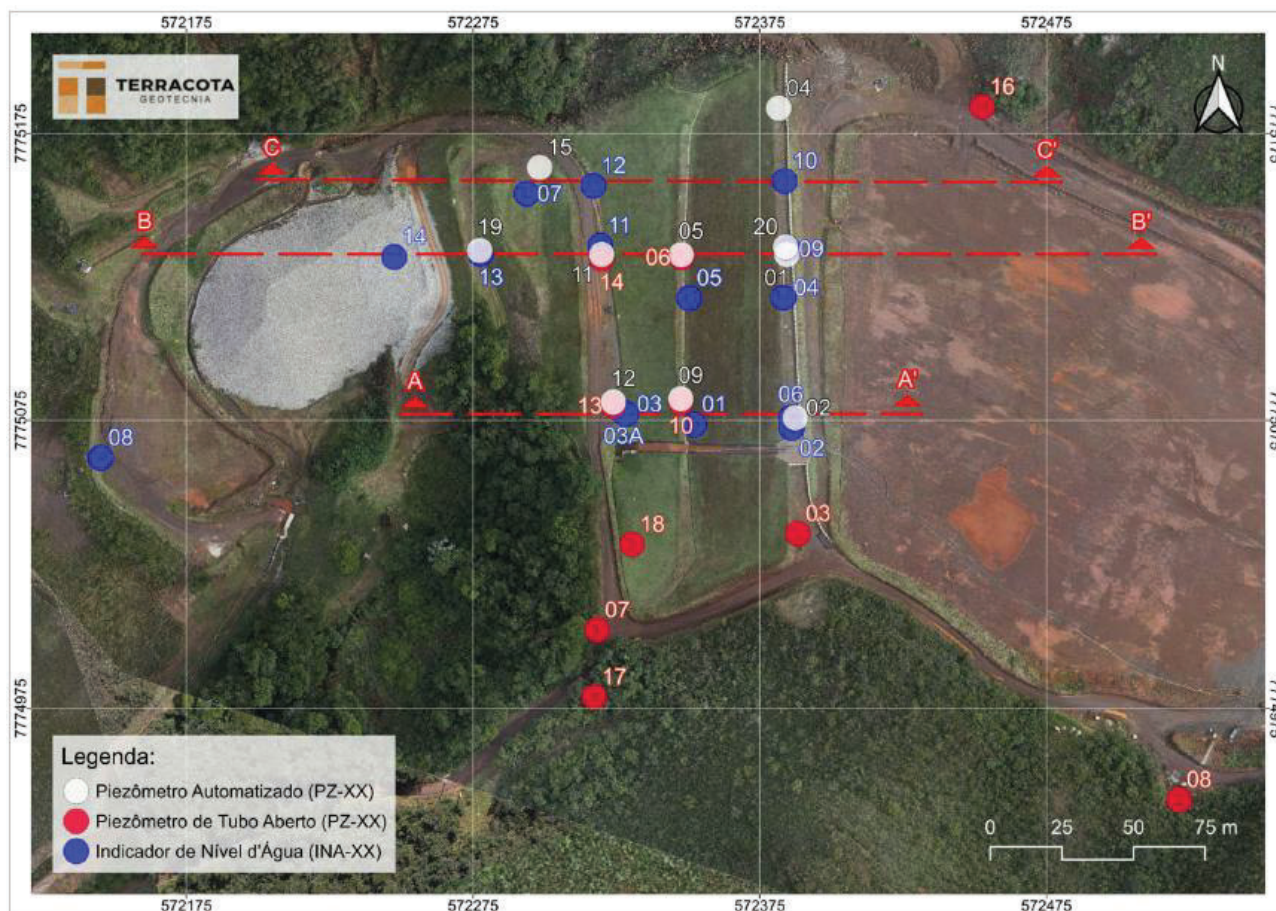


Figura 7.39 – Seções Instrumentadas Barragem B1 – Mina Ipê – Planta.

As condições consideradas nas análises de estabilidade foram os carregamentos drenado, não drenados de pico e liquefeito. Os estudos realizados para definir o comportamento dos rejeitos presentes nas seções de análise indicaram que o rejeito do reservatório e o rejeito antigo presente na fundação da barragem têm comportamento contrátil, ou seja, geram excesso de poropressão positiva na ruptura. Para este tipo de material, a análise não drenada representa a condição crítica de carregamento.

Os fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade foram comparados aos valores de referência sugeridos por normas e legislações vigentes, a depender do tipo de carregamento, conforme abaixo:

- Análises drenadas: NBR 13.028/2025 (**FS $\geq 1,5$**);
- Análises não drenadas com parâmetro de pico: NBR 13.028/2025 e Resolução ANM 95/2022 (**FS $\geq 1,3$**);
- Análises com carregamento pseudo-estático: CDA/2014 (**FS $\geq 1,0$**) e NBR 13.028/2025 (**FS $\geq 1,1$**);
- Análises não drenadas com parâmetro liquefeito: Termo de Referência para



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Descaracterização de Barragens (**FS ≥ 1,1**) e ANCOLD 2012 (**FS ≥ 1,0**);

A Tabela 7.10 apresenta as premissas adotadas para a realização da análise de estabilidade da barragem atendendo às normas e legislação vigentes e boas práticas de engenharia.

Tabela 7.10 – Premissas adotadas nas análises de estabilidade.

Caso Estudado		Critério para FS	Parâmetros de Resistência do Modelo			
			Rejeitos			Solo / Rocha
Nível de Água	Análises		Contrátil		Dilatante	
			Saturado	Não Saturado		
Regime Permanente (Freática Atual)	Drenada	1,5	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo
	Não drenada (Pico)	1,3	Resistência Não Drenada de Pico	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo
	Residual (Liquefeito)	1,1	Resistência Não Drenada Residual	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo
	Sismo (Pseudo-estática)	1,0 a 1,1	Resistência Não Drenada de Pico	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo

Os critérios adotados nas análises para condição drenada e condições com sismo (pseudo-estática) atendem a requisitos definidos pela norma técnica brasileira NBR 13.028/2025 da ABNT (Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reserva de água - Requisitos) e Canadian Dam Association (CDA, 2014). Os critérios adotados na análise para condição não drenada (parâmetro de pico) seguem recomendação da Resolução 95/2022 da ANM.

Os critérios adotados na análise na condição residual ou liquefeito (situação pós-liquefação) buscam seguir as melhores práticas de engenharia apresentadas pelo Canadian Dam Association (CDA, 2014) e pelo Comitê Nacional Australiano de Grandes Barragens (ANCOLD, 2012). Atualmente também está definido como critério para início das obras de descaracterização incluído no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante (SEMAD/FEAM).

7.1.5.2 Sismicidade do Local da Barragem

Em maio de 2022, foi elaborado pela empresa CREAM Engenharia uma análise de estudo sísmico específico para determinação do peak ground acceleration (PGA) a ser adotado nas análises de estabilidade que consideram carregamento pseudo-estático (sísmico). O estudo se constitui em um tratamento probabilístico elaborado a partir dos dados de eventos sísmicos registrados na região, levando em consideração as características geológicas e geométricas do entorno. O

procedimento adotado foi o desenvolvido por Cornell (1968).

O estudo da CREAR utilizou como base de dados as informações compiladas pelo Centro de Sismologia da USP, que conta com a colaboração da Universidade de Brasília (UNB), da Universidade do Rio Grande do Norte e Rede Sismográfica Brasileira. A Figura 7.40 apresenta a distribuição dos sismógrafos existentes no território nacional.



Figura 7.40 – Rede sismológica brasileira (<http://www.rsbr.gov.br>).

No estudo foram consideradas também curvas de atenuação, tendo em vista que as condições do material por onde se propagam as ondas sísmicas afetam significativamente a propagação das ondas superficiais. A CREAR adotou as curvas elaboradas nos estudos de Yenier e Atkinson (2015) que foram desenvolvidas para a região leste dos Estados Unidos, que constitui uma região continental estável, similar as características sísmicas do território brasileiro e da região estudada.

Ao todo foram analisados 06 (seis) modelos que variaram as fontes de propagação, a referência para estimativa da magnitude do sismo e três diferentes curvas de atenuação. A Tabela 7.11 apresenta um resumo dos resultados obtidos, onde se observa que o Modelo 3 [CSF + QF (1)] foi o que resultou no maior valor de aceleração dinâmica.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.11 – Resumo das acelerações de pico em função dos períodos de retorno.
(Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.257).

Modelo	Valores máximos por período de retorno (anos)					Máximo absoluto
	500	1.000	2.500	5.000	10.000	
	PGA	PGA	PGA	PGA	PGA	PGA
CSF	2.2%	2.8%	5.0%	7.4%	10.5%	10.5%
R320	2.2%	2.7%	4.6%	6.7%	9.5%	9.5%
CSF+QF(1)	9.7%	9.5%	13.4%	16.0%	18.3%	18.3%
CSF+QF(2)	6.7%	6.6%	9.4%	11.3%	13.1%	13.1%
CSF+QF(3)	2.2%	5.2%	7.4%	9.0%	10.6%	10.6%
CSF+QF(4)	2.2%	4.4%	6.2%	7.7%	9.0%	9.0%

Outra referência para avaliação do comportamento sísmico do local é o artigo “*Reservoir-Triggered Seismicity in Brazil: Statistical Characteristics in a Midplate Environment*” publicado por (Assumpção et al., 2018) no qual é apresentado o Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro que contém a distribuição das acelerações de pico em rocha com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos, correspondendo a um período de recorrência de 2.475 anos (Figura 7.411).

A localização da barragem no mapa de Assumpção et al. fornece valor de PGA em torno de 0,15g, compatível com o valor máximo de 0,134g definido pelo estudo da CREAR.

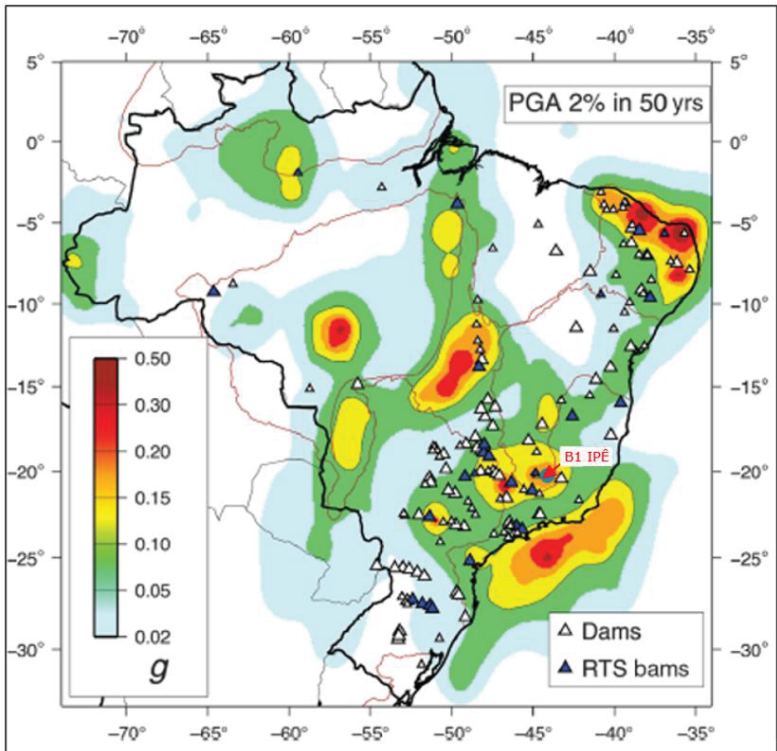


Figura 7.41 – Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos (Assumpção Et al., 2018).

Para definição do período de retorno adequado para embasar as análises de estabilidade da Barragem B1 – Mina Ipê, considerando a contribuição do efeito sísmico, utilizou-se como premissa a norma técnica elaborada pela Canadian Dam Association (CDA) – “*Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams*” (2014), em conformidade ao recomendado pela NBR 13.028/2025 no seu tópico 4.3.5, o qual faz referência aos estudos sísmicos.

A CDA classifica as barragens em função da população que pode ser afetada pela ruptura da estrutura, dos danos aos valores socioambientais, bem como aos danos causados à infraestrutura e a economia local, conforme Tabela 7.12.

Tabela 7.12 – Classificação da barragem de acordo com CDA (2014).

Classificação da Barragem	População em Risco (Nota 1)	Perdas Incrementais		
		Perdas de Vidas (Nota 2)	Valores Ambientais e Culturais	Infraestrutura e Economia
Baixo	Nenhum	0	Perda mínima a curto prazo. Nenhuma perda a longo prazo.	Baixas perdas econômicas; área contém infraestrutura ou serviços limitados



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Classificação da Barragem	População em Risco (Nota 1)	Perdas Incrementais		
		Perdas de Vidas (Nota 2)	Valores Ambientais e Culturais	Infraestrutura e Economia
Significativo	Apenas temporária	Não especificado	Sem perdas significativas, ou deterioração do habitat e peixes ou da vida selvagem. Apenas perdas marginais do habitat. Restauração ou compensação da condição é altamente possível.	Perdas de instalações recreativas, locais de trabalho sazonais e estradas pouco utilizadas.
Alto	Permanente	10 ou menos	Perdas significativas ou deterioração de habitat importante de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição é altamente possível.	Perdas econômicas altas, afetando infraestruturas, transportes públicos e estabelecimentos comerciais.
Muito Alta	Permanente	100 ou menos	Perda significativa ou deterioração de habitat crítico de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição é possível, mas impraticável.	Perdas econômicas muito altas, afetando importantes infraestruturas ou serviços (ex. Rodovias, estabelecimentos industriais, depósitos de substâncias perigosas).
Extrema	Permanente	Mais de 100	Grandes perdas de habitat crítico de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição impossível.	Perdas econômicas extremas, afetando infraestruturas críticas ou serviços (ex. hospitais, grandes complexos industriais, grandes depósitos de substâncias perigosas).

Nota 1. Definições para população em risco:

Nenhum – Não há população identificável em risco, portanto não há possibilidade de perda de vida a não ser devido ao acaso imprevisível.

Temporário – As pessoas estão apenas temporariamente na zona de inundação do rompimento da barragem (por exemplo, uso sazonal de casas de campo, passagem em rotas de transporte, participação em atividades recreativas).

Permanente – A população em risco normalmente está localizada na zona de inundação da ruptura da barragem (como residentes permanentes); são propostas três classes de consequências (alta, muito alta, extrema) para permitir estimativas mais detalhadas do potencial perda de vidas (para auxiliar na tomada de decisões se for realizada a análise apropriada).

Nota 2. Definições para população em risco:

Não especificado – O nível apropriado de segurança exigido em uma barragem onde as pessoas estão temporariamente em risco depende do número de pessoas, do tempo de exposição, da natureza de sua atividade e de outras condições.

De acordo com os critérios da Tabela 7.12, em função das análises dos dados provenientes da Tabela 4.13 de classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental (PDA) vinculada à população à jusante, a barragem foi classificada em **Muito Alta**. A partir desta classificação, seguindo as premissas determinadas pela CDA (2014), as quais estão apresentadas na Tabela 7.13, o PGA de 0,1585g foi obtido considerando a média entre os valores de PGA encontrados utilizando o modelo [CSF + QF (1)] com períodos de retorno de 2.500 e 10.000 anos.

Tabela 7.13 – Período de Retorno de sismo em função da classe da barragem - CDA (2014).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Classe da Barragem	Probabilidade Anual de Excedência (PAE) – Terremotos (Nota 1)
Baixa	1/1000
Significativo	Entre 1/100 e 1/1.000
Alta	1/2.475 (Nota 2)
Muito Alta	1/2 Entre 1/2.475 (nota 2) e 1/10.000 ou SMP (Nota 3)
Extrema	1/10.000 ou SMP (Nota 3)

Siglas: SMP (Sismo Máximo Provável); PAE (Probabilidade Anual de Excedência).

Nota 1. Valores médios de variação estimada de níveis de PAE para terremotos devem ser utilizados. Os terremotos com o PAE como definido acima então inseridos como contributivos para desenvolver os parâmetros do dimensionamento da aceleração do terreno devido a terremotos (EDGM), conforme descrito na Seção 6.5 das Diretrizes de Segurança de Barragens (Dam Safety Guidelines - CDA 2013).

Nota 2. Este nível foi selecionado de acordo com os níveis de projeto sísmico fornecidos no National Building Code of Canada (Código Nacional de Construção do Canadá).

Nota 3. SMP (Sismo Máximo Provável) está associado ao PAE (Probabilidade Anual de Excedência).

Assim, adotando-se um valor de 0,5 PGA, conforme indicado na publicação “*Rationalizing the Seismic Coefficient Method*” (Hynes-Griffin, M.E. & Franklin, A.G., 1984), tem-se uma aceleração horizontal igual a 0,079g. Os referidos autores também concluíram que enquanto o fator de segurança fosse igual ou superior a 1,0 com um coeficiente sísmico de 0,5 PGA, as eventuais deformações ocorreriam em níveis aceitáveis. Para a componente vertical adota-se um valor correspondente a 60% da componente horizontal, seguindo proporção indicada na publicação Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas (Eletrobrás, 2003), resultando num valor igual a 0,047g que deve ser simulada nos dois sentidos, ou seja, de baixo para cima e de cima para baixo.

No estudo de Hynes-Griffin & Franklin (1984), recomenda-se que nas análises pseudo-estáticas seja realizada a redução em 20% da resistência dos materiais da fundação que apresentarem comportamento não-drenado nos ensaios executados.

Conforme projeto de descaracterização da estrutura, a Barragem B1 - Mina Ipê deverá ser completamente removida nos próximos dois anos. Mantendo-se a probabilidade de excedência do sismo em 2%, referência ao mapa de Assumpção Et al., (2018), a TERRACOTA calculou o período de retorno do sismo relacionado à referida probabilidade, considerando a vida útil da estrutura igual a 2 anos. Foi encontrado período de retorno equivalente a um TR de 100 anos.

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{t}\right)^n$$

Em que:

- P é a probabilidade de excedência do sismo;



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

- t é o período de retorno;
- n é o tempo de vida útil da estrutura.

Além do critério da CDA e fazendo-se uma análise quanto ao aspecto de vida útil restante da estrutura, a TERRACOTA utilizará também nas análises de estabilidade o sismo correspondente ao TR de 1.000 anos (mais conservador que o calculado), que resulta numa probabilidade de excedência de apenas 0,2%. Desta forma, adotando-se um valor de 0,5 PGA sobre o valor obtido da Tabela 7.11, tem-se uma aceleração horizontal igual a 0,048g e uma componente vertical igual a 0,029g.

7.1.5.3 Definição da Condição da Superfície Freática

Para a definição da condição da superfície freática utilizada na análise de estabilidade, foram considerados os instrumentos instalados no maciço e na fundação da Barragem B1 - Mina Ipê, ao longo das três seções de controle existentes na estrutura.

A Tabela 7.14, Tabela 7.15 e Tabela 7.16 apresentam as leituras da instrumentação e os valores adotados nas análises de estabilidade para cálculo do fator de segurança, referentes ao trimestre, contemplando os meses de abril, maio e junho.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.14 – Instrumentação – Valores lidos (30/04/2026) e valores adotados.

Seção	Instrumento	Cota de Fundo (m)	Elevação Lida (m)	Elevação Adotada (m)
A-A'	PZ-02 ⁽²⁾	1022,79	1022,23	1022,14
	INA-02	1031,64	Seco	1022,14
	INA-06	1021,78	1021,99	1022,14
	INA-01	1031,90	Seco	1022,14
	PZ-09 ⁽¹⁾	1017,02	1022,14	1022,14
	PZ-10	1025,47	Seco	1022,14
	INA-03	1029,46	Seco	1014,94
	INA-03A	1015,09	1016,00	1014,94
	PZ-12 ⁽¹⁾	1010,87	1013,92	1013,92
	PZ-13	1024,15	1025,94	1013,92
B-B'	INA-09	1006,41	1017,10	1017,10
	PZ-20 ⁽²⁾	1006,06	1015,30	1017,10
	PZ-01 ⁽¹⁾	999,45	1016,49	1017,10
	INA-04	1033,25	Seco	1017,10
	INA-05	1022,17	Seco	1011,19
	PZ-05 ⁽²⁾	991,86	1009,68	1011,19
	PZ-06	998,06	1011,19	1011,19
	INA-11	1000,00	1006,54	1008,64
	PZ-11 ⁽²⁾	982,30	1008,64	1008,64
	PZ-14	989,66	1007,23	1008,64
	INA-13	992,35	1005,23	1005,23
	PZ-19 ⁽²⁾	993,08	1005,03	1005,03
	INA-14	990,01	1004,91	1004,91
C-C'	INA-10	1022,06	Seco	1022,06
	INA-12	1011,45	Seco	1011,45
	PZ-15 ⁽¹⁾	1009,29	1008,52	1008,99
	INA-07	982,66	1008,31	1008,31

1 – Instrumento automatizado selado;

2 – Instrumento automatizado não selado;

3 – Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;

4 – Leitura abaixo da cota de fundo, considerado seco;

5 – Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes, adotada última leitura considerada válida – Seco (28/01/2026).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.15 - Instrumentação – Valores lidos (31/05/2026) e valores adotados.

Seção	Instrumento	Cota de Fundo (m)	Elevação Lida (m)	Elevação Adotada (m)
A-A'	PZ-02 ⁽²⁾	1022,79	1022,08	1022,34
	INA-02	1031,64	Seco	1022,34
	INA-06	1021,78	1022,34	1022,34
	INA-01	1031,90	Seco	1021,83
	PZ-09 ⁽¹⁾	1017,02	1021,83	1021,83
	PZ-10	1025,47	Seco	1021,83
	INA-03	1029,46	Seco	1014,63
	INA-03A	1015,09	Seco	1014,63
	PZ-12 ⁽¹⁾	1010,87	1013,61	1013,61
	PZ-13	1024,15	1025,62	1013,61
B-B'	INA-09	1006,41	1016,55	1016,55
	PZ-20 ⁽²⁾	1006,06	1015,07	1016,55
	PZ-01 ⁽¹⁾	999,45	1016,03	1016,55
	INA-04	1033,25	Seco	1016,55
	INA-05	1022,17	Seco	1010,68
	PZ-05 ⁽²⁾	991,86	1009,15	1010,68
	PZ-06	998,06	1010,68	1010,68
	INA-11	1000,00	1005,94	1008,11
	PZ-11 ⁽²⁾	982,30	1008,11	1008,11
	PZ-14	989,66	1006,62	1008,11
	INA-13	992,35	1004,59	1004,59
	PZ-19 ⁽²⁾	993,08	1004,58	1004,58
	INA-14	990,01	1004,40	1004,40
C-C'	INA-10	1022,06	Seco	1022,06
	INA-12	1011,45	Seco	1011,45
	PZ-15 ⁽¹⁾	1009,29	1008,57	1008,53
	INA-07	982,66	1007,73	1007,73

1 – Instrumento automatizado selado;

2 – Instrumento automatizado não selado;

3 – Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;

4 – Leitura abaixo da cota de fundo, considerado seco;

5 – Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes, adotada última leitura considerada válida – Seco (28/01/2026).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.16 - Instrumentação – Valores lidos (28/06/2026) e valores adotados.

Seção	Instrumento	Cota de Fundo (m)	Elevação Lida (m)	Elevação Adotada (m)
A-A'	PZ-02 ⁽²⁾	1022,79	1021.77 ⁽⁴⁾	1022.09 ⁽³⁾
	INA-02	1031,64	Seco	1022.09 ⁽³⁾
	INA-06	1021,78	1022,09	1022,09
	INA-01	1031,90	Seco	1021.57 ⁽³⁾
	PZ-09 ⁽¹⁾	1017,02	1021,57	1021,57
	PZ-10	1025,47	Seco	1021.57 ⁽³⁾
	INA-03	1029,46	Seco	1014.26 ⁽³⁾
	INA-03A	1015,09	Seco	1014.26 ⁽³⁾
	PZ-12 ⁽¹⁾	1010,87	1013,23	1013,23
	PZ-13	1024,15	1025.31 ⁽⁵⁾	1013.23 ⁽³⁾
B-B'	INA-09	1006,41	1016,33	1016,33
	PZ-20 ⁽²⁾	1006,06	1014,91	1016.33 ⁽³⁾
	PZ-01 ⁽¹⁾	999,45	1015,70	1016.33 ⁽³⁾
	INA-04	1033,25	Seco	1016.33 ⁽³⁾
	INA-05	1022,17	Seco	1010.26 ⁽³⁾
	PZ-05 ⁽²⁾	991,86	1008,75	1010.26 ⁽³⁾
	PZ-06	998,06	1010,26	1010,26
	INA-11	1000,00	1005,39	1007.72 ⁽³⁾
	PZ-11 ⁽²⁾	982,30	1007,72	1007,72
	PZ-14	989,66	1006,10	1007.72 ⁽³⁾
	INA-13	992,35	1004,11	1004.14 ⁽³⁾
	PZ-19 ⁽²⁾	993,08	1004,14	1004,14
	INA-14	990,01	1003,93	1003,93
	INA-10	1022,06	Seco	1022,06
C-C'	INA-12	1011,45	Seco	1011,45
	PZ-15 ⁽¹⁾	1009,29	1008.59 ⁽⁴⁾	1008.59 ⁽³⁾
	INA-07	982,66	1007,30	1007,30

1 – Instrumento automatizado selado;

2 – Instrumento automatizado não selado;

3 – Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;

4 – Leitura abaixo da cota de fundo, considerado seco;

5 – Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes, adotada última leitura considerada válida – Seco (28/01/2026).

7.1.5.4 Parâmetros de Resistência

Os parâmetros geotécnicos adotados nas análises de estabilidade para definição dos níveis de controle foram aqueles consolidados e apresentados no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.537, relativo ao relatório de consolidação de dados da Barragem B1 – Mina Ipê, elaborado pela Terracota Geotecnia. No referido documento foram utilizados dados de ensaios de laboratório, ensaios CPTu e sondagens SPT para determinação da resistência drenada e não drenada dos materiais presentes nas seções de análise.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

A exceção à regra é o parâmetro de resistência dos blocos de gnaiss utilizados na berma de reforço, que foram modelados a partir da envoltória inferior de LEPS (1973), que se trata de uma referência bibliográfica específica para modelagem do comportamento de blocos.

Os parâmetros de resistência não drenada de pico e liquefeita do rejeito do reservatório e do rejeito antigo da fundação foram definidos a partir dos ensaios CPTu executados nos materiais. Os rejeitos foram modelados com resistência não drenada quando abaixo da linha freática adotada nas análises de estabilidade.

Na Tabela 7.17 apresentam-se os parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.17 – Parâmetros geotécnicos dos materiais da barragem e fundação.

Material	Cor	γ (kN/m³)	Parâmetros de Resistência						Referência
			Parâmetros Efetivos		Razão de resistência não drenada $S_u/\sigma'v$ (kPa)	Parâmetros Totais			
						Obtidos		Adotados ⁽¹⁾	
			c' (kPa)	ϕ' (°)		c (kPa)	ϕ (°)	c (kPa)	
Drenado			0,0	30,0	-	-	-	-	Correlação com N_{SPT}
Rejeito Reservatório		25,0	-	-	0,23	-	-	-	Interpretação de ensaios de Plezocone
			-	-	0,10	-	-	-	
Drenado			0,0	35,0	-	-	-	-	Correlação com N_{SPT}
Rejeito Antigo		26,5	-	-	0,27	-	-	-	Interpretação de ensaios de Plezocone
			-	-	0,06	-	-	-	
Maciço		27,5	7,0	40,0	-	-	-	-	Ensaio de compressão triaxial de laboratório
		26,5	0,0	40,0	-	-	-	-	
Solo Residual de Filito		19	18,0	36,0	-	39,5	34,4	31,6	27,5
Saprolito de Filito		20	20,0	45,0	-	-	-	-	Correlação com N_{SPT}
Quartzito Nova Lima		20	400,0	35,0	-	-	-	-	
Filito São		20	Resistência Infinita			-	-	-	Estimativa bibliografia/ projetistas
Blocos Lançados		20	Envoltória Leps Inferior			-	-	-	
Enrocamento		22	Envoltória Leps Inferior			-	-	-	

(1) Para as análises não drenadas com carregamento pseudo-estático serão utilizados os parâmetros totais reduzidos de 20% conforme recomenda Hynes-Griffin & Franklin (1984).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

7.1.5.5 Resultados

O resumo das análises de estabilidade elaboradas para o RISR de março/26, são apresentados na Tabela 7.18 e na Tabela 7.19 referentes aos meses de abril, maio e junho, destacando-se as superfícies de ruptura global e local que apresentaram os menores fatores de segurança.

Na seção A-A' não há rejeito localizado abaixo da linha freática, não sendo aplicável a utilização de parâmetros não drenados.

Tabela 7.18 – Resultado das análises de estabilidade RISR – Março/2026.

Seção	Data de Referência da Freática	Condição de Carregamento	Parâmetro de Resistência dos Rejeitos	F.S. Recomendado	F.S. Obtido no Trimestre		
					Spencer	M-P	Sarma
A-A'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,95	1,95	1,96
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,95	1,95	1,96
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeita	1,10	1,95	1,95	1,96
		Não drenado pseudo-estático $a_h = 0,079g$ $a_v = 0,047g$	Resistência não drenada de pico	$1,1^{(1)} 1,0^{(2)}$	1,61 (sismo ↑)	1,61 (sismo ↑)	1,61 (sismo ↑)
					1,63 (sismo ↑)	1,63 (sismo ↑)	1,63 (sismo ↑)
B-B'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,00	1,98	2,00
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,56	1,54	1,56
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeita	1,10	0,59	0,58	0,60
		Não drenado pseudo-estático $a_h = 0,079g$ $a_v = 0,047g$	Resistência não drenada de pico	$1,1^{(1)} 1,0^{(2)}$	1,17 (sismo ↑)	1,16 (sismo ↑)	1,18 (sismo ↑)
					1,12 (sismo ↑)	1,11 (sismo ↑)	1,13 (sismo ↑)
C-C'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,02	2,01	2,02
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	2,02	2,01	2,02
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeita	1,10	1,23	1,22	1,23
		Não drenado pseudo-estático $a_h = 0,079g$ $a_v = 0,047g$	Resistência não drenada de pico	$1,1^{(1)} 1,0^{(2)}$	1,63 (sismo ↑)	1,62 (sismo ↑)	1,63 (sismo ↑)
					1,58 (sismo ↑)	1,59 (sismo ↑)	1,59 (sismo ↑)

(1) Fator de segurança mínimo recomendado pela NBR 13.028/2025;

(2) Fator de segurança mínimo recomendado pelo CDA/2014.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 7.19 - Resultado Análise de Estabilidade do Trimestre.

Seção	Mês	Data	Condição de Carregamento	Parâmetro	F.S. Recom.	F.S. Obtido
A-A'	ABRIL	30/04/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,95
B-B'		30/04/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,99
B-B'		30/04/2026	Não Drenado	Não drenado de pico	1,3	1,51
B-B'		30/04/2026	Não Drenado	Não drenado liquefeito	1,1	0,54
C-C'		30/04/2026	Drenado	Efetivo	1,5	2,01
C-C'		30/04/2026	Não Drenado	Não drenado de pico	1,3	2,01
C-C'		30/04/2026	Não Drenado	Não drenado liquefeito	1,1	1,23
A-A'		31/05/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,95
B-B'	MAIO	31/05/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,99
B-B'		31/05/2026	Não drenado	Não drenado de pico	1,3	1,54
B-B'		31/05/2026	Não drenado	Não drenado liquefeito	1,1	0,56
C-C'		31/05/2026	Drenado	Efetivo	1,5	2,01
C-C'		31/05/2026	Não drenado	Não drenado de pico	1,3	2,01
C-C'		31/05/2026	Não drenado	Não drenado liquefeito	1,1	1,23
A-A'		28/06/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,95
B-B'		28/06/2026	Drenado	Efetivo	1,5	1,99
B-B'	JUNHO	28/06/2026	Não Drenado	Não drenado de pico	1,3	1,55
B-B'		28/06/2026	Não Drenado	Não drenado liquefeito	1,1	0,57
C-C'		28/06/2026	Drenado	Efetivo	1,5	2,01
C-C'		28/06/2026	Não Drenado	Não drenado de pico	1,3	2,01
C-C'		28/06/2026	Não Drenado	Não drenado liquefeito	1,1	1,22

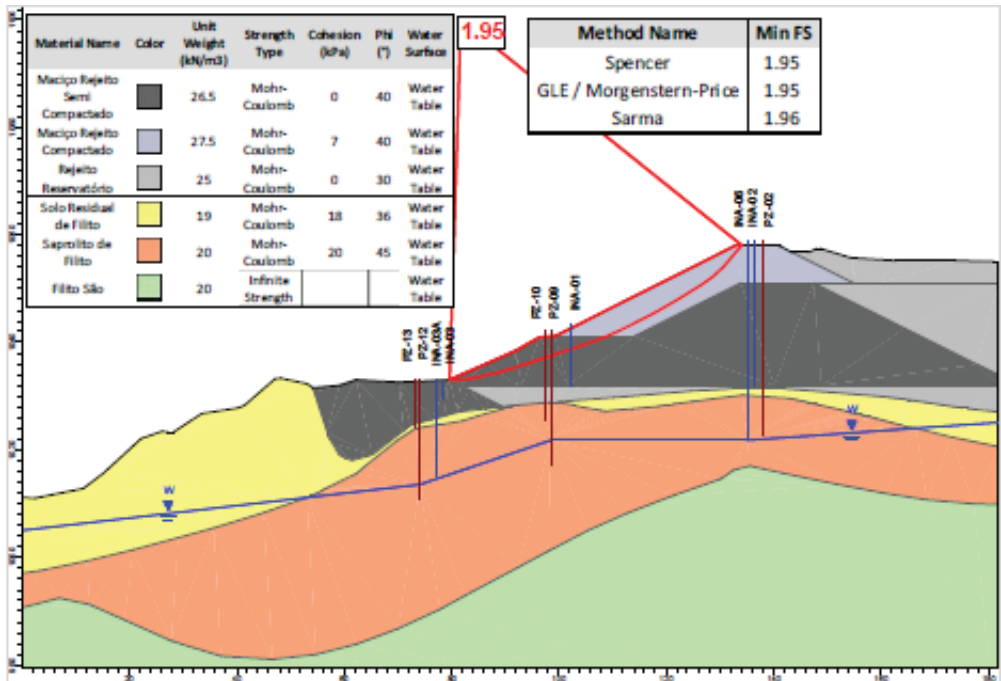


Figura 7.42 – Seção A-A’ – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026. RISR – Março/2026.

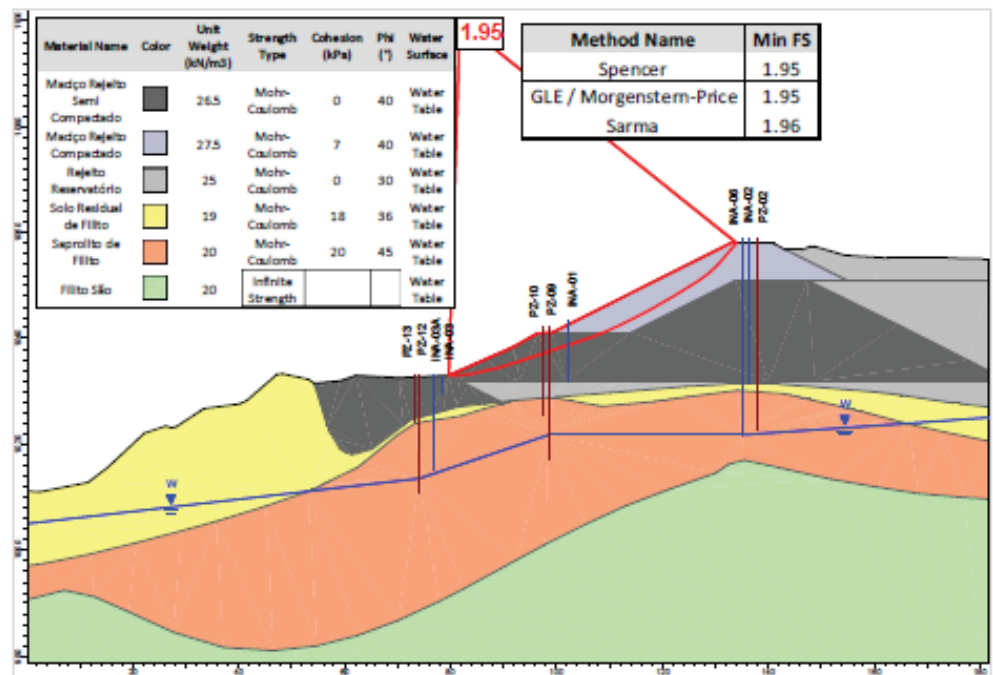


Figura 7.43 – Seção A-A’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico. RISR – Março/2026.

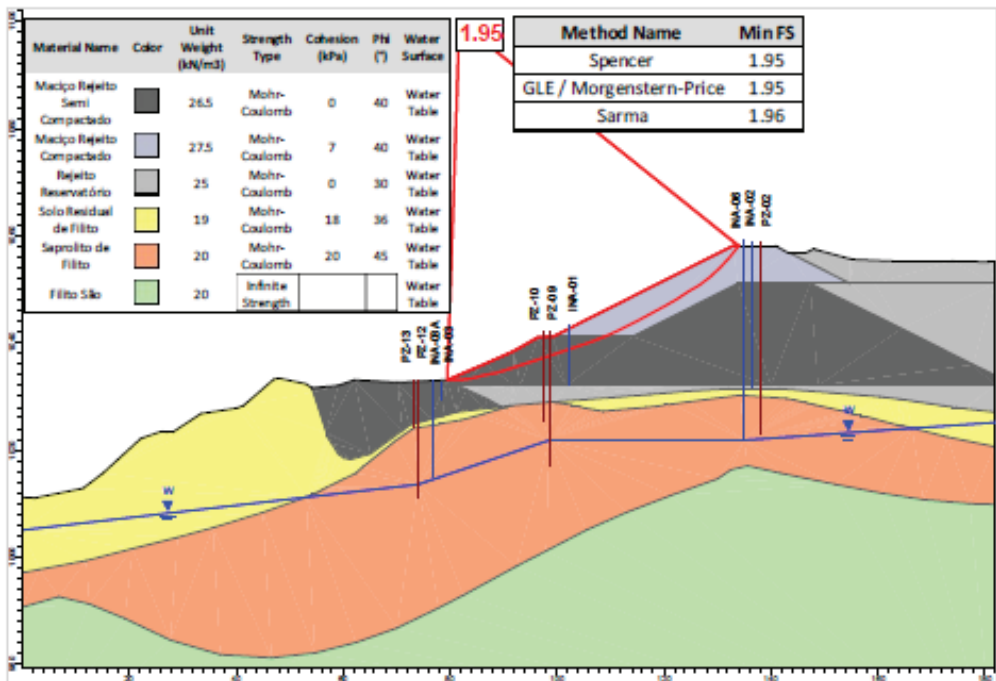


Figura 7.44 – Seção A-A’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada liquefeita. RISR – Março/2026.

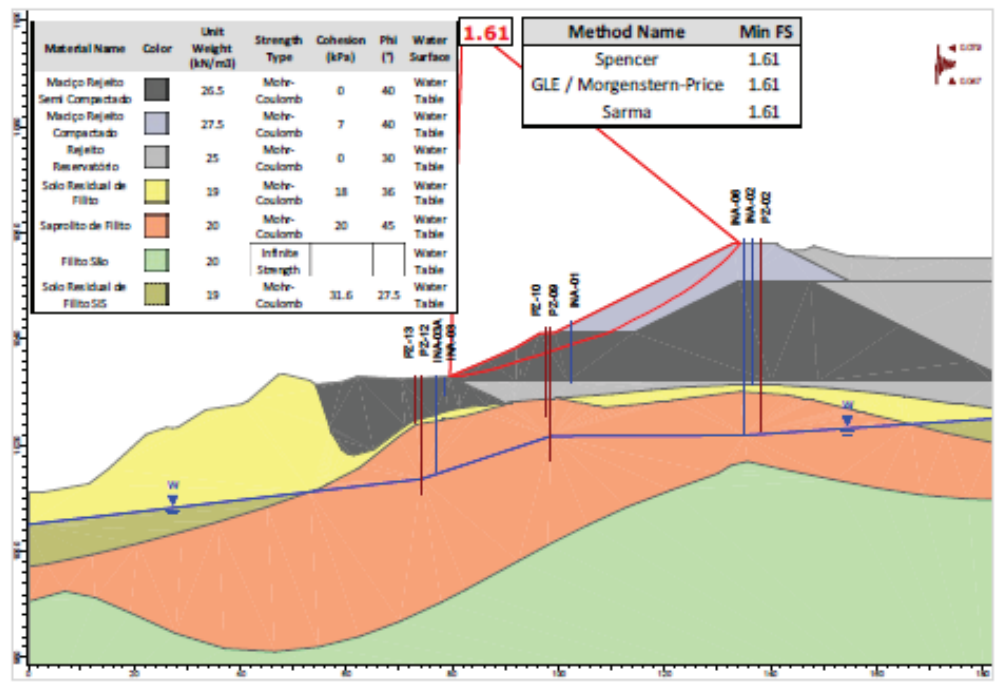


Figura 7.45 – Seção A-A’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑. RISR – Março/2026.

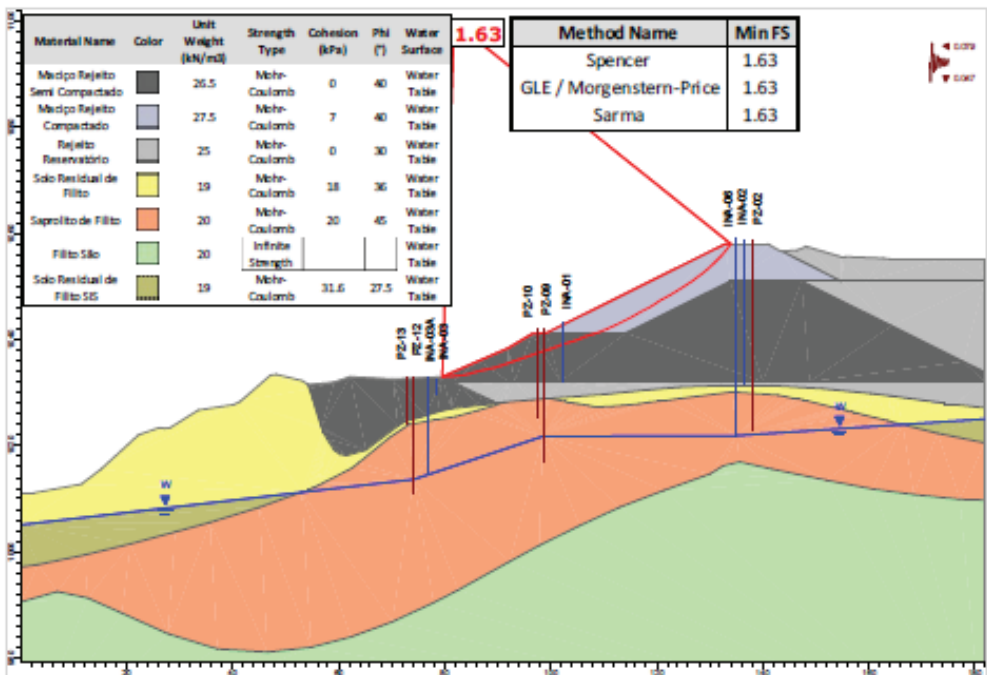


Figura 7.46 – Seção A-A’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓. RISR – Março/2026.

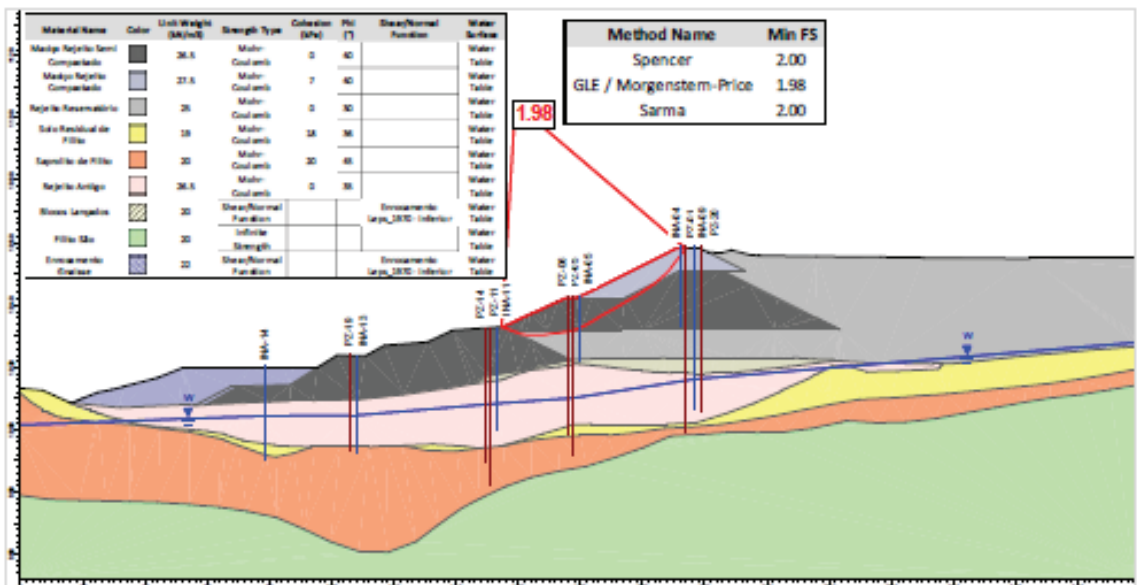


Figura 7.47 – Seção B-B’ – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026. RISR – Março/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

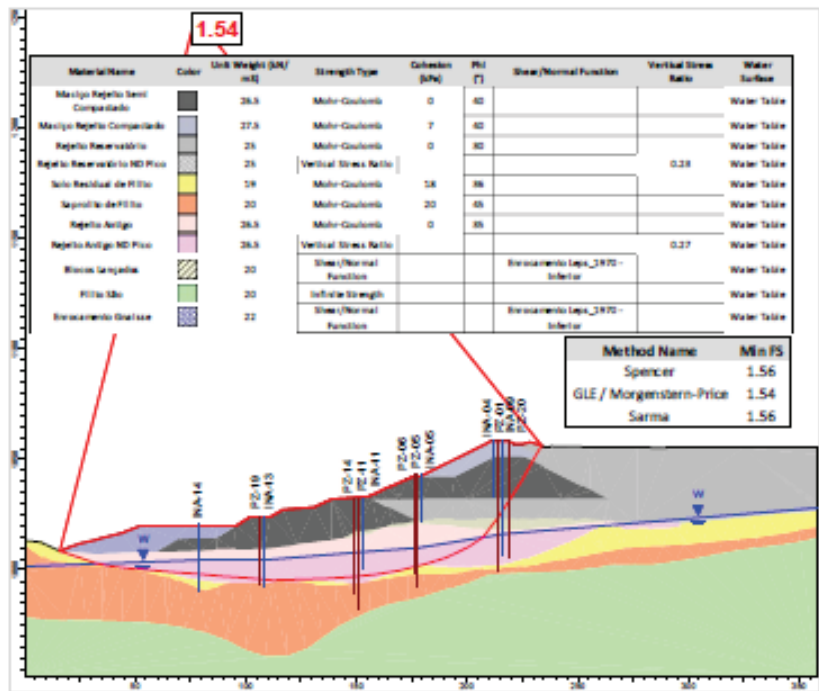


Figura 7.48 – Seção B-B’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico. RISR – Março/2026.

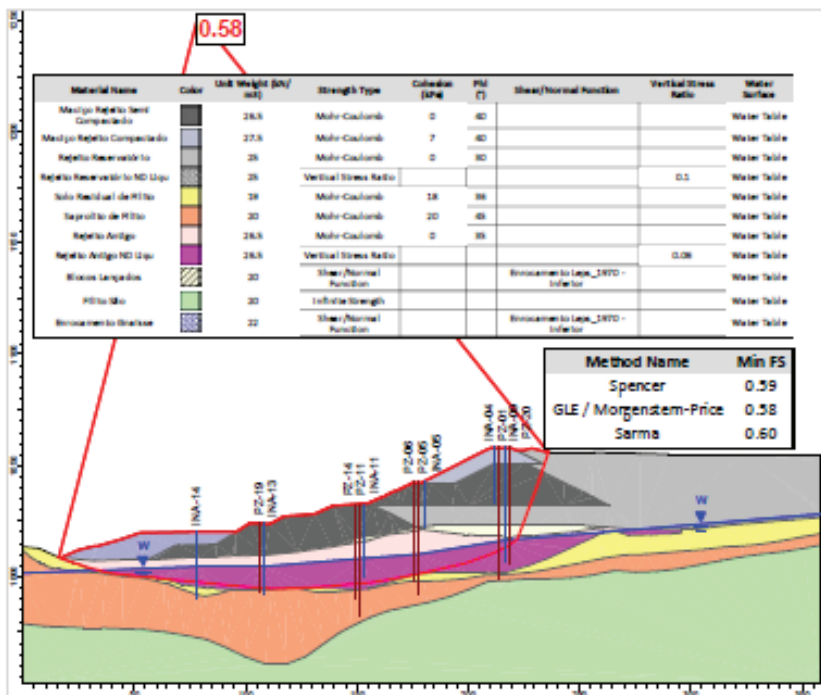


Figura 7.49 – Seção B-B’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada liquefeito. RISR – Março/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

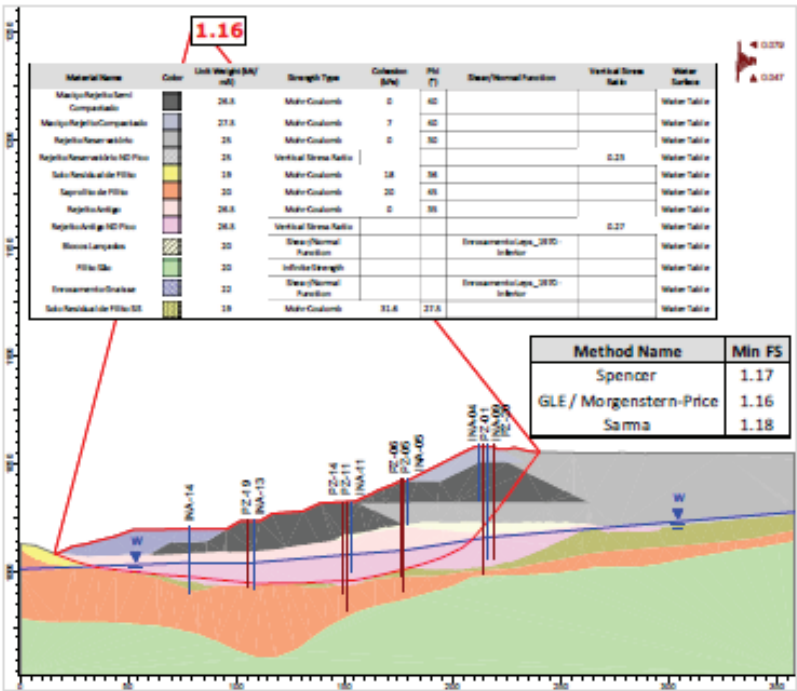


Figura 7.50 – Seção B-B’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026– Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑. RISR – Março/2026.

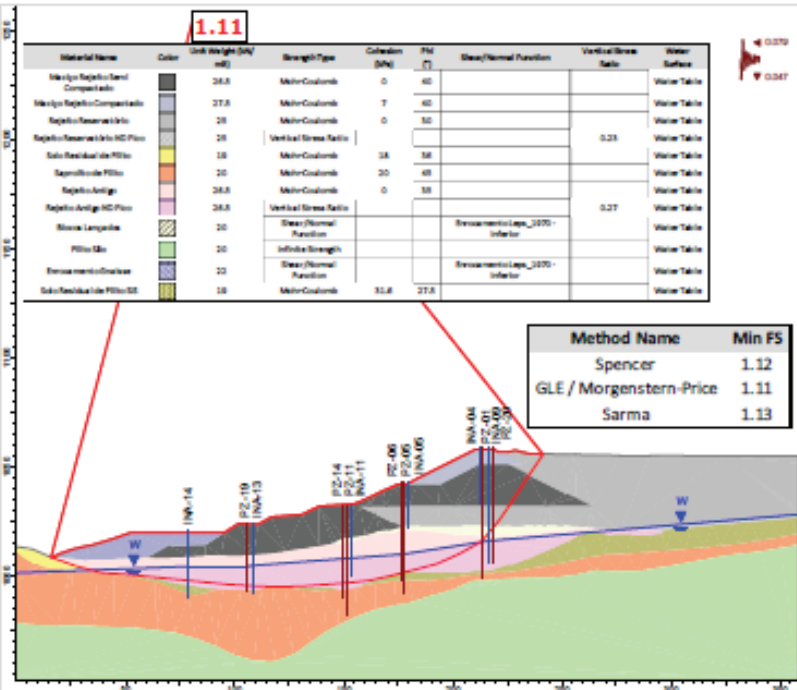


Figura 7.51 – Seção B-B’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓. RISR – Março/2026.

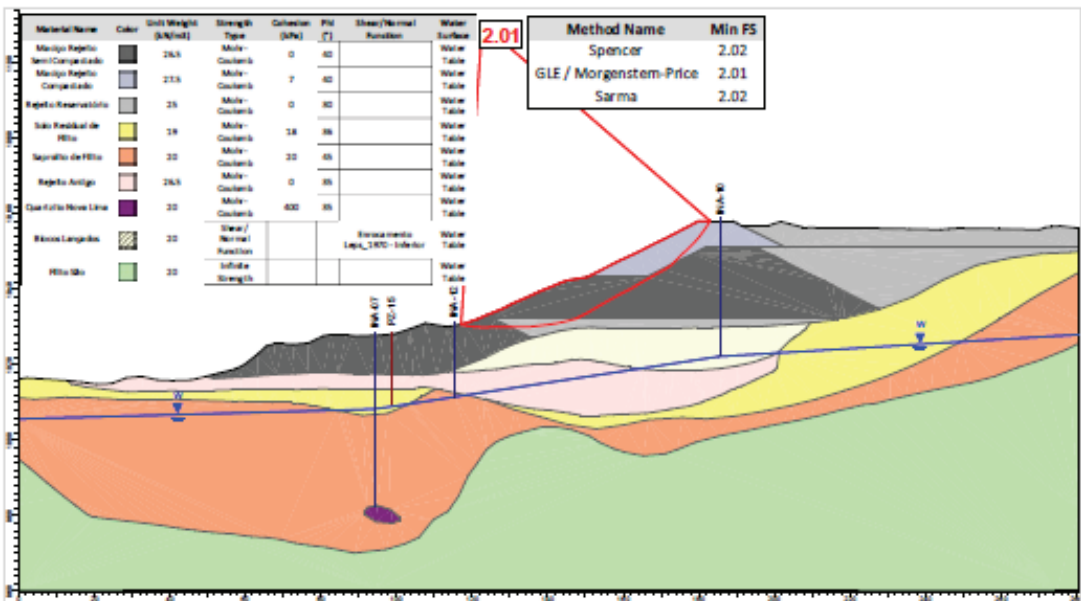


Figura 7.52 – Seção C-C’ – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026. RISR – Março/2026.

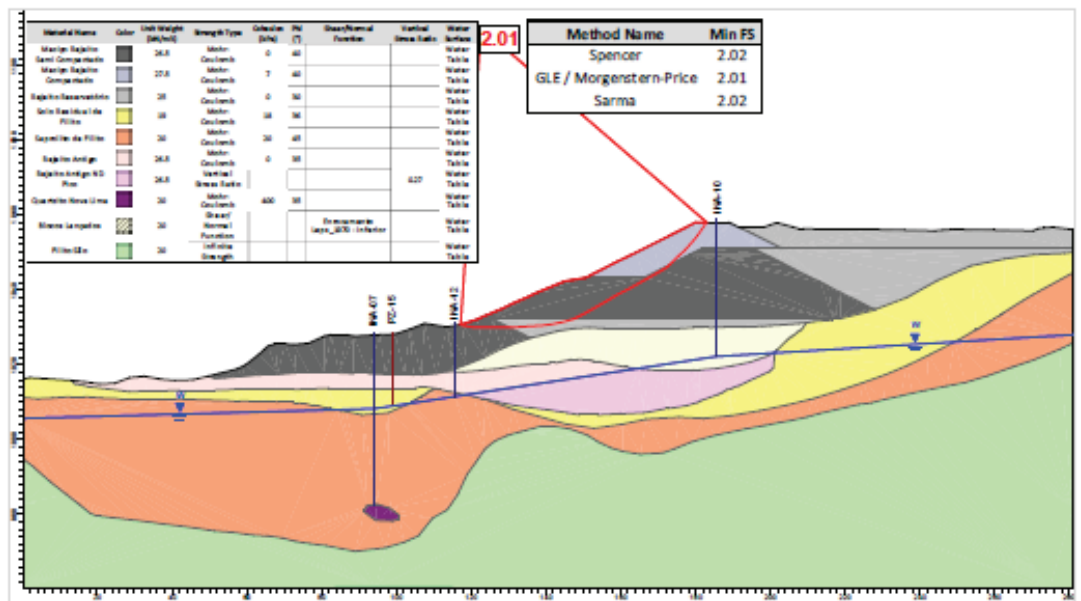


Figura 7.53 – Seção C-C’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico. RISR – Março/2026.

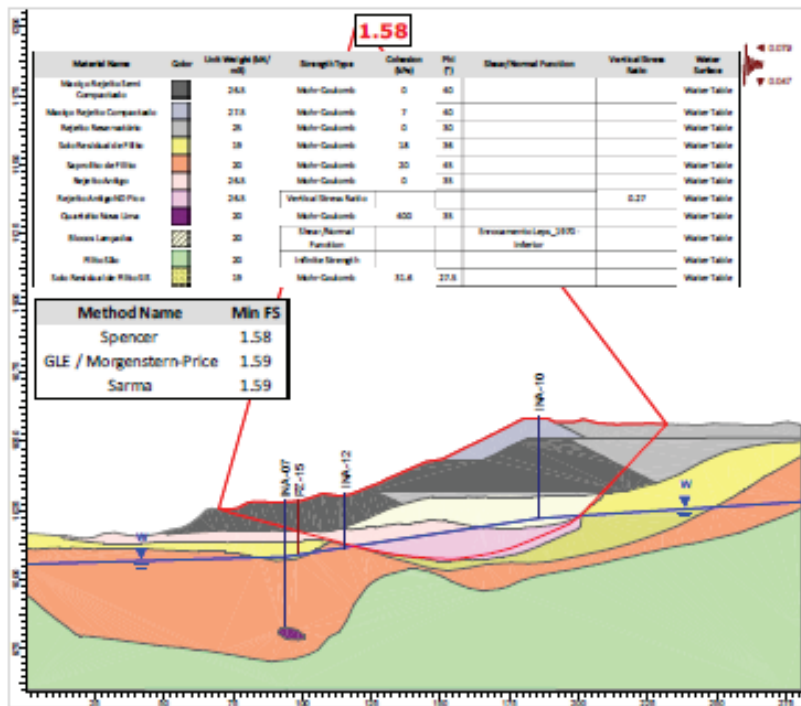


Figura 7.56 – Seção C-C’ – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 25/02/2026 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓. RISR – Março/2026.

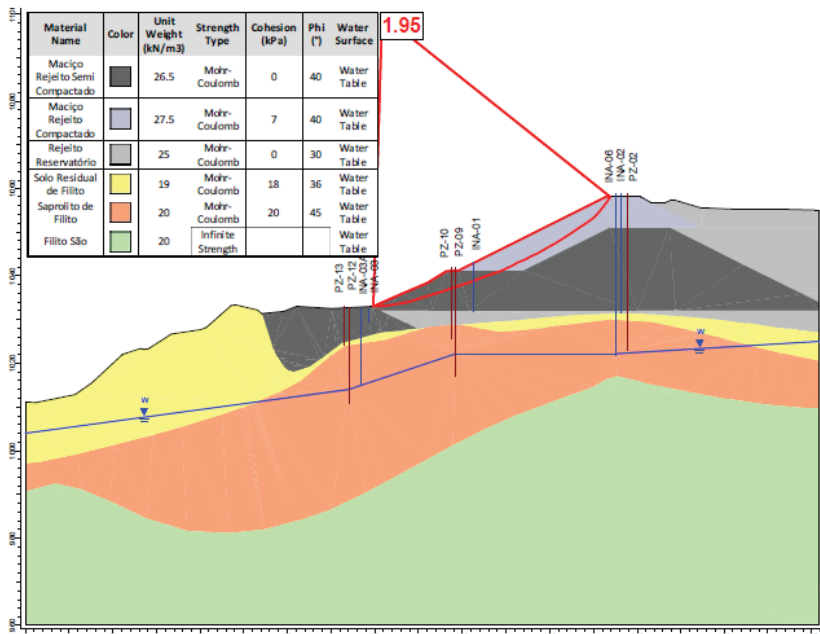


Figura 7.57 - Seção A-A’ – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026). – Abril/2026.

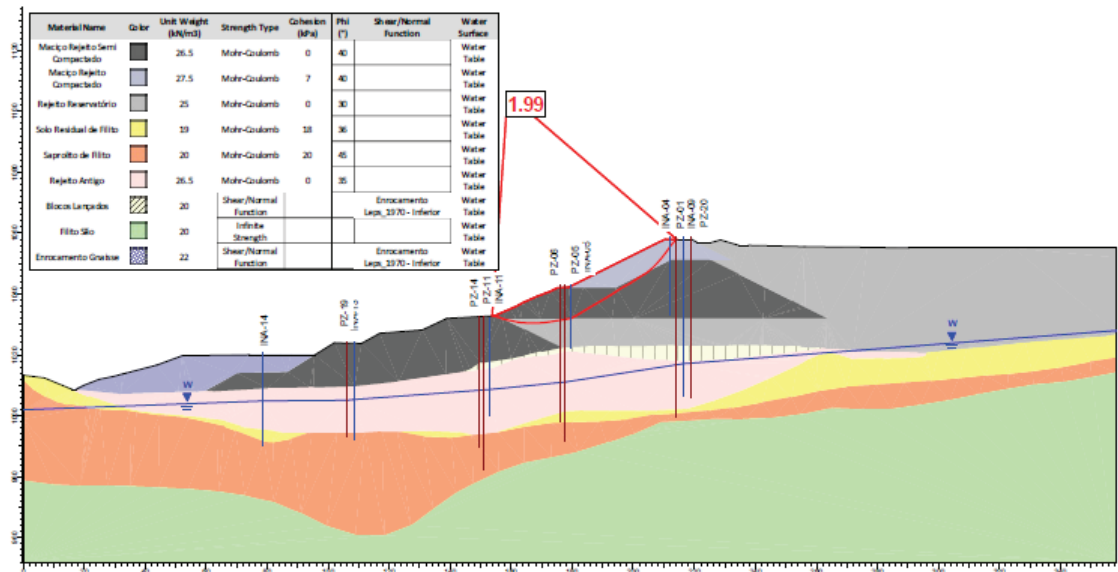


Figura 7.58 - Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026). Abril/2026.

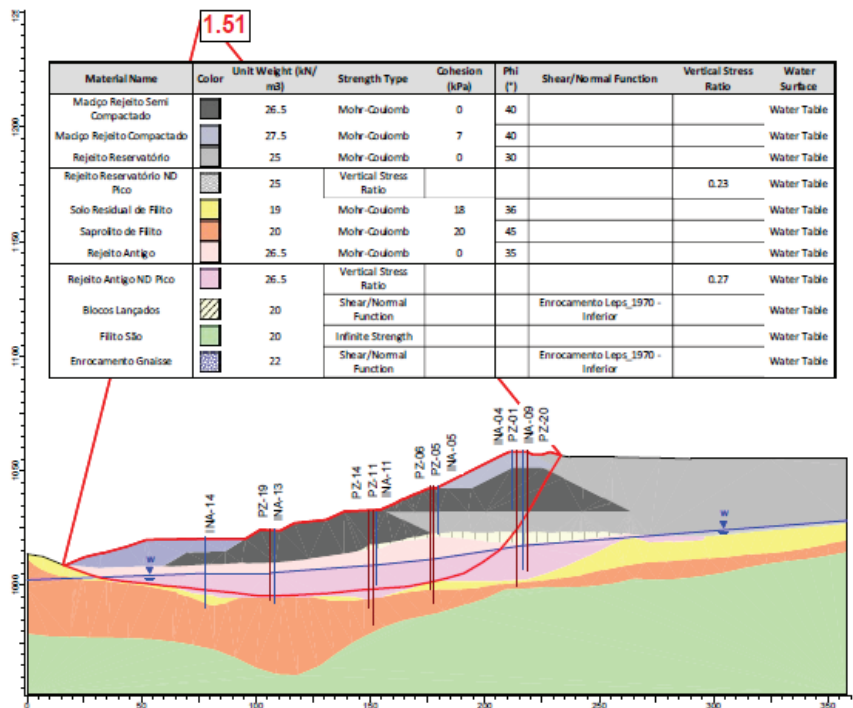


Figura 7.59 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Abril/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

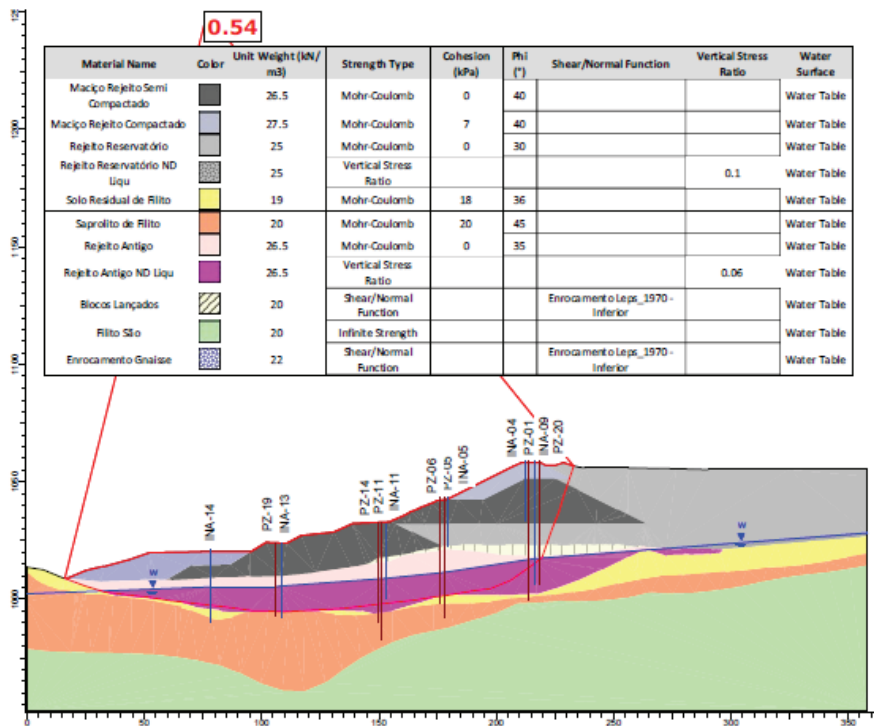


Figura 7.60 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Abril/2026.

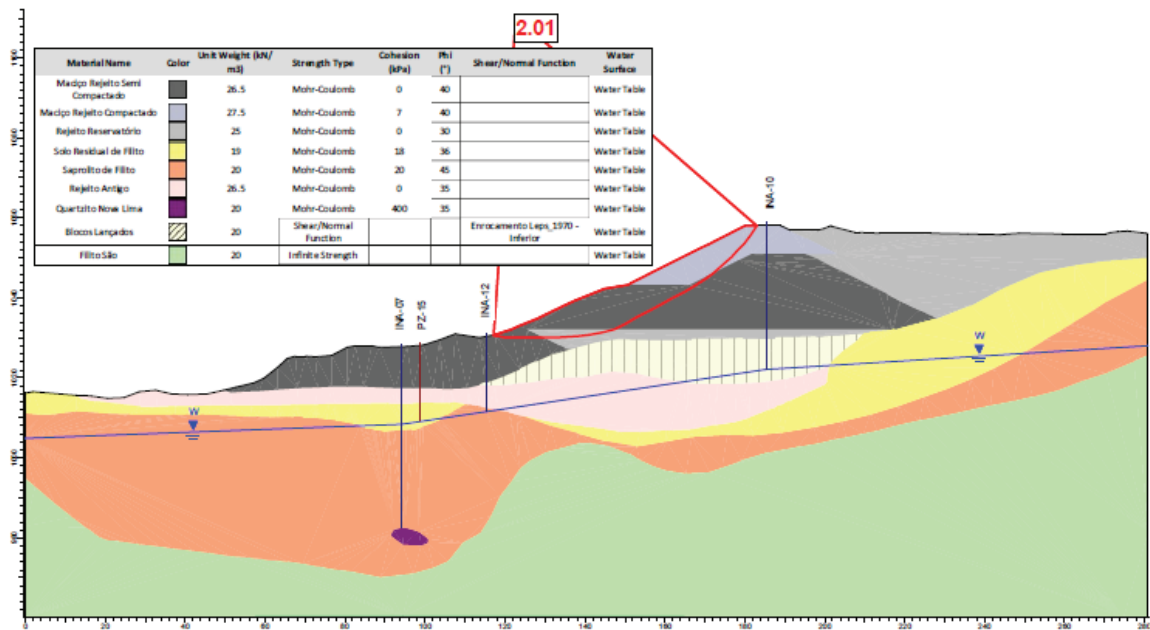


Figura 7.61 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026). Abril/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

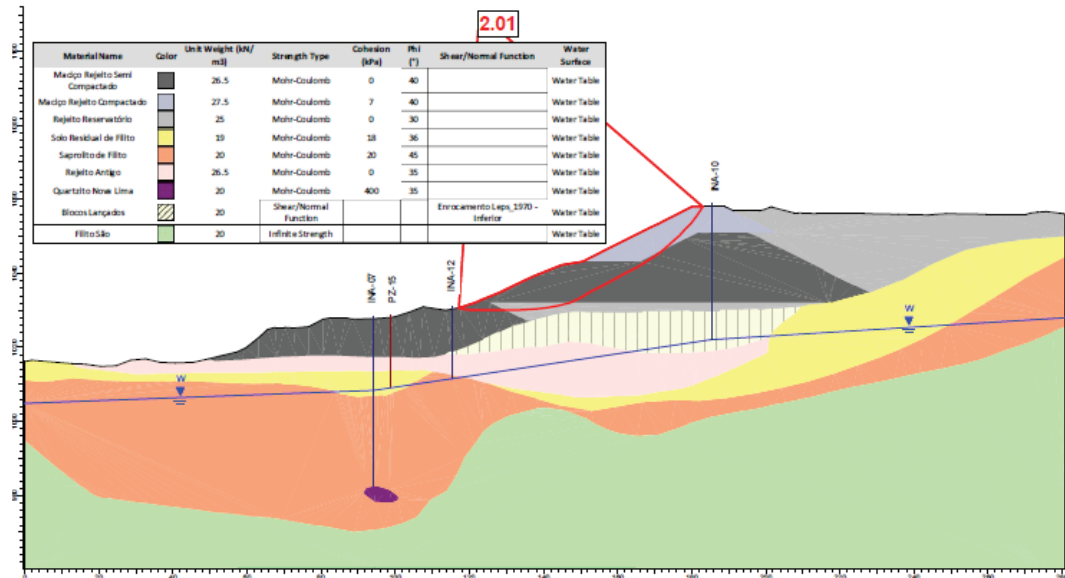


Figura 7.62 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Abril/2026.

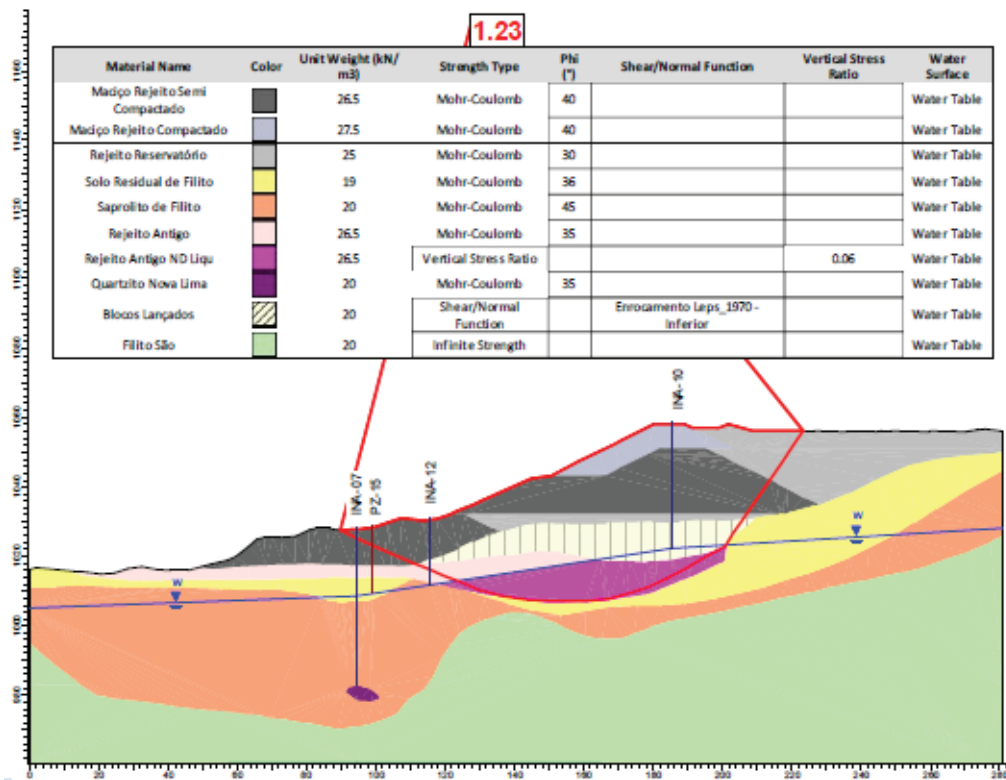


Figura 7.63 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (30/04/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Abril/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

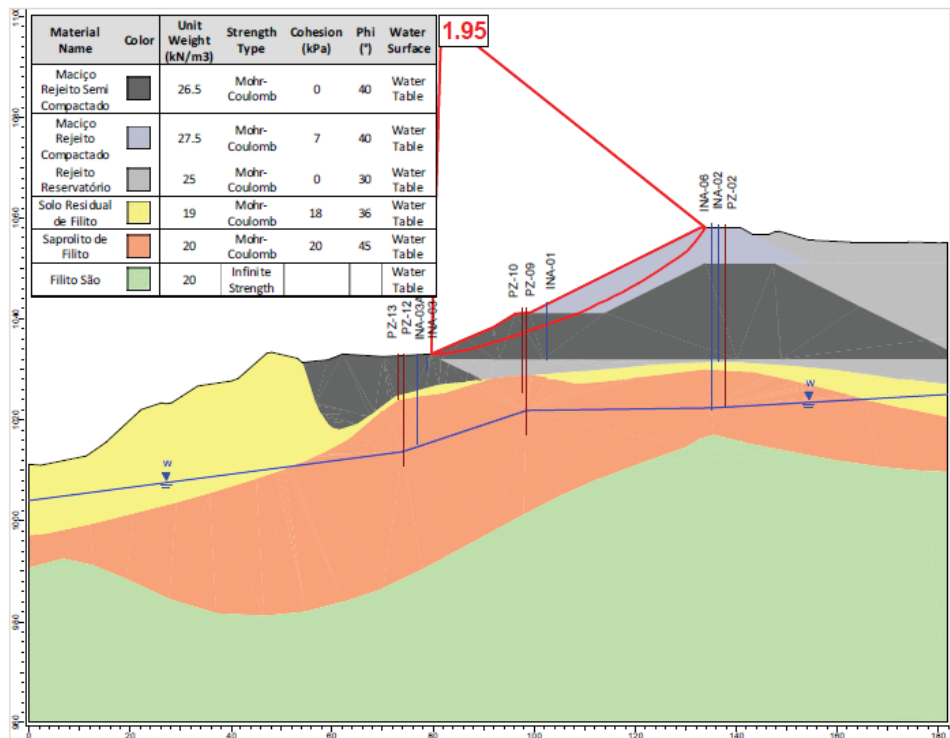


Figura 7.64 - Seção A-A' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026). Maio/2026.

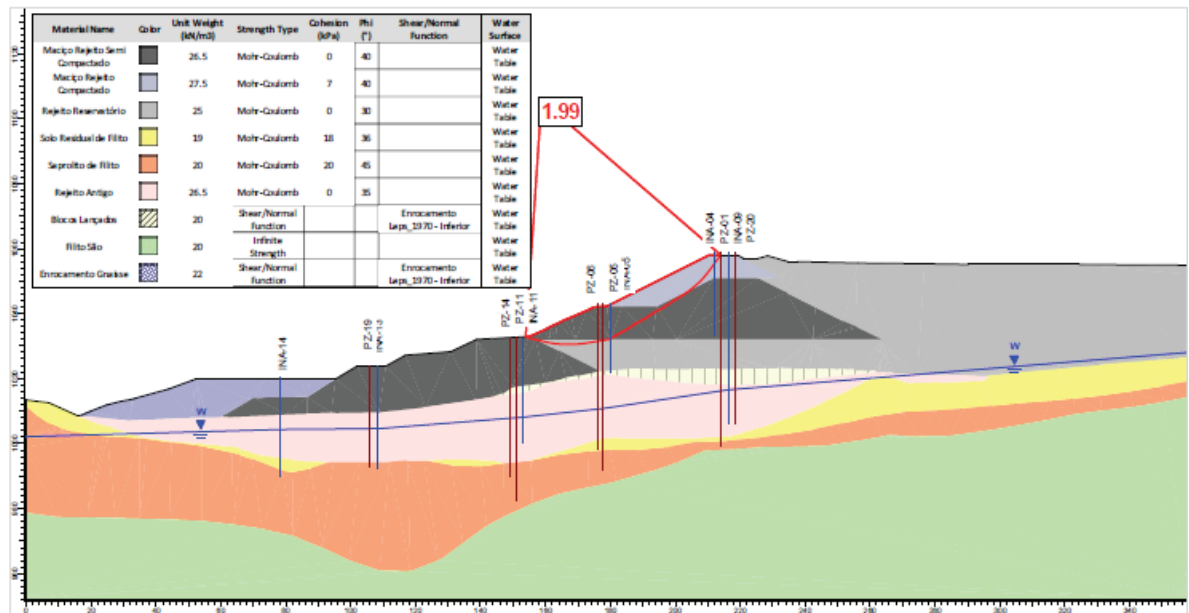


Figura 7.65 - Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026). Maio/2026.

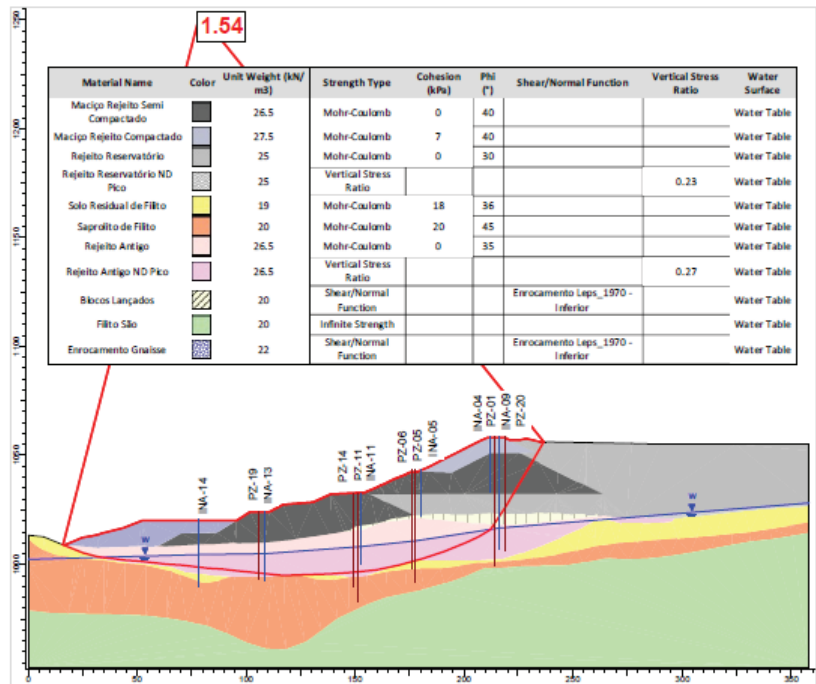


Figura 7.66 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Maio/2026.

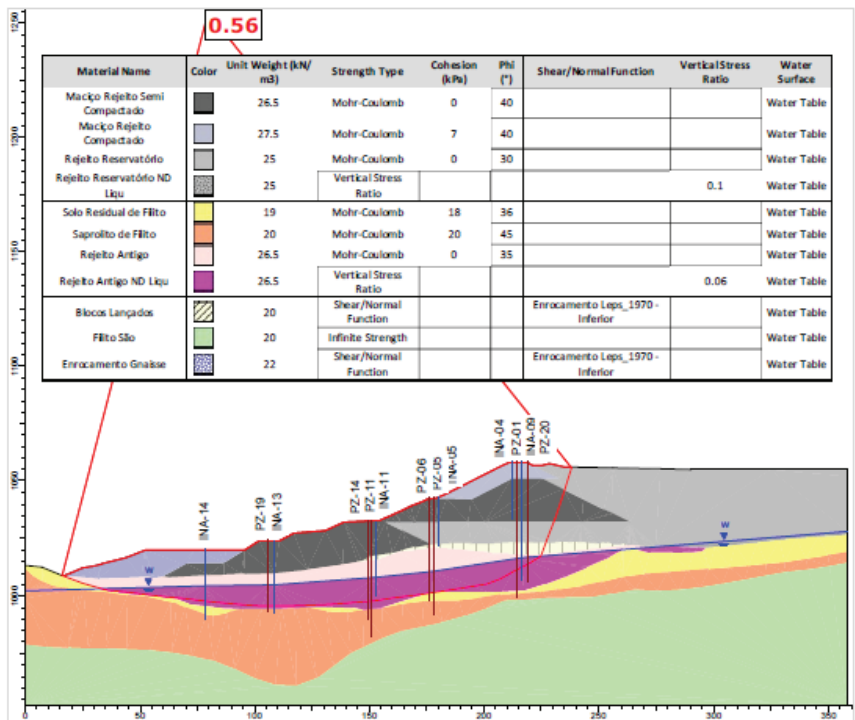


Figura 7.67 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Maio/2026.

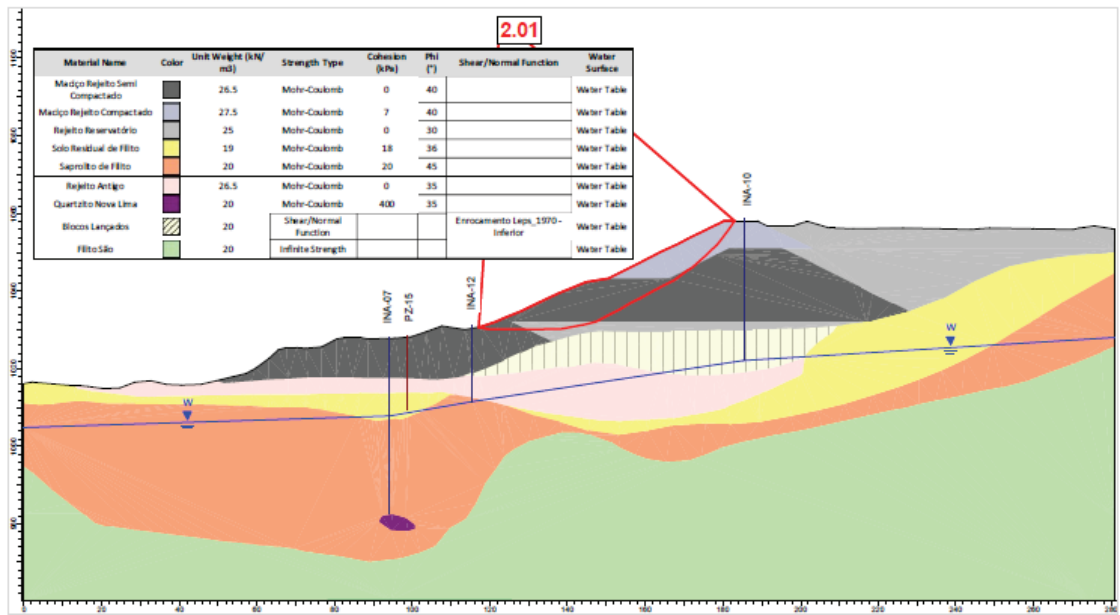


Figura 7.68 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026). Maio/2026.

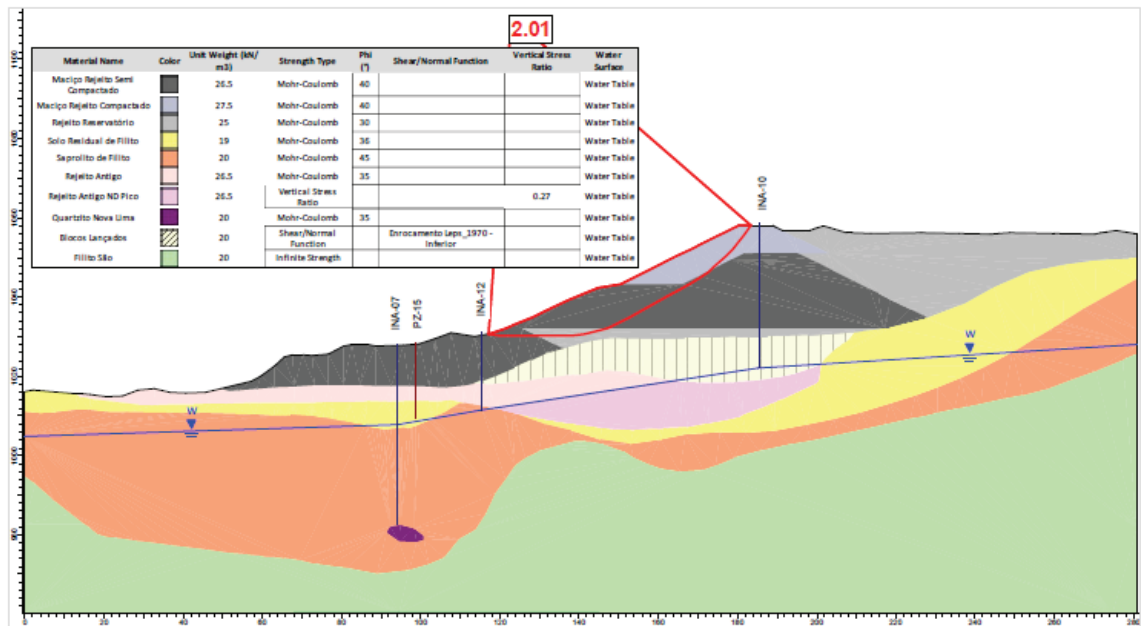


Figura 7.69 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Maio/2026.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

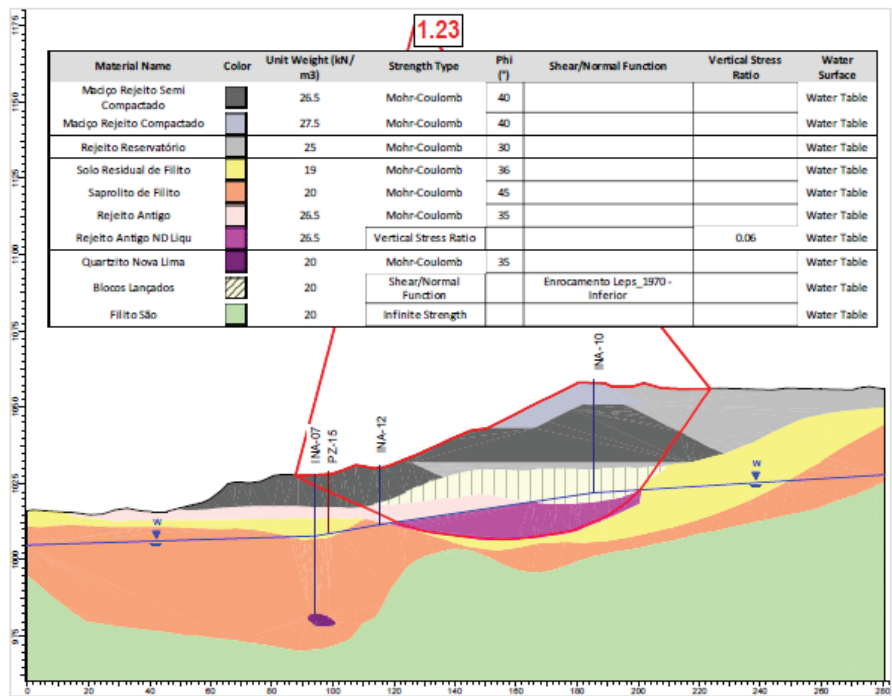


Figura 7.70 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (31/05/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Maio/2026.

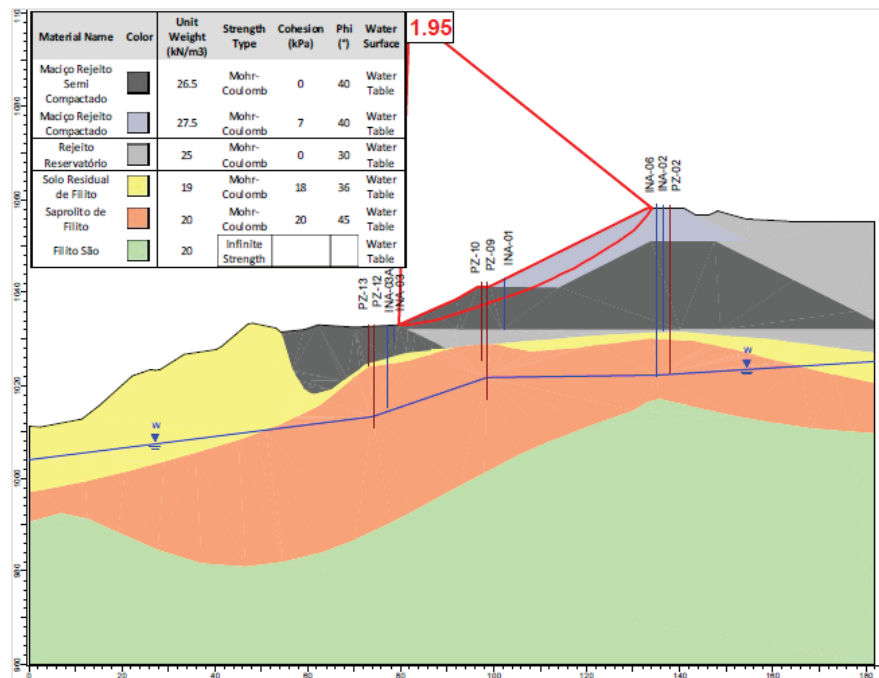


Figura 7.71 - Seção A-A' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026). Junho/2026.

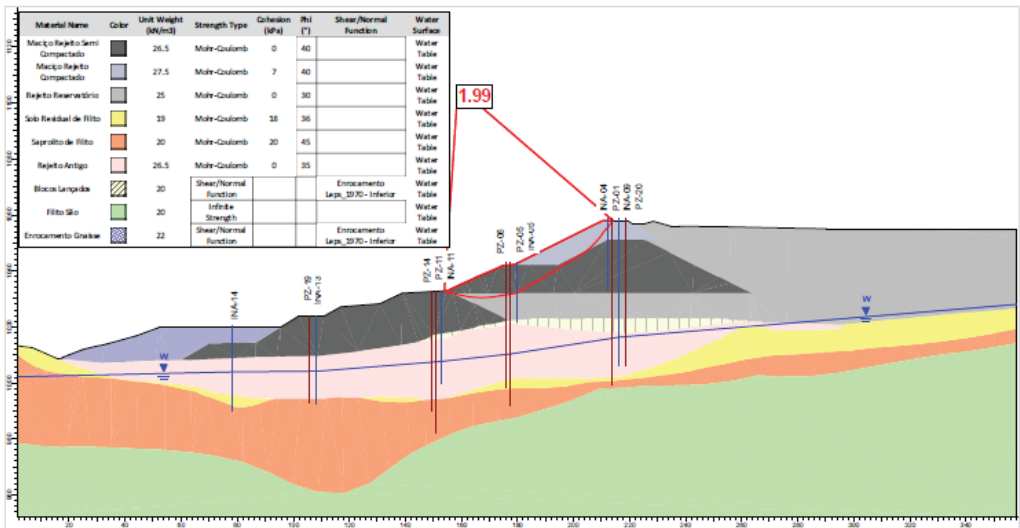


Figura 7.72 - Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026). Junho/2026.

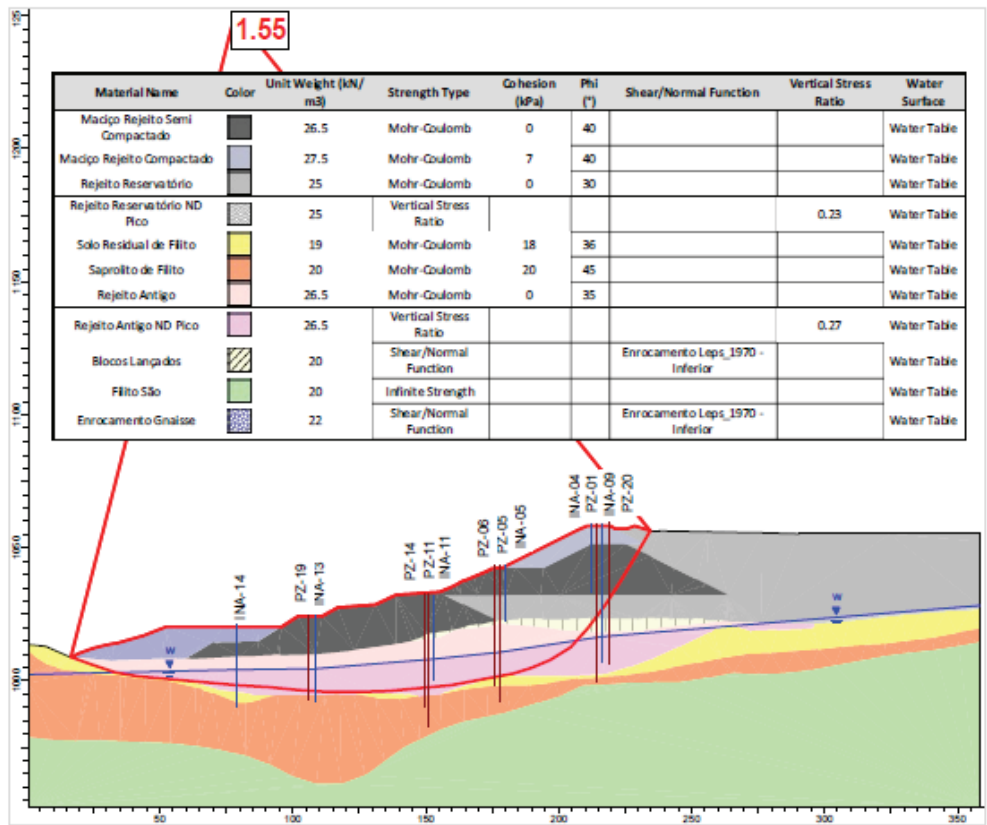


Figura 7.73 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Junho/2026.

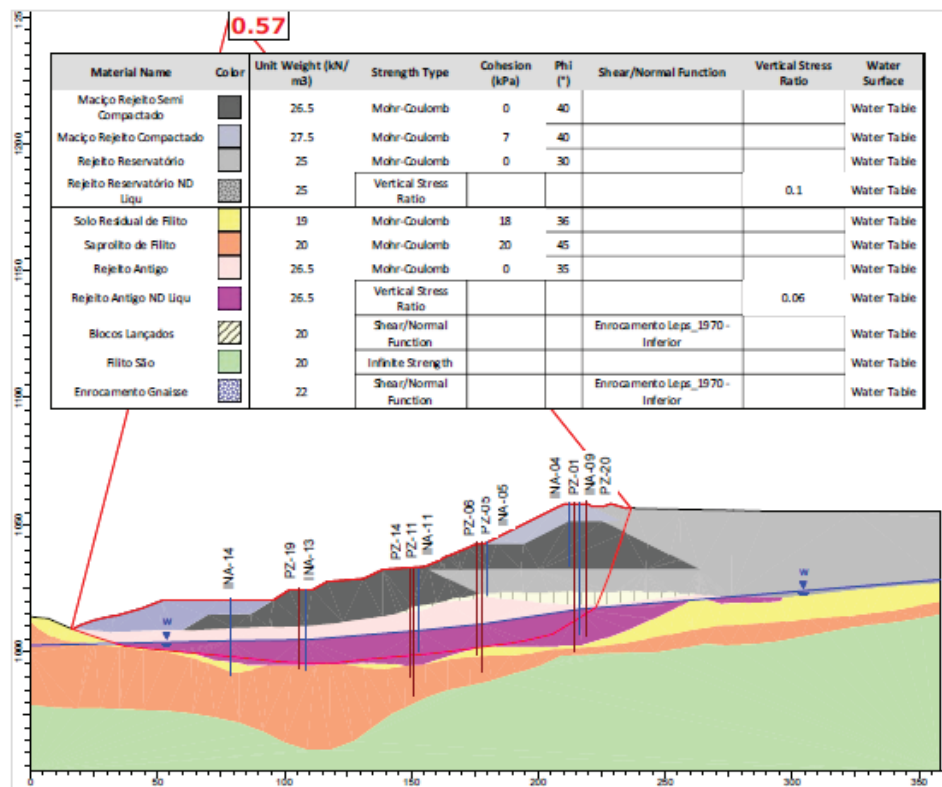


Figura 7.74 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Junho/2026.

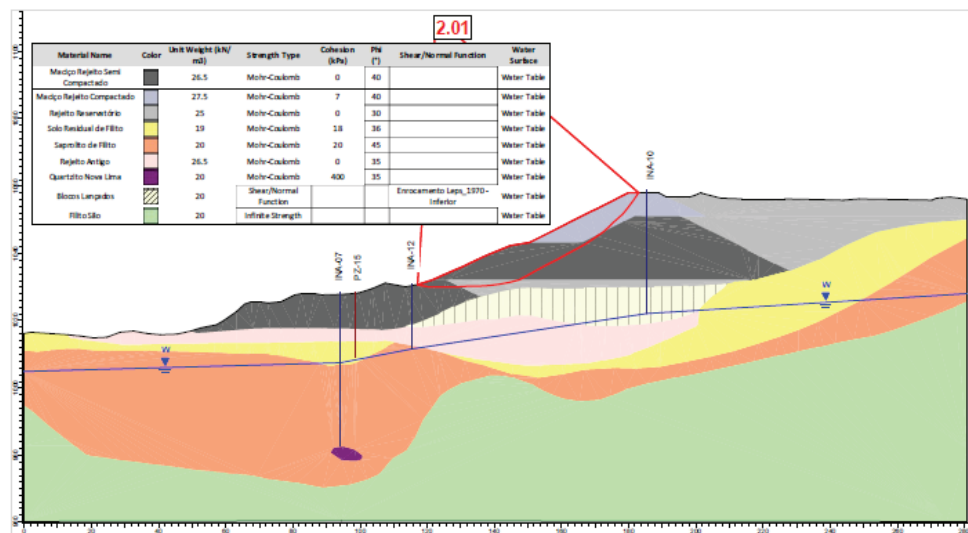


Figura 7.75 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026). Junho/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

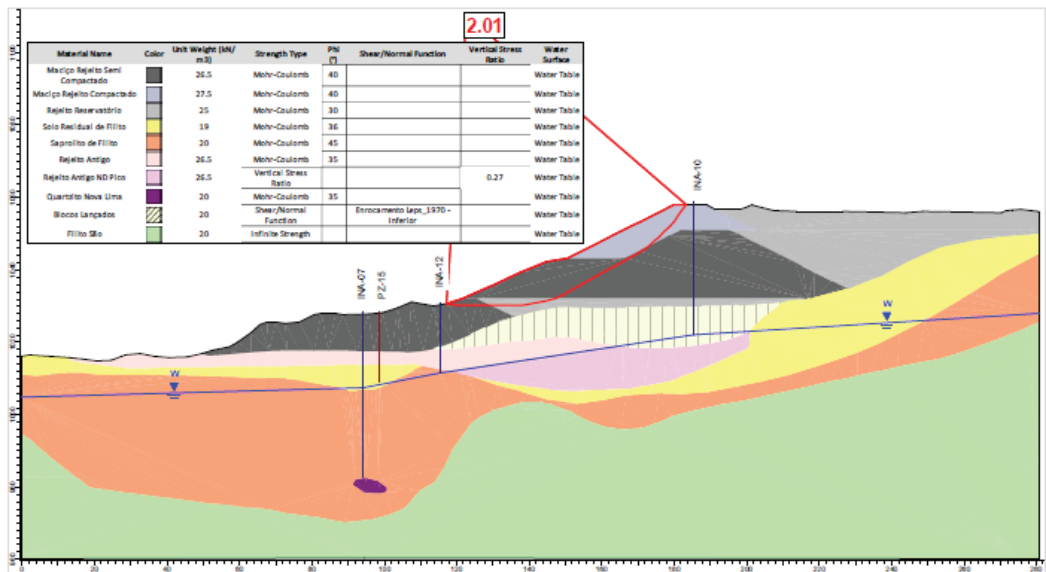


Figura 7.76 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026) – Razão de resistência não drenada de pico. Junho/2026.

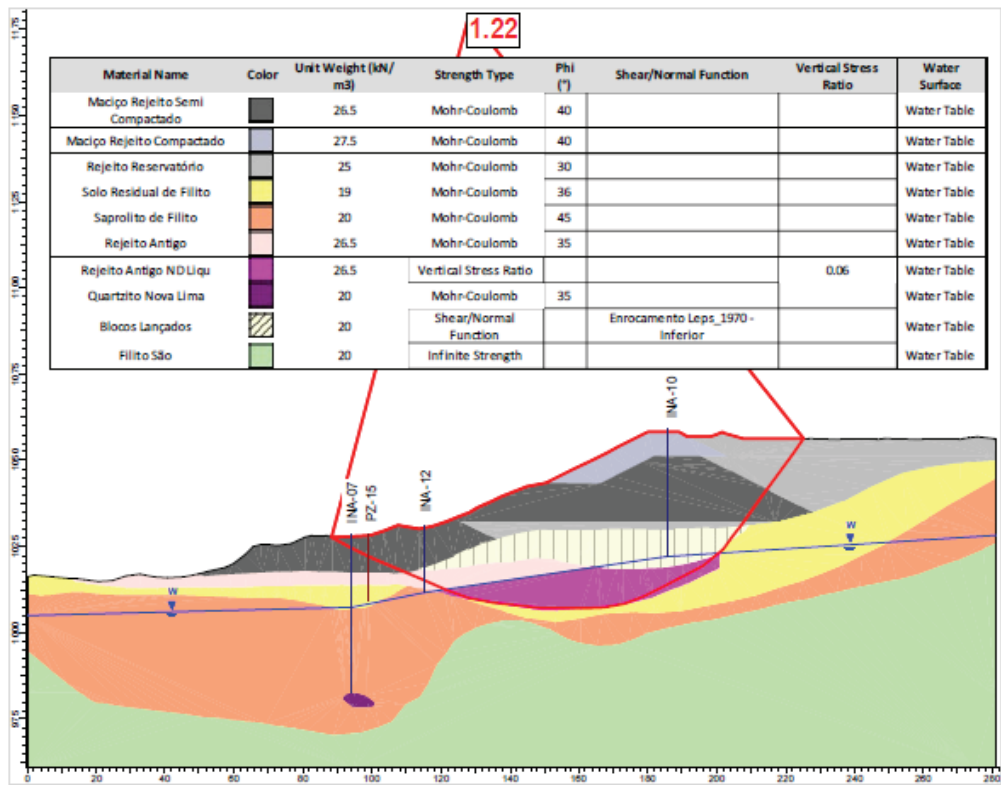


Figura 7.77 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (28/06/2026) – Razão de resistência não drenada liquefeita. Junho/2026.

A seguir é apresentada a evolução dos fatores de segurança das análises de estabilidade realizadas para as três seções de controle da Barragem B1 – Mina Ipê, de 2021 até o final do período analisado neste relatório, junho/2026.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

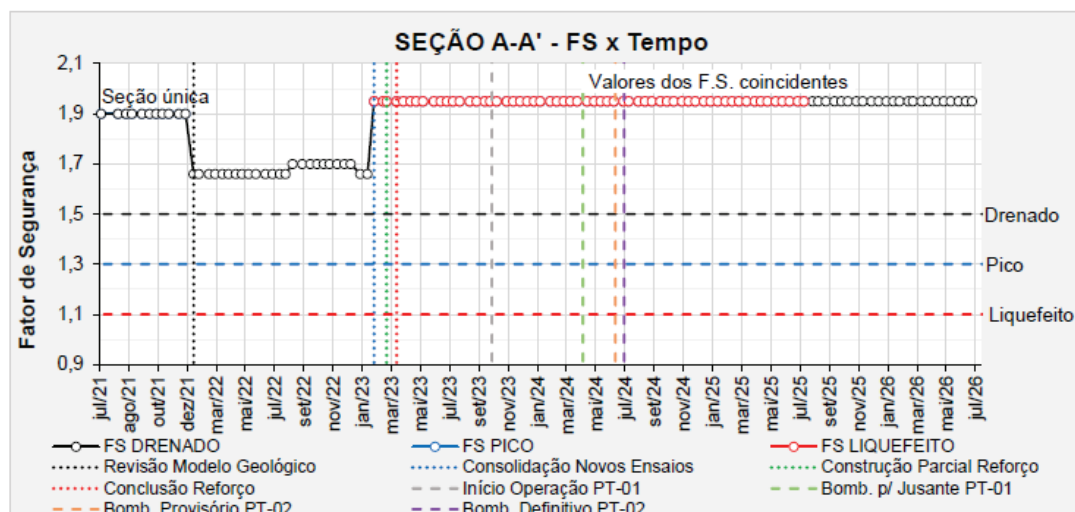


Figura 7.78 – Seção A-A' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

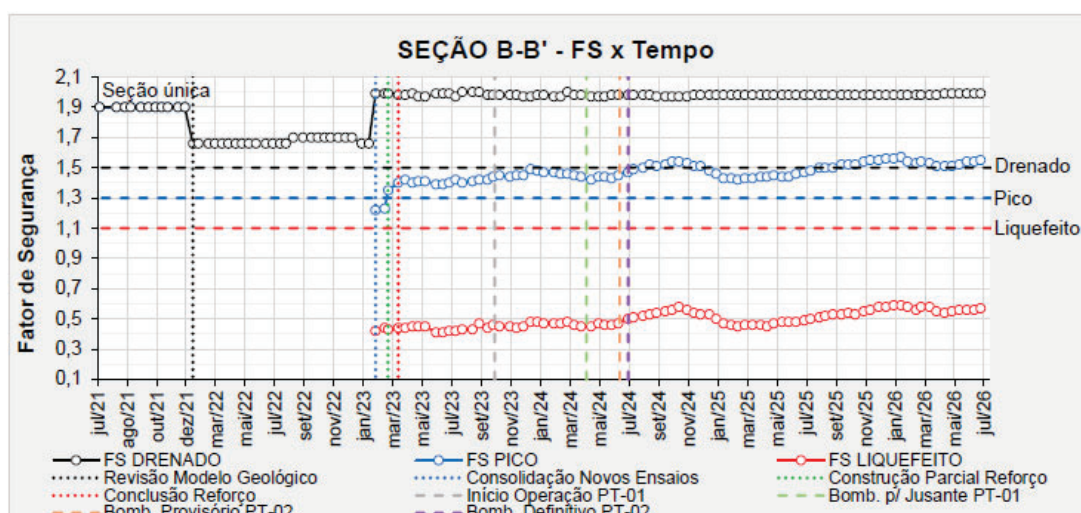


Figura 7.79 – Seção B-B' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

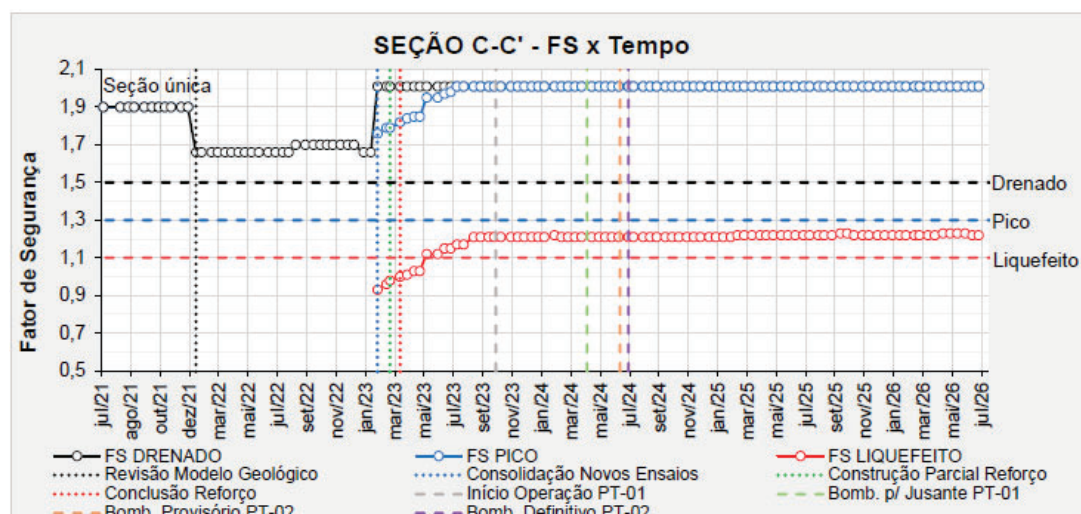


Figura 7.80 – Seção C-C' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

7.1.5.6 Análise de Estabilidade 3D (Condição Rejeito Liquefeito)

Em novembro/2024, a Terracota Geotecnia elaborou um estudo de estabilidade 3D da Barragem B1 – Mina Ipê, para verificar a influência do confinamento do vale no fator de segurança da estrutura considerando os rejeitos na condição liquefeita. A geometria da estrutura e estratigrafia da fundação foi obtida a partir da modelagem geológica 3D elaborada pela DF+ Engenharia em outubro de 2021 (ver documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.331).

O modelo geológico da DF+ foi desenvolvido a partir da interpretação das sondagens executadas em diversas campanhas de investigação geológico-geotécnicas realizadas na estrutura e em seu entorno. O reforço de enrocamento, construído após o trabalho da DF+, foi incluído ao modelo utilizando o levantamento “As Built” realizado pela MMI (CAD_REFORÇO_B1IPE_14MAR23.dwg). Considerou-se as leituras dos instrumentos do dia 30/10/2024, para modelagem da superfície freática e os mesmos parâmetros de resistência adotados nas análises 2D.

Na **Figura 7.81** é apresentada uma vista do modelo 3D no *software* Slide3.

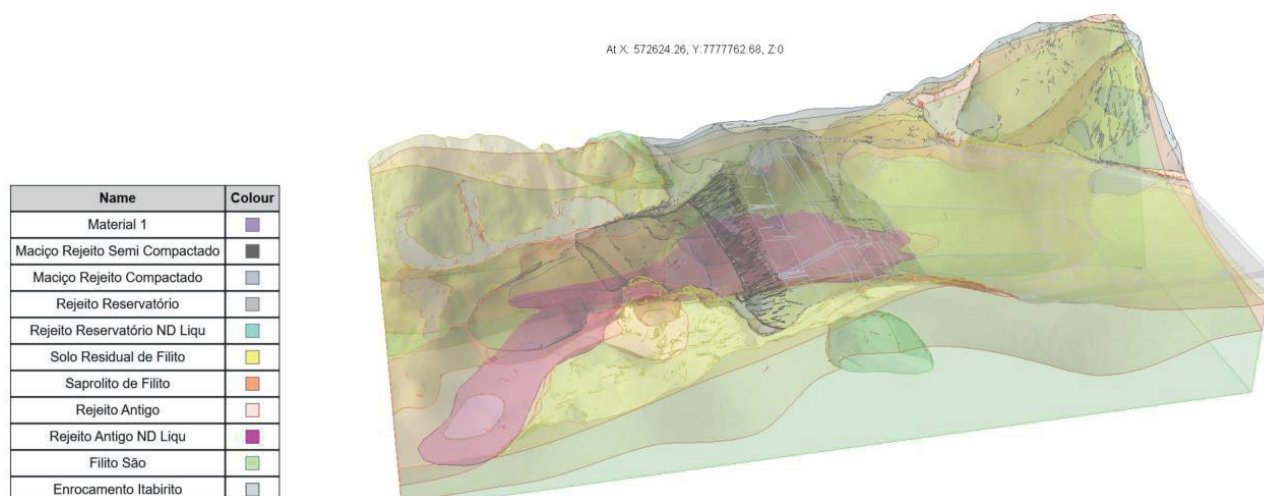


Figura 7.81 - Modelo 3D da Barragem B1 – Mina Ipê no software Slide3.

Para validação do modelo 3D, foi realizada uma análise de estabilidade 2D em uma seção retirada do modelo 3D na mesma posição da seção de controle B-B', utilizada regularmente nas análises quinzenais. Os fatores de segurança obtidos para as mesmas condições de contorno foram de 0,60 (seção retirada do modelo 3D) e 0,56 (seção 2D utilizada regularmente). A convergência dos fatores de segurança obtidos indica boa resposta do modelo 3D.

A análise de estabilidade 3D considerando as leituras da instrumentação do dia 30/10/2024 para condição não drenada liquefeita apresentou fator de segurança mínimo igual a 1,635. Como o rejeito antigo está localizado no fundo do talvegue da seção B-B', a cunha de ruptura em 3

dimensões, intercepta materiais com comportamento dilatante, modelados a partir de seus parâmetros de resistência efetivos. Em três dimensões, a maior parcela da superfície de ruptura passa fora do volume de rejeito antigo presente na fundação da estrutura.

Name	Colour	Unit Weight (kN/m ³)	Water Surface	Failure Criterion	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Vertical Stress Ratio	Minimum Shear Strength (kPa)	Use Maximum Shear Strength	Allow sliding along boundary
Maciço Rejeito Semi Compactado		26.5	Water Table	Mohr Coulomb	8	40				
Maciço Rejeito Compactado		27.5	Water Table	Mohr Coulomb	7	40				
Rejeito Reservatório		25	Water Table	Mohr Coulomb	8	30				
Rejeito Reservatório ND Lique		25	Water Table	Vertical Stress Ratio			0.1	0	No	
Solo Residual de Filtro		19	Water Table	Mohr Coulomb	18	36				
Saprolito de Filtro		20	Water Table	Mohr Coulomb	20	45				
Rejeito Antigo		26.5	Water Table	Mohr Coulomb	8	35				
Rejeito Antigo ND Lique		26.5	Water Table	Vertical Stress Ratio			0.05	0	No	
Filtro São		20	Water Table	Infinite Strength						Yes
Enrocamento Estático		24	Water Table	Shear/Normal Function						

FS: 1.635

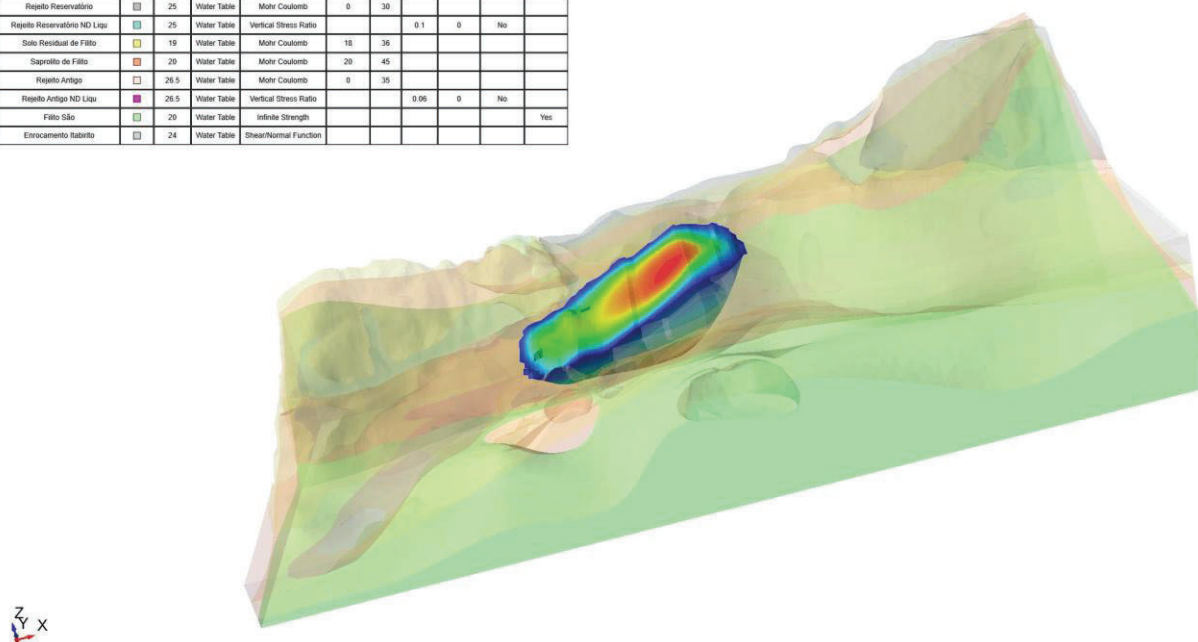


Figura 7.82 – Análise de estabilidade 3D – Rejeitos saturados na condição liquefeita - Vista do mapa de profundidade da superfície de ruptura crítica.

8. Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização

A descrição das estruturas e layout dos sistemas de controle ambiental dos efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos gerados no canteiro de obras e infraestrutura de apoio é definido pela empresa R3 Engenharia, utilizando áreas indicadas pela MMI. Não haverá necessidade de infraestrutura de apoio das frentes de obras.

8.1.1 Controle de Emissão de Materiais Particulados para a Atmosfera

O trânsito de caminhões, veículos e máquinas por vias de acessos e áreas não pavimentadas é responsável pela geração de emissões atmosféricas constituídas por material particulado (poeira) que entra em suspensão com relativa facilidade ao ser revolvido pela movimentação das máquinas, geralmente pneus e esteiras dos equipamentos.

O controle dessas emissões será realizado durante as obras, com a umidificação das pistas em uso, utilizando-se caminhão-pipa, através de aspersão forçada por bomba com a formação de um leque de aspersão de água. Aliado à aspersão de vias, a própria passagem do pneu molhado



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

faz com que haja um espalhamento da umidade, permitindo a homogeneização da superfície umidificada.

A umectação nas vias não pavimentadas será realizada por jato d'água proveniente de um caminhão-pipa, trafegando a uma velocidade máxima de 15 km/h, na 1ª ou 2ª marcha, ou parado quando for usado o canhão aspersor.

A frequência de umectação depende de diversos fatores como: temperatura e umidade. Normalmente a eficiência permanece por um período de 30 minutos a 12 horas. A determinação da frequência é um processo por tentativas. Inicia-se com uma determinada frequência de umectação até se chegar à frequência de umectação ideal que cumpra os dois objetivos: controlar adequadamente as emissões de material particulado e não prejudicar as atividades que deverão ser desenvolvidas. Nos períodos de seca, através de inspeção visual, a frequência poderá ser ajustada para melhorar a eficiência do procedimento.

A perda de umidade após a evaporação da água faz com que o material das vias se torne poeira novamente. A fim de evitar esse efeito indesejado, a MMI buscou no mercado formas alternativas de supressão dos particulados e optou pelo uso de supressores químicos. Estes supressores são soluções capazes de modificar características físicas das vias não pavimentadas. Isso as torna semelhantes às vias com pavimentação, requerendo assim, umectações menos frequentes.

O uso desses supressores acarreta a formação de uma camada superficial proveniente da agregação de particulados maiores. Além de reduzir os níveis de poeira, proporciona maior segurança no transporte de pessoas e equipamentos.

Desde junho de 2022, a MMI tem usado supressor de poeira na aspersão de suas vias. O produto é comercializado pela empresa BMA Ambiental Ltda, que oferece várias opções de supressores de poeira provenientes de misturas atóxicas que são biodegradáveis, visto que a maioria é composta por polímeros orgânicos e que proporcionam uma economia de água de no mínimo 30%. Dentre as opções oferecidas pela empresa, a mais adequada ao uso pretendido foi o Bioaglopar RDC Primer, originado de uma mistura balanceada de polímeros naturais derivados de lipídios e hidrocarbonetos, ideal para controlar poeira em estradas pavimentadas e não pavimentadas, uma vez que preserva a umidade da via sem torná-la escorregadia e insegura para o tráfego.

As fotos a seguir ilustram a execução da aspersão das vias da Mineração Morro do Ipê.



Foto 8.1 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.



Foto 8.2 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.

Como forma de aferir a eficácia das ações de mitigação da emissão de particulados a Mineração Morro do Ipê realiza o monitoramento da qualidade do ar. Tal monitoramento possibilita a correção de não conformidades, caso estas ocorram.

8.1.2 Monitoramento da Qualidade da Água

O monitoramento da qualidade da água a jusante da Barragem B1 - Mina Ipê, é realizado pela empresa Terra – Consultoria e Análises Ambientais, com emissão de relatórios de ensaios mensais.

De acordo com os relatórios emitidos, a empresa responsável realiza as análises conforme a ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2017 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, dentro do prazo de validade de cada parâmetro.

A seguir são apresentados os parâmetros avaliados; suas unidades; limites de quantificação (LQ); limites de detecção (LD); resultado da amostragem realizada no dia 14/05/2025; valores máximos permitidos (VMP), de acordo com o Art. 16 para águas classe II da Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 8, 21 de novembro de 2022, os métodos utilizados em cada análise e as incertezas na medição. Importante destacar que a saída da barragem B1 – Mina Ipê onde é o ponto de coleta está seco, portanto, não apresenta dados na análise.

A MMI também realiza monitoramento da turbidez da água na saída da drenagem interna da barragem, com coleta diária de amostras por parte da equipe interna de monitoramento geotécnico.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

O último relatório aprovado do trimestre em análise é referente ao mês de junho/26, e os dados são apresentados na Tabela 8.1.

Tabela 8.1 - Resultados da amostragem realizada no dia 24/06/2026 a jusante da Barragem B1 - Mina Ipê.

ANÁLISE	UNIDADE	LQ	LD	RESULTADO	VMP *	MÉTODO	IM
Condutividade (Campo)	µs/cm	0,6	0,18	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 2510 A	-
Cor Real	mg/L Pt/Co	5,0	1,5	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 2120 C	-
Materiais Flutuantes (Campo)	P/A	-	-	(***)	Virtualmente ausente	SMWW 24ª Ed, 2110 A	--
pH (campo)	UpH	0,60 a 12,80	0,6	(***)	5,0 a 9,0	SMWW 24ª Ed, 4500 H+ B	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	1,5	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 2540 C	-
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,0	0,0	(***)	máx. 1,0	SMWW 24ª Ed, 2540 F	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	1,5	(***)	máx. 100	SMWW 24ª Ed, 2540 D	-
Sólidos Totais	mg/L	5,0	1,5	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 540 B	-
Surfactantes Aniônicos	mg/L	0,1	0,03	(***)	máx. 2,00	SMWW 24ª Ed, - 5540 C	-
Temperatura da Amostra (campo)	°C	0	0	(***)	máx. 40,0	SMWW 24ª Ed, 2550 B	-
Turbidez (campo)	NTU	1,0	0,3	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 2130 B	--
Sulfeto	mg/L	1	0,3	(***)	máx. 1,0000	SMWW 24ª Ed, 4500 S2- F	-
DBO	mg O ₂ /L	2,0	0,6	(***)	máx. 60,0	SMWW 24ª Ed, - 5210 B	-
DQO	mg O ₂ /L	4,8	0,48	(***)	máx. 180,0	SMWW 24ª Ed, - 5220 D	-
Fenol Total	mg/L	0,002	0,0004	(***)	máx. 0,5000	SMWW 24ª Ed, 5530 D	-
Óleos e Graxas (Animal e Vegetal)	mg/L	1,00	0,30	(***)	máx. 50,00	SMWW 24ª Ed, 5520 B	-
Óleos e Graxas (Mineral)	mg/L	1,00	0,30	(***)	máx. 20,00	SMWW 24ª Ed, 5520 B	-
Óleos e Graxas Visuais (Campo)	P/A	Ausência	Ausência	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 2110 F	--
Ferro Dissolvido	mg/L	0,01	0	(***)	máx. 15,0	SMWW 24ª Ed, 3500 Al B	-
Manganês Solúvel	mg/L	0,05	0,01	(***)	máx. 1,00	SMWW 24ª Ed, 3500 Mn B	--
Determinação Quantitativa de Coliformes Totais	NMP/100mL		1,0	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 9223 B e 9221 B,C	--
Escherichia coli Quantitativo	NMP/100mL		1	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 9223 B e 9221 B,C, F	--
Streptococcus Fecais Quantitativo	NMP/100mL	< 1,0	-	(***)	N.A.	SMWW 24ª Ed, 9230 D e C	--

* Ensaios Subcontratados LQ: Limite de Quantificação LD: Limite de Detecção IM: Incerteza de Medição NA: Não Aplicável

*VMP: Valores Máximos Permitidos

(*) Dados fornecidos pelo cliente.

8.1.3 Monitoramento da Qualidade do Ar

Atualmente, a empresa contratada Ecoar – Monitoramento Ambiental realiza o monitoramento da qualidade do ar em áreas sob a influência das Minas Ipê e Tico-Tico, com emissão de relatórios técnicos mensais.

De acordo com o relatório, são monitoradas:

- Partículas Inaláveis (PM10) através do Amostrador de Grandes Volumes acoplado ao Separador Inercial de Partículas. AGV PM10;
- Partículas inaláveis (PM2,5) através do Amostrador de Grandes Volumes acoplado ao



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Separador Inercial de Partículas. AGV PM_{2,5}.

- Partículas Totais em Suspensão (PTS) através do Amostrador de Grandes Volumes – AGV PTS;

Na Tabela 8.2 são apresentados os métodos de referência adotados no monitoramento.

Tabela 8.2 – Métodos de Referência – Qualidade do Ar.

Parâmetro	Método	Descrição	LQ
PTS	ABNT NBR 9547:1997	Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente – Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume	2 µg/m ³
PM ₁₀	ABNT NBR 13412:1995	Material Particulado em Suspensão na Atmosfera – Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método Amostrador de Grande Volume Acoplado ao Separador Inercial de Partículas	2 µg/m ³
PM _{2,5}	PN039	Amostragem e determinação de PM ₁₀ , PM _{2,5} e metais em gases e poluentes da atmosfera	2 µg/m ³

Os índices obtidos são avaliados de acordo com IQAR – Índice de Qualidade do Ar (Tabela 8.3), estruturado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).

Tabela 8.3 – Estrutura do IQAR - FEAM.

(Fonte: Relatório Técnico de Monitoramento Técnico da Qualidade do Ar – Junho/26)

Parâmetro	Qualidade do Ar				
	Boa	Moderada	Ruim	Muito Ruim	Péssima
Índice IQAR (adimensional)	0 – 40	>40 – 80	>80 – 120	>120 – 200	>200
PM ₁₀ (µg/m ³)	0 – 50	>50 – 100	>100 – 150	>150 – 250	>250
PM _{2,5} (µg/m ³)	0 – 25	>25 – 50	>50 – 75	>75 – 125	>125
NO ₂ (µg/m ³)	0 – 200	>200 – 240	>240 – 320	>320 – 1130	>1130
SO ₂ (µg/m ³)	0 – 20	>20 – 40	>40 – 365	>365 – 800	>800
O ₃ (µg/m ³)	0 – 100	>100 – 130	>130 – 160	>160 – 200	>200 – 800
CO (ppm)	0 – 9	>9 – 11	>11 – 13	>13 – 15	>15

Também são avaliados de acordo com os padrões de qualidade do ar definidos pelo art. 3º da Resolução nº 506/24 da CONAMA, conforme apresentado na Tabela 8.4.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 8.4 – Padrões de Qualidade do Ar – CONAMA 506/24.
(Fonte: Relatório Técnico de Monitoramento Técnico da Qualidade do Ar)

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Material Particulado – PM10	24 horas	120	100	75	50
	Anual ⁽¹⁾	40	35	30	20
Material Particulado – PM2,5	24 horas	60	50	37	25
	Anual ⁽¹⁾	20	17	15	10
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240
	Anual ⁽²⁾	-	-	-	80

Há 4 pontos de monitoramento, conforme determinado no Plano de Controle Ambiental (PCA).
As estações de monitoramento atuais estão localizadas nos seguintes pontos:

Tabela 8.5 – Pontos de monitoramento da qualidade do ar.

PONTO	REFERÊNCIA	COORDENADAS UTM SIRGAS2000 (m)	
		E	N
P-01	Casa do João Batista - SJB	575.253,878	7.778.440,798
P-02	Sítio do Sr. Ronaldo - BRU	571.565,954	7.774.038,958
P-03	E.M. Maria das Graças Dias Maldonado - SJB	574.060,984	7.778.309,007
P-04	Projeto Voluntários da Esperança - IGA	573.527,732	7.775.081,036



Foto 8.3 - Ponto P-01 – Casa do João Batista - SJB.



Foto 8.4 - Ponto P-02 – Sítio do Sr. Ronaldo – BRU



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672



Foto 8.5 - Ponto P-03 – E.M. Maria das Graças Dias Maldonado - SJB.



Foto 8.6 - Ponto P-04 – Projeto Voluntários da Esperança - IGA.



Figura 8.1 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar. Fonte: ECOAR, 2026.

Conforme apresentado na conclusão do relatório de ensaio da ECOAR nº AR979-25, referente ao mês de março/2026, foram realizadas coletas com intervalos de 5 (cinco) dias e obteve-se a seguintes conclusões:

- Os resultados de concentração diária de Partículas Totais em Suspensão (PTS) ficaram abaixo do limite de 240 µg/m³ para o padrão de qualidade do ar final (PF).

- Os resultados de concentração diária de Partículas Inaláveis (PM10) ficaram abaixo do limite 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o padrão intermediário (PI-2).
- Os resultados de concentração diária de Partículas Inaláveis (PM2,5) ficaram abaixo do limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o padrão intermediário (PI-2).

Verifica-se que atualmente as condições de qualidade do ar se encontram dentro dos limites estipulados.

8.1.4 Controle de Emissão de Gases Poluentes

8.1.4.1 Controle das Emissões Geradas pelo Funcionamento de Motor a Diesel

As emissões atmosféricas geradas pela combustão dos motores a diesel de equipamentos e veículos tem como ação de controle, a manutenção preventiva que irá atuar nas fontes de emissão, ainda que indiretamente.

8.1.4.2 Monitoramento de Fumaça Preta

Atualmente o monitoramento dessas emissões é realizado por meio da verificação visual periódica, com utilização da escala Ringelmann. Essa escala consiste, conforme definição da ABNT, em uma escala gráfica para avaliação calorimétrica visual constituída de um cartão com tonalidades de cinza, correspondentes aos padrões de 1 a 5.

Certa de que o uso de opacímetros permite um resultado mais preciso e objetivo, a forma como o monitoramento é executado na Mineração Morro do Ipê encontra-se em transição. A Empresa já adquiriu 2 opacímetros, que estão sendo utilizados em áreas-piloto, enquanto o software dos equipamentos é homologado pelo departamento de Tecnologia da Informação.



Foto 8.7 – Monitoramento em equipamento com escala.



Foto 8.8 – Monitoramento utilizando o opacímetro.

A Mineração Morro do Ipê possui em seu sistema de gestão um procedimento para o monitoramento de fumaça preta. Esse procedimento determina que as empresas contratadas e



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

subcontratadas enviem à equipe de Meio Ambiente da MMI trimestralmente a relação de equipamentos utilizados na área da empresa com o resultado dos monitoramentos realizados no período.

É importante salientar que caso o resultado do monitoramento de fumaça preta exceda o valor de 2 unidades na escala de Ringelmann, o veículo/máquina/equipamento está inapto a continuar suas atividades e deve ser encaminhado para a manutenção. O veículo/máquina/equipamento só estará apto a retornar as suas atividades após a realização de um novo teste por um dos técnicos do departamento de Meio Ambiente.

8.1.5 Controle de Emissão de Ruídos Ambientais e Avaliação dos Níveis de Vibração

Visto que a atividade de mineração implica na utilização de maquinário de grande porte na fase de operação, bem como a execução de fragmentações, a MMI possui um programa que busca apresentar recomendações e medidas que mitiguem este impacto (alteração nos níveis de pressão sonora e vibração na área de influência). Estes impactos podem causar incômodos em receptores localizados na área de influência direta – População residente no entorno da área da Mineração Morro do Ipê.

Esse programa tem por objetivo o monitoramento e acompanhamento dos níveis atuais de ruído e vibração, bem como a comparação com os valores de referência pertinentes, permitindo averiguar se de fato eles provocam incômodos aos receptores humanos presentes nas imediações do empreendimento. Além de garantir que os níveis de ruído e vibração em decorrência das atividades do empreendimento causem o menor impacto possível no seu entorno, pois, a partir dos monitoramentos é possível avaliar a necessidade de adoção de medidas complementares de atenuação sonora.

Todas as medições são realizadas simultaneamente para ruído e vibração do solo no mesmo ponto com tempo adequado para averiguação de dados, ou seja, sem presença de chuvas, ventos fortes, trovões e demais interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza e que possam interferir nas medições.

As campanhas de medição são realizadas mensalmente, conforme determina a legislação, com medições no período diurno (06:00 às 22:00h) e noturno (22:00 às 06:00h).

Os procedimentos de medição são realizados em conformidade com as normas NBR 10.151/2019, "Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral", NBR 7731/1983 "Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem", normas ISO 1996, Partes 1 e 2, "*Acoustics*



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

– *Description, measurement and assessment of environmental noise*”, 2003, 1987 e NBR 9653/2018 “Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas”.

As medições de vibração seguem a metodologia descrita no Anexo da Decisão de Diretoria da CETESB nº 215/2007/E. Considerando que este documento determina que a avaliação deva ser feita diferenciadamente para os planos horizontal e vertical, o monitoramento deve ser realizado com um acelerômetro triaxial, de modo a se obter, concomitantemente, os níveis de vibração no eixo vertical e em dois eixos horizontais.

A Tabela 8.6 e a Figura 8.2 apresentam as locações dos pontos de monitoramento de ruído e vibração.

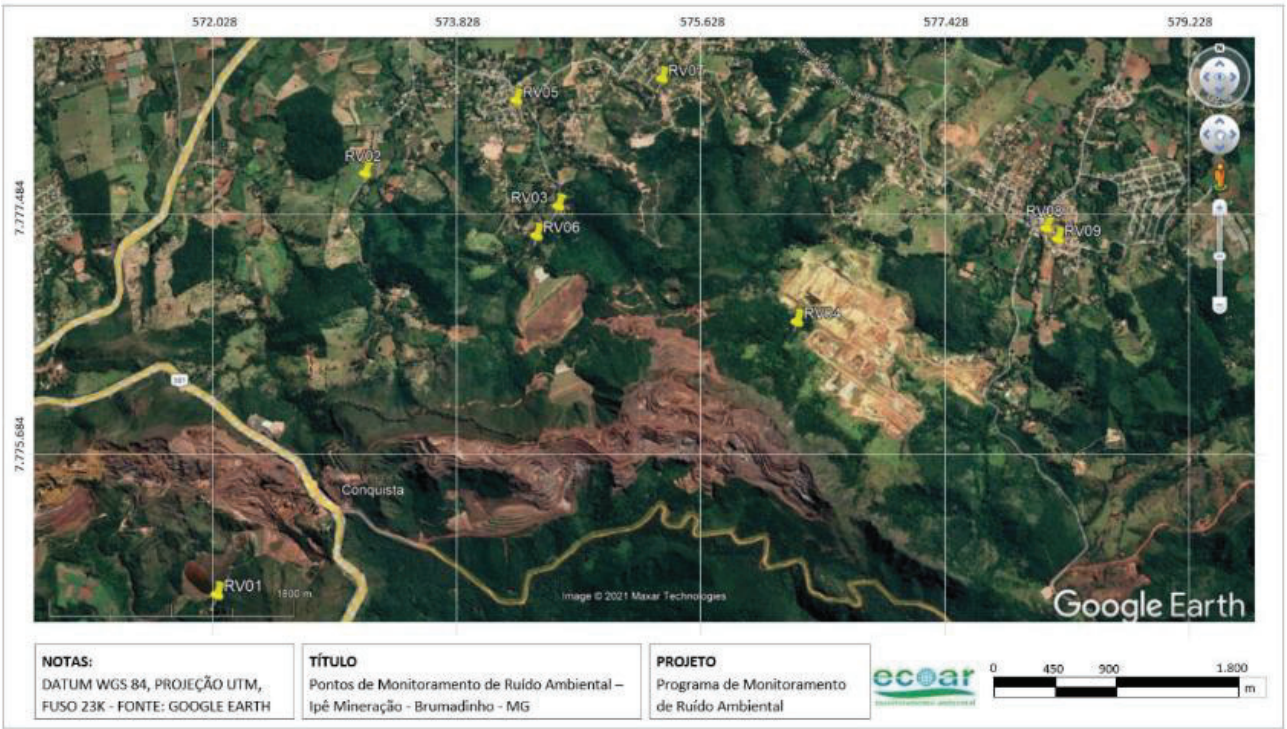


Figura 8.2 – Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração. Fonte: ECOAR, 2026.

Tabela 8.6 – Pontos de monitoramento de ruído e vibração.

PONTO	REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	COORDENADAS UTM SIRGAS2000 (m)	
			E	N
RV-01	Vale dos Quéias (Brumadinho)	Área de residências rurais	572.029,962	7.774.647,940
RV-02	Em frente à Porteira da Fazenda.	Área de residências rurais	572.968,023	7.777.743,004
RV-03	Rua Mário Menezes, esquina com Rua Alevato	Área mista, predominantemente residencial	574.433,981	7.777.514,028
RV-04	Ponto Interno	Área predominantemente industrial	576.207,002	7.776.576,957



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

PONTO	REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	COORDENADAS UTM SIRGAS2000 (m)	
			E	N
RV-05	Rua Zequita em frente à residência 46	Área mista, predominantemente residencial	574.107,051	7.778.323,974
RV-06	Bairro Candelária	Área de sítios e fazendas	574.278,033	7.777.252,959
RV-07	Próximo à residência do Sr. Ronaldo	Área de sítios e fazendas	575.232,026	7.778.489,035
RV-08	Ao lado da Igreja Batista da Paz	Área mista, predominantemente residencial	578.124,971	7.777.373,039
RV-09	Rua Hesebe em frente à residência nº 10	Área mista, predominantemente residencial	578.235,037	7.777.228,009

Atualmente, a empresa contratada Ecoar – Monitoramento Ambiental realiza o monitoramento dos níveis de pressão sonora (ruído) e vibração em áreas sob a influência das Minas Ipê e Tico-Tico, com emissão de relatórios técnicos mensais.

8.1.5.1 Ruídos Ambientais

A Tabela 8.7 apresenta os limites de níveis de pressão sonora (RL_{Aeq}) para cada tipo de área habitada.

Tabela 8.7 – Limites de níveis de pressão sonora (ABNT NBR 10151:2019).

Tipos de áreas	RL_{Aeq} (dB)	
	Diurno	Noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista, com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

A seguir são apresentados os resultados para o período diurno e noturno do monitoramento realizados nos dias 26 e 27 de maio de 2026.

Tabela 8.8 – Níveis de pressão sonora verificados no período diurno.

Ponto	Data do ensaio	Horário Inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	L_{res}	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq}	Limite ⁽³⁾
					(som residual)		(esp.) ⁽²⁾	
					dB	dB	dB	dB
RV01	30/06/2026	18:48	0,2	10:00	35,1	35,1	-	40
RV02	30/06/2026	18:34	< 0,1	10:00	37,5	37,5	-	40



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Ponto	Data do ensaio	Horário Inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	L_{res}	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq}	Limite (3)
					(som residual) dB	dB	(esp.) (2) dB	
RV03	30/06/2026	17:49	< 0,1	10:00	40,1	40,1	-	55
RV04	30/06/2026	12:31	< 0,1	10:00	37,8	37,8	-	70
RV05	30/06/2026	18:03	< 0,1	10:00	39,9	39,9	-	55
RV06	30/06/2026	17:36	< 0,1	10:00	40,8	40,8	-	40
RV07	30/06/2026	16:26	< 0,1	10:00	40,6	40,6	-	40
RV08	30/06/2026	15:30	0,2	10:00	43,4	43,4	-	55
RV09	30/06/2026	15:55	< 0,1	10:00	43,5	43,5	-	55

1) Não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente do empreendimento, e, portanto, os valores de som residual (L_{res}) são iguais aos valores de L_{Aeq} . Com isso, constata-se que, nos pontos marcados com a Observação (1), não houve influência do empreendimento para os níveis de pressão sonora locais.

(2) Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Resultados em destaque na cor vermelha, não atendem aos limites definidos pela ABNT NBR 10151:2019.

Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.

Faixa de Trabalho do Método: 20 a 130 dB

U: 2,4%, onde U = Incerteza expandida baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k= 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Tabela 8.9 – Níveis de pressão sonora verificados no período noturno.

Ponto	Data do ensaio	Horário Inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	L_{res}	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq}	Limite (3)
					(som residual) dB	dB	(esp.) (2) dB	
RV01	30/06/2026	23:44	< 0,1	10:00	30,4	30,4	-	35
RV02	30/06/2026	23:28	< 0,1	10:00	29,3	29,3	-	35
RV03	30/06/2026	03:05	0,6	10:00	30,9	30,9	-	50
RV04	30/06/2026	04:37	< 0,1	10:00	31,5	31,5	-	60
RV05	30/06/2026	02:09	< 0,1	10:00	32	32	-	50
RV06	30/06/2026	02:40	< 0,1	10:00	34	34	-	35
RV07	30/06/2026	01:42	< 0,1	10:00	31,8	31,8	-	35
RV08	30/06/2026	03:31	< 0,1	10:00	33,2	33,2	-	50
RV09	30/06/2026	04:05	< 0,1	10:00	33,9	33,9	-	50

(1) Não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente do empreendimento, e, portanto, os valores de som residual (L_{res}) são iguais aos valores de L_{Aeq} . Com isso, constata-se que, nos pontos marcados com a Observação (1), não houve influência do empreendimento para os níveis de pressão sonora locais.

(2) Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Resultados em destaque na cor vermelha, não atendem aos limites definidos pela ABNT NBR 10151:2019.

Ensaio realizado nas instalações do cliente, na(s) data(s) acima, portanto a data de recebimento não se aplica.

Faixa de Trabalho do Método: 20 a 130 dB



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

U: 2,4%, onde U = Incerteza expandida baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k= 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

A partir dos resultados obtidos nos dias de estudo da pressão sonora, nos pontos determinados, a ECOAR emitiu o seguinte parecer na conclusão do relatório do mês de março/2026:

- Os resultados obtidos para o monitoramento de pressão sonora **estão em conformidade** com o limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Em relação aos pontos que constam a observação ⁽¹⁾, conforme mencionado na Tabela 8.8 e Tabela 8.9, não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente das atividades operacionais da MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S/A., e, portanto, os valores de som residual (**L**_{res}) são iguais aos valores de **L**_{Aeq}.

8.1.5.2 Vibrações

A Tabela 8.10 apresenta os limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.

Tabela 8.10 – Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.

Faixa de Frequência	Limite de Velocidade de vibração de partícula de pico
4 Hz a 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s aumenta linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	Acima de 20 mm/s aumenta linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s

Nota: Para valores de frequência abaixo de 4 Hz deve ser utilizado como limite de critério de deslocamento de partícula de pico no máximo 0,6 mm (de zero a pico)

A seguir são apresentados os resultados para o período diurno e noturno do monitoramento realizado no dia 30 de junho de 2026.



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 8.11 – Vibrações verificadas no período diurno.

Ponto	Data	Horário	Velocidade ⁽¹⁾						Pressão Acústica ⁽¹⁾	
			Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica (dB/L)	Frequência (Hz)
			Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	30/06/2026	18:48	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	30/06/2026	18:34	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	30/06/2026	17:49	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	30/06/2026	12:31	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	30/06/2026	18:03	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	30/06/2026	17:36	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	30/06/2026	16:26	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	30/06/2026	15:30	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	30/06/2026	15:55	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-

⁽¹⁾ - O evento reportado foi aquele que apresentou o maior valor individual de velocidade de vibração de partícula de pico, seja ele no eixo vertical, longitudinal ou transversal, ou pressão acústica em negrito.
Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico
Faixa de Trabalho do Método: 0,13 a 254 mm/s (2 a 250Hz)
U: 5,0% para velocidade de vibração de partícula de pico, onde U = Incerteza expandida baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 8.12 – Vibrações verificadas no período noturno.

Ponto	Data	Horário	Velocidade ⁽¹⁾						Pressão Acústica ⁽¹⁾	
			Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica (dB/L)	Frequência (Hz)
			Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	30/06/2026	23:44	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	30/06/2026	23:28	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	30/06/2026	3:05	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	30/06/2026	4:37	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	30/06/2026	2:09	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	30/06/2026	2:40	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	30/06/2026	1:42	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	30/06/2026	3:31	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	30/06/2026	4:05	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-

⁽¹⁾ - O evento reportado foi aquele que apresentou o maior valor individual de velocidade de vibração de partícula de pico, seja ele no eixo vertical, longitudinal ou transversal, ou pressão acústica em negrito.

Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico

Faixa de Trabalho do Método: 0,13 a 254 mm/s (2 a 250Hz)

U: 5,0% para velocidade de vibração de partícula de pico, onde U = Incerteza expandida baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

A partir dos resultados obtidos nos dias de estudo da pressão sonora, nos pontos determinados, a ECOAR emitiu o seguinte parecer na conclusão do relatório do mês de junho/2026:

Comparando os resultados encontrados nesse monitoramento com o limite estabelecido pela norma brasileira ABNT NBR 9653:2018, conclui-se que os maiores valores de Velocidade de Vibração de Partícula de Pico e Pressão Acústica encontrados nos pontos monitorados durante as atividades da MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S/A **estão em conformidade** com os limites definidos pela referida norma.

8.1.6 Controle de Alteração da Dinâmica de Drenagem de Águas Pluviais

O Programa de Monitoramento Hidrogeológico e de Qualidade das Águas Subterrâneas prevê o monitoramento de possíveis alterações na disponibilidade hídrica subterrânea, observando eventuais variações nos níveis monitorados e a manutenção da qualidade ambiental dos aquíferos subjacentes à Serra das Farofas.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

O monitoramento das águas subterrâneas vem sendo realizado por meio da coleta de água em nascentes, considerando os diferentes aquíferos. Cabe apontar que a execução do Programa teve início em junho de 2020 e as campanhas trimestrais de monitoramento ocorrem de acordo com o proposto no PCA nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

Os pontos foram selecionados considerando a localização das cavas e estruturas do empreendimento e visando a definição da filiação hidrogeoquímica das águas subterrâneas.

8.1.7 Gestão de Resíduos Sólidos

O Programa de Gestão dos Resíduos estabelece as diretrizes para a classificação, segregação, armazenamento e destinação dos resíduos sólidos gerados durante toda vida útil do Projeto Morro do Ipê. São objetivos específicos do programa:

- Garantir que a geração, segregação, coleta, transporte e disposição final dos resíduos inerentes às atividades do empreendimento sejam realizados de forma controlada, por meio de procedimentos operacionais definidos;
- Aumentar a eficiência da recuperação reuso e reciclagem de resíduos;
- Minimizar os impactos ambientais, garantindo o tratamento e disposição final de resíduos sólidos de forma adequada, o que se traduz em atendimento à legislação aplicável.

A partir de agosto de 2019, foi iniciada a utilização do Sistema MTR Online, da SEMAD-MG. Neste sistema, as disposições de resíduos são registradas atualmente.

A Gestão de Resíduos da Mineração Morro do Ipê é realizada conjuntamente entre as Minas Ipê e Tico-Tico. Para tal, a empresa possui um procedimento que descreve todas as responsabilidades da Mineração Morro do Ipê e contratadas com relação à geração e gestão dos seus resíduos.

As diretrizes que norteiam a aplicação desse procedimento dizem respeito ao gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos dos processos produtivos e prédios administrativos, obras, terceirizadas priorizando o princípio da não geração de resíduos, a minimização da geração de resíduos na fonte, sua reutilização, recuperação e reciclagem. Estabelece ações e diretrizes para orientar os envolvidos na geração, classificação, recolhimento, transporte, armazenagem e destinação em todas as áreas da empresa, incluindo prestadores de serviços.

O fluxograma apresentado a seguir descreve as etapas do gerenciamento de resíduos na Mineração Morro do Ipê.

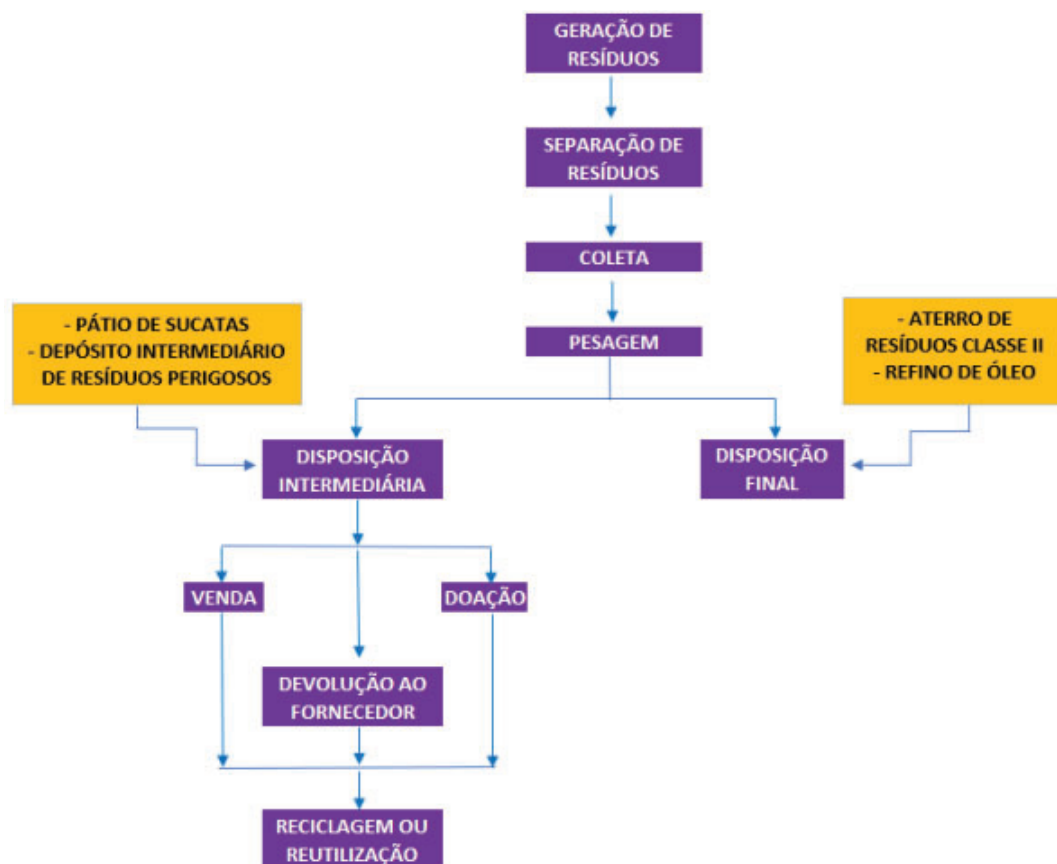


Figura 8.3 – Fluxograma de gerenciamento de resíduos.

Os resíduos gerados em cada área são separados para que, posteriormente, seja realizada a coleta conforme programação, seguida de disposição em local adequado com inspeção periódica.

Os resíduos gerados nos canteiros de obra são recolhidos em caçambas (resíduos gerados em maior volume) ou em coletores (resíduos recicláveis e gerados em menor quantidade). As caçambas são retiradas quando se encontram cheias. Os resíduos com menor geração são levados para os Depósitos Intermediários de Resíduos (DIR), construídos em cada canteiro e depois são coletados pela empresa responsável pelo gerenciamento de resíduos e levados para a Central de Material Descartado (CMD). A implantação do DIR, bem como sua organização fica a cargo da empresa contratada responsável pelo canteiro de obras.

9. Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização

O monitoramento do comportamento da Barragem B1 – Mina Ipê será fundamental para o início e para continuidade das obras de descaracterização da estrutura. A barragem, sua fundação e entorno das estruturas envolvidas no projeto serão monitorados a partir de instrumentos para aferição da variação da profundidade e pressão da água no solo e por instrumentos para medição das vibrações e dos deslocamentos dos taludes.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Parte da fundação da Barragem B1 – Mina Ipê é composta por rejeito antigo que foi caracterizado como material contrátil a partir da análise de ensaios CPTu realizados pela Pattrol na campanha 2020 – 2022. Os materiais contráteis estão suscetíveis a carregamentos não drenados e devem ser avaliados admitindo-se parâmetro de resistência não drenada de pico e liquefeita.

Tendo em vista que, principalmente na seção de controle B-B', o rejeito na fundação da barragem apresenta espessura e extensão consideráveis, os fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade para carregamento não drenado liquefeito são baixos e não atendem aos critérios constantes no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante, emitido pela SEMAD/FEAM em 2020. Por essa razão, o rebaixamento da superfície freática atuante na estrutura se constitui na principal premissa deste projeto para início das obras de descaracterização.

Também será realizado uma inspeção visual diária de rotina dos taludes escavados e naturais de forma a monitorar eventuais anomalias de deformação.

De acordo com o estabelecido no projeto executivo de descaracterização (IPE.OP.RL.8000.GT.20.558), considera-se que será possível executar as obras de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê desde que sejam atendidas as seguintes condicionantes:

- a) Análise de estabilidade atualizada que demonstre fatores de segurança iguais ou superiores àqueles exigidos pela legislação vigente;
- b) Monitoramento contínuo da instrumentação de controle (indicadores de nível d'água, piezômetros, marcos de deformação e radar), cujas leituras manuais devem ter periodicidade mínima diária;
- c) Realização de análises de estabilidade semanal, durante as obras;
- d) Paralisação imediata da obra no caso de verificação de leituras anômalas não justificadas em qualquer um dos 02 (dois) sismógrafos instalados na barragem;
- e) Paralisação imediata da obra no caso de alerta de movimentação do maciço da barragem emitido pelo radar de superfície;
- f) Paralisação imediata da obra no caso de verificação de redução no fator de segurança para a condição de carregamento não drenado liquefeito;
- g) A retomada das obras após qualquer paralisação deve ser precedida de: análise de estabilidade que demonstrem o retorno dos fatores de segurança para a condição anterior, inspeção visual de campo e parecer favorável por parte da projetista que permita autorizar o retorno das atividades.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

9.1 Carta de Risco - Etapas de Descaracterização

O monitoramento do maciço é de extrema importância para que seja possível avaliar a condição da estrutura durante o período em que a barragem esteja em processo de descaracterização. Desse modo, foram definidos níveis de controle (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.1142) para as configurações nas etapas 12, 21 e 22 definidas em projeto.

Tendo em vista a evolução das obras de descaracterização, que consiste na remoção dos maciços, na última etapa modelada (Etapa 22), os fatores de segurança alvo não puderam ser atingidos, tendo em vista a baixa elevação da estrutura. Na seção de controle A-A', inclusive, existe material de aterro do dique de partida, porém confinado na geometria do terreno natural, sem talude para ser analisado. Nesses casos, os níveis de controle foram definidos a partir dos valores obtidos na análise da etapa anterior analisada (Etapa 21), aplicando-se um aumento de saturação dos maciços quando possível e reconformando a superfície freática nos pontos onde o maciço foi escavado.

O sistema de bombeamento atualmente existente na Barragem B1 – Mina Ipê será mantido durante a realização das obras de descaracterização. Ainda assim, para efeito de elaboração da carta de risco, considerou-se a possibilidade da subida do nível d'água até a elevação do emboque do sistema extravasor, caso fosse necessário para se atingir os fatores de segurança alvo dos níveis de controle. Essa condição tem caráter conservador, tendo em vista que a barragem estará em melhores condições no campo e dificilmente atingirá os níveis estabelecidos. Na Etapa 21, o emboque do extravasor será rebaixado para El. 1045,66 m.

Especialmente na seção C-C', os limites de busca da superfície de ruptura foram ajustados para "entrada e saída", pois a busca livre estava resultando em superfícies de ruptura localizadas, não representativas da ruptura global buscada na elaboração da carta de risco. Condição similar ocorreu para seção B-B', porém somente a partir da Etapa 22.

Alguns dos instrumentos instalados na área da Barragem B1 – Mina Ipê foram desconsiderados na elaboração da carta de risco, tendo em vista que são instrumentos utilizados pela equipe de hidrogeologia da MMI e se encontram fora das seções transversais de controle. No caso de instrumentos curtos, os níveis de controle foram considerados iguais a elevação de fundo do instrumento somados 0,50 m (nível de atenção), 0,80 m (nível de alerta) e 1,0 m (nível de emergência), de forma que nos períodos chuvosos, caso haja algum problema de vedação no instrumento, não seja estabelecida condição de alerta sem que haja necessidade.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

A Tabela 9.1 apresenta a listagem dos instrumentos que se encontram nas condições supracitadas.

Tabela 9.1 – Instrumentos de hidrogeologia e instrumentos curtos.

Instrumentos da hidrogeologia	INA-08, PZ-07, PZ-08, PZ-16 e PZ-17
Instrumentos curtos	INA-03, INA-04 e INA-05

Além da determinação dos níveis de controle da instrumentação com referência aos níveis de emergência previstos na Resolução ANM 95/2022, foram elaboradas análises de estabilidade com parâmetro de resistência liquefeito do rejeito para definir a superfície freática que resulta em fator de segurança $FS = 1,10$. Esse nível de controle foi criado para monitorar as condições da barragem frente às exigências contidas no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante (SEMAD/FEAM), que solicita $FS \geq 1,10$ na condição liquefeita para permitir o início das obras de descaracterização. O nível de controle foi denominado "SEMAD/FEAM".

Para efeito de elaboração da carta de risco, considerou-se que todos os instrumentos serão mantidos durante as etapas de descaracterização da barragem, com exceção daqueles muito curtos, cujas cotas de fundo são mais altas do que a elevação da barragem em algumas das etapas da descaracterização. É possível que, durante o processo de descaracterização, alguns instrumentos sejam perdidos e/ou danificados. A retirada desses instrumentos das seções de controle não traz nenhum prejuízo ou mudança aos níveis de controle aqui apresentados.

A Tabela 9.2 apresenta os níveis de controle definidos para a instrumentação instalada na Barragem B1 – Mina Ipê, considerando as fases 12, 21 e 22 do projeto de descaracterização da estrutura.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Tabela 9.2 – Projeto de Descaracterização – Níveis de controle da instrumentação da Barragem B1 – Mina Ipê.

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 12				Etapa 21				Etapa 22			
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
INA-01	1.031,90	1.032,40	1.032,70	1.037,25	1.032,40	1.034,50	1.035,50	1.038,75	1.032,50	NE	NE	NE	NE
INA-02	1.031,64	1.037,50	1.038,50	1.045,00	1.035,50	1.040,50	1.043,00	1.045,50	1.036,00	NE	NE	NE	NE
INA-03	1.029,46	1.029,96	1.030,26	1.031,46	1.029,96	1.029,96	1.030,26	1.031,50	1.029,96	NE	NE	NE	NE
INA-03A	1.015,09	1.026,50	1.028,50	1.031,00	1.025,50	1.029,00	1.029,75	1.031,50	1.027,00	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
INA-04	1.033,25	1.033,75	1.034,05	1.040,00	1.033,75	1.033,75	1.038,00	1.041,00	1.033,75	NE	NE	NE	NE
INA-05	1.022,17	1.022,67	1.025,00	1.033,50	1.022,67	1.027,00	1.031,00	1.034,00	1.022,67	NE	NE	NE	NE
INA-06	1.021,78	1.037,50	1.038,50	1.045,00	1.035,50	1.040,50	1.043,00	1.045,50	1.036,00	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
INA-07	982,66	1.018,00	1.022,00	1.026,00	1.012,00	1.023,00	1.026,00	1.027,00	1.015,00	1.022,50	1.025,50	1.026,50	1.016,50
INA-08	959,70	Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico			
INA-09	1.006,41	1.026,00	1.028,00	1.040,00	1.012,00	1.033,00	1.038,00	1.041,00	1.013,00	1.026,50	1.027,00	1.027,50	1.017,50
INA-10	1.022,06	1.031,00	1.034,50	1.039,50	1.024,50	1.033,50	1.036,50	1.039,50	1.024,00	1.029,75	1.030,50	1.031,00	1.024,00
INA-11	1.000,00	1.016,00	1.023,00	1.028,50	1.000,50	1.022,00	1.026,00	1.028,50	1.003,00	1.027,00	1.029,00	1.031,00	1.007,00
INA-12	1.011,45	1.020,00	1.024,00	1.028,50	1.013,50	1.024,00	1.027,00	1.028,50	1.016,50	1.024,00	1.027,00	1.028,50	1.017,50
INA-13	992,35	1.012,00	1.017,00	1.021,00	998,50	1.016,00	1.018,00	1.021,00	1.000,00	1.017,50	1.019,50	1.021,50	1.004,00
INA-14	990,01	1.010,50	1.013,00	1.016,00	998,00	1.012,00	1.013,50	1.017,00	999,50	1.012,00	1.014,00	1.016,00	1.003,50
PZ-01	999,45	1.026,00	1.028,00	1.040,00	1.011,50	1.033,00	1.038,00	1.041,00	1.013,00	1.026,50	1.027,00	1.027,50	1.017,50
PZ-02	1.022,79	1.037,50	1.038,50	1.045,00	1.035,50	1.040,50	1.043,00	1.045,50	1.036,00	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
PZ-03	1.021,30	Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções			



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 12				Etapa 21				Etapa 22			
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
PZ-04	1.022,01	Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções			
PZ-05	991,86	1.022,50	1.025,00	1.033,50	1.004,50	1.027,00	1.031,00	1.034,00	1.005,50	NE	NE	NE	NE
PZ-06	998,06	1.022,50	1.025,00	1.033,50	1.004,50	1.027,00	1.031,00	1.034,00	1.005,50	NE	NE	NE	NE
PZ-07	991,96	Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico			
PZ-08	974,20	Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico			
PZ-09	1.017,02	1.030,50	1.032,00	1.036,50	1.029,50	1.033,50	1.034,50	1.037,75	1.032,00	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
PZ-10	1.025,47	1.030,50	1.032,00	1.036,50	1.029,50	1.033,50	1.034,50	1.037,75	1.032,00	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
PZ-11	982,30	1.016,00	1.023,00	1.028,50	1.000,50	1.022,00	1.026,00	1.028,50	1.003,00	1.027,00	1.029,00	1.031,00	1.007,00
PZ-12	1.010,87	1.026,00	1.028,00	1.030,00	1.025,00	1.028,25	1.029,00	1.030,75	1.026,50	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
PZ-13	1.024,15	1.026,00	1.028,00	1.030,00	1.025,00	1.028,25	1.029,00	1.030,75	1.026,50	1.028,25	1.029,00	1.030,00	1.030,00
PZ-14	989,66	1.016,00	1.023,00	1.028,50	1.000,50	1.022,00	1.026,00	1.028,50	1.003,00	1.027,00	1.029,00	1.031,00	1.007,00
PZ-15	1.009,29	1.018,00	1.022,00	1.026,00	1.012,00	1.023,00	1.026,00	1.027,00	1.015,00	1.023,00	1.026,00	1.027,00	1.016,75
PZ-16	1.010,14	Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico			
PZ-17	997,21	Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico				Instrumentos de monitoramento hidrogeológico			
PZ-18	1.008,03	Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções				Instrumentos fora das seções			
PZ-19	993,08	1.012,00	1.017,00	1.020,50	998,50	1.014,00	1.016,00	1.021,00	1.000,00	1.017,50	1.019,50	1.021,50	1.004,00
PZ-20	1.006,06	1.026,00	1.028,00	1.040,00	1.012,00	1.027,00	1.029,00	1.041,00	1.013,00	1.026,50	1.027,00	1.027,50	1.017,50



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

9.2 Rotina de Monitoramento

Devido às condições atuais de estabilidade da estrutura verificadas nas análises de estabilidade com carregamento não drenado e devido à complexidade de execução de um projeto de descaracterização, a equipe técnica da MMI e da empresa responsável pela realização das obras deverá seguir rigorosamente uma rotina de monitoramento, que terá como objetivo a avaliação da posição do nível d'água no rejeito do reservatório e fundações para avaliação da estabilidade da estrutura.

O nível d'água dos instrumentos existentes na estrutura deverá ser verificado diariamente durante o período de execução das obras. Já os instrumentos instalados especificamente para o monitoramento do lençol freático no rejeito antigo (INA-09 a INA-14, PZ-19 e PZ-20) deverão ser lidos em intervalos máximos de 04 (quatro) horas. Caso os instrumentos indiquem que a superfície freática se encontra abaixo do nível do rejeito antigo em todos os instrumentos, a obra poderá prosseguir normalmente. Caso contrário, a equipe da MMI ou outra equipe com profissionais qualificados deverá realizar uma análise de estabilidade para verificação do fator de segurança referente à freática medida.

A MMI deverá dispor de um profissional qualificado para atuação no centro de monitoramento com dedicação exclusiva aos instrumentos instalados na Barragem B1 – Mina Ipê. O encarregado deverá alertar a equipe de campo no caso de alterações abruptas nas leituras dos instrumentos automatizados instalados.

Com relação à rotina de monitoramento, a obra deverá ser **paralisada** sempre que:

- O fator de segurança avaliado com os dados atualizados da instrumentação não atender aos critérios mínimos descritos nesse projeto;
- O profissional do centro de monitoramento verifique alterações abruptas / anômalas na resposta dos instrumentos automatizados existentes;
- O profissional de campo verificar leituras anômalas nos instrumentos manuais;
- O profissional do centro de monitoramento verifique leituras anômalas não justificadas em qualquer um dos 02 (dois) sismógrafos instalados na barragem;
- A bomba de rebaixamento do lençol freático parar de operar por qualquer motivo;
- O profissional de campo identificar sinais/evidências de deformação nos taludes das ombreiras e áreas adjacentes;
- O fiscal da obra ou qualquer outro funcionário envolvido verificar sinais de deslocamento em campo, como o surgimento de fissuras nos elementos de concreto abertura de trincas nos maciços, entumescimento do solo etc.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

Sempre que ocorrer a paralisação da obra, a retomada dos serviços deverá ser feita com a autorização da projetista.

9.3 Cronograma

Na Figura 9.1 é apresentado o cronograma atualizado das obras de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê considerando desde os serviços preliminares e as obras de descaracterização propriamente dito.

Ressalta-se que será mantida a operação dos dois poços de bombeamento durante todas as etapas de descaracterização como condição de segurança para a operação. Este cronograma estará sujeito a atualizações conforme o andamento dos serviços.



BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

EDT	Nome da Tarefa	% concluída	Duração	Início	Término	2014 2019 2024 2029				
1	CRONOGRAMA DESCARACTERIZAÇÃO B1 - MINA IPÊ	54%	1572 dias	Qua 21/12/22	Sex 29/12/28					
1.1	INÍCIO	100%	0 dias	Qua 21/12/22	Qua 21/12/22					
1.2	PROJETO EXECUTIVO - BARRAGEM B1 - MINA IPÊ	100%	45 dias	Qua 21/12/22	Sex 24/02/23					
1.3	REFINAMENTO DO MODELO HIDROGEOLÓGICO	100%	103 dias	Qua 08/11/23	Sex 05/04/24					
1.4	SERVIÇOS PRELIMINARES	71%	1054,88 dias	Seg 02/10/23	Qua 27/10/27					
1.4.1	OBRAS E TRATATIVAS DE PREPARAÇÃO	71%	1054,88 dias	Seg 02/10/23	Qua 27/10/27					
1.5	MONITORAMENTO ENCOSTA NORTE	62%	1435 dias	Qui 25/05/23	Sex 08/12/28					
1.5.1	INSTALAÇÃO DOS MARCOS SUPERFICIAIS (CONTROLE DE DEFORMAÇÃO)	100%	40 dias	Seg 11/03/24	Seg 06/05/24					
1.5.2	CONTRATAÇÃO COMPLEMENTAR DEFOX (HEXAGON)	100%	6 dias	Seg 06/05/24	Ter 14/05/24					
1.5.3	TESTE COMPLEMENTAR DEFOX (HEXAGON)	100%	30 dias	Qui 04/07/24	Qui 15/08/24					
1.5.4	VIDEOMONITORAMENTO SEMPRE	100%	195 dias	Seg 01/09/25	Sex 29/05/26					
1.5.4.1	CONTRATAÇÃO SEMPRE	100%	169 dias	Seg 01/09/25	Sex 24/04/26					
1.5.4.2	IMPLANTAÇÃO SISTEMA SEMPRE	100%	24 dias	Seg 27/04/26	Sex 29/05/26					
1.5.5	MONITORAMENTO	47%	1234 dias	Seg 18/03/24	Sex 08/12/28					
1.5.6	EMISSÃO REVISÃO DE PROJETO R02	100%	126 dias	Qui 25/05/23	Qui 30/11/23					
1.5.7	PEER REVIEW (DIAGNÓSTICO)	100%	86 dias	Seg 01/12/25	Ter 31/03/26					
1.6	PERÍODO DE OBRAS	0%	649 dias	Seg 15/06/26	Sex 08/12/28					
1.6.1	REGULARIZAÇÃO TALUDE NORTE	0%	168 dias	Qua 17/02/27	Sex 08/10/27					
1.6.1.1	MOBILIZAÇÃO	0%	46 dias	Qua 17/02/27	Dom 04/04/27					
1.6.1.2	EXECUÇÃO	0%	134 dias	Ter 06/04/27	Sex 08/10/27					
1.6.1.2.1	PLANEJAMENTO	0%	2 dias	Ter 06/04/27	Qui 08/04/27					
1.6.1.2.2	PREPARAÇÃO	0%	2 dias	Ter 06/04/27	Qui 08/04/27					
1.6.1.2.3	RETALUDAMENTO	0%	103 dias	Sex 09/04/27	Qua 01/09/27					
1.6.1.2.4	DRENAGEM E PROTEÇÃO SUPERFICIAL	0%	27 dias	Qua 01/09/27	Sex 08/10/27					
1.6.2	FASE 1 - REMOÇÃO PARCIAL DO REJEITO DO RESERVATÓRIO	0%	84 dias	Seg 15/06/26	Sex 09/10/26					
1.6.2.1	EXECUÇÃO DE SUMP COM BASE NA ELEVACÃO 1.051,50 M	0%	40 dias	Seg 15/06/26	Seg 10/08/26					
1.6.2.2	REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO ATÉ A ELEVACÃO 1.041,40 M	0%	44 dias	Seg 15/06/26	Sex 14/08/26					
1.6.2.3	APROFUNDAMENTO DE SUMP EXISTENTE ATÉ ELEVACÃO 1.041,40 M	0%	44 dias	Seg 10/08/26	Sex 09/10/26					
1.6.3	FASE 2 - PRIMEIRO REBAIXAMENTO DO MACIÇO	0%	58 dias	Sex 02/04/27	Qua 23/06/27					
1.6.3.1	DEMOLIÇÃO DO EMBOQUE DO CANAL EXTRAVASOR EXISTENTE	0%	8 dias	Sex 02/04/27	Qua 14/04/27					
1.6.3.2	DEMOLIÇÃO / RETIRADA DA DESCIDA D'ÁGUA DA OMBREIRA DIREITA	0%	8 dias	Sex 02/04/27	Qua 14/04/27					



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

EDT	Nome da Tarefa	% concluída	Duração	Início	Término	2014	2019	2024	2029
1.6.3.3	DEMOLIÇÃO / RETIRADA DA INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE INSTALADA NA CRISTA DA BARRAGEM	0%	8 dias	Sex 02/04/27	Qua 14/04/27				
1.6.3.4	ESCAVAÇÃO DO MACIÇO ATÉ ELEVÇÃO 1.046,00 M	0%	25 dias	Qui 15/04/27	Qui 20/05/27				
1.6.3.5	CONSTRUÇÃO DE NOVO EMBOQUE PARA O SISTEMA EXTRAVASOR LIGADO AO CANAL EXISTENTE	0%	23 dias	Sex 21/05/27	Qua 23/06/27				
1.6.3.6	REINSTALAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE DA SATURAÇÃO RETIRADOS NA ETAPA 1.2.2.3	0%	23 dias	Sex 21/05/27	Qua 23/06/27				
1.6.4	FASE 3 - REMOÇÃO DO RESTANTE DO REJEITO DO RESERVATÓRIO	0%	80 dias	Qui 24/06/27	Qui 14/10/27				
1.6.4.1	EXECUÇÃO DE SUMP COM BASE NA ELEVÇÃO 1.037,70 M	0%	35 dias	Qui 24/06/27	Qui 12/08/27				
1.6.4.2	REMOÇÃO COMPLETA DO REJEITO DO RESERVATÓRIO FORA DA PROJEÇÃO DO 1º ALTEAMENTO	0%	44 dias	Sex 13/08/27	Qui 14/10/27				
1.6.4.3	APROFUNDAMENTO DE SUMP EXISTENTE ATÉ A COMPLETA REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO FPRA DA PROJEÇÃO DO 1º ALTEAMENTO	0%	44 dias	Sex 13/08/27	Qui 14/10/27				
1.6.5	FASE 4 - REMOÇÃO DO MACIÇO DO 1º ALTEAMENTO	0%	82 dias	Seg 03/04/28	Qua 26/07/28				
1.6.5.1	DEMOLIÇÃO DO EMBOQUE DO CANAL EXTRAVASOR EXISTENTE	0%	10 dias	Seg 03/04/28	Seg 17/04/28				
1.6.5.2	DEMOLIÇÃO / RETIRADA DA DESCIDA D'ÁGUA E CANALETAS EXISTENTES NA BERMA ELEV. 1.041,00 M	0%	15 dias	Seg 03/04/28	Seg 24/04/28				
1.6.5.3	DEMOLIÇÃO / RETIRADA DA INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE INSTALADA NA CRISTA DA BARRAGEM E NA BERMA ELEV. 1.041,00 M	0%	20 dias	Seg 03/04/28	Seg 01/05/28				
1.6.5.4	REMOÇÃO DO MACIÇO DO 1º ALTEAMENTO	0%	30 dias	Ter 02/05/28	Ter 13/06/28				
1.6.5.5	INSTALAÇÃO DE BUEIRO CONECTADO À BACIA DE DISSIPAÇÃO DO SISTEMA EXTRAVASOR ANTIGO	0%	30 dias	Qua 14/06/28	Qua 26/07/28				
1.6.6	FASE 5 - REMOÇÃO DO RESTANTE DOS REJEITOS	0%	96 dias	Qui 27/07/28	Sex 08/12/28				
1.6.6.1	REMOÇÃO DO ATERRO EM BLOCOS DO REFORÇO DE JUSANTE PARA BOTA-ESPERA	0%	23 dias	Qui 27/07/28	Ter 29/08/28				
1.6.6.2	REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO E DO MACIÇO INICIAL ATÉ A ELEVÇÃO 1.004,30 M	0%	30 dias	Qua 30/08/28	Qua 11/10/28				
1.6.6.3	CONSTRUÇÃO DE SUMP NA REGIÃO DE JUSANTE	0%	20 dias	Qui 12/10/28	Qui 09/11/28				
1.6.6.4	REVESTIMENTO DO TALVEGUE E SUMP COM ENROCAMENTO	0%	20 dias	Sex 10/11/28	Sex 08/12/28				
1.6.6.5	PROTEÇÃO DO RESTANTE DA ÁREA DO RESERVATÓRIO ESCAVADO A PARTIR DO PLANTIO DE VEGETAÇÃO	0%	20 dias	Sex 10/11/28	Sex 08/12/28				
1.6.6.6	PROTEÇÃO SUPERFICIAL DOS TALUDES NATURAIS	0%	20 dias	Sex 10/11/28	Sex 08/12/28				
1.7	PÓS-OBRA	0%	14 dias	Seg 11/12/28	Sex 29/12/28				
1.7.1	DESMOBILIZAÇÃO	0%	14 dias	Seg 11/12/28	Sex 29/12/28				

Figura 9.1 – Cronograma das obras de descaracterização da Barragem B1 – Mina Ipê.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

10. Plano de Ação

ID	AUDIT ORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.IP.000.01	TETRA TECH	23528-BB1I-ITG-RL080	Apresentar análises de estabilidade nas condições drenada e não drenada, e levando em consideração as solicitações sísmicas que possam atuar sobre a estrutura, avaliando as resistências de pico e residual para a geometria da barragem na atual etapa da obra: os Fatores de Segurança mínimos a serem atendidos são 1,5 para rupturas drenadas; 1,5 para rupturas não drenadas na situação de pico e 1,1 na situação residual. Ressalta-se que estes valores poderão ser revisados conforme as diretrizes técnicas emanadas de órgãos regulamentares competentes.	Crítico	-	27/03/2026	Em andamento	29-mai	-
B1.IP.000.02	TETRA TECH	23528-BB1I-ITG-RL080	Foi mencionado pela MMI na descrição da concepção do projeto que cada etapa está prevista para ser executada em um período seco (6 meses, de maio a outubro). Entretanto, no item 6.1 apresenta-se que o período seco será compreendido entre abril e setembro, sendo assim, é recomendada uma compatibilização das informações no documento pertinente. Oportuniza-se esclarecer que, em sua maioria, a obra deve acontecer predominantemente no núcleo do período de estiagem.	Normal	-	08/02/2026	Concluído	30-abr	Os períodos foram compatibilizados nos itens 5.1 e 5.5 do Relatório.
B1.IP.000.03	TETRA TECH	23528-BB1I-ITG-RL080	De acordo com o relatório trimestral, durante o mês de agosto/2024 foram realizados testes de vida na instrumentação instalada na estrutura. No caso dos instrumentos que não indicaram uma boa resposta após a realização do teste, foi realizada lavagem do instrumento (dezembro/2024) e em alguns até novo teste de vida (janeiro/2025). Após os testes, houve alteração no cadastro da cota de fundo de alguns instrumentos (fevereiro/2025), mas nenhum dispositivo precisou ser descartado ou substituído após os testes. A Tetra Tech recomenda que o relatório trimestral informe quais instrumentos apresentaram alterações e se as novas cotas atribuídas aos instrumentos foram incorporadas na última atualização dos níveis de controle.	Normal	-	08/02/2026	Concluído	30-abr	Informação atualizada no item 5.7.4.1.1.1 Teste de Vida INA's e Piezômetros.
B1.IP.000.04	TERR ACOT A	IPE.OP.RL.8000.GT.20.13 82	Realizar verificação do correto funcionamento do INA-03A e PZ-13.	Alerta	11-mar	30/04/2026	Em andamento	30-abr	No dia 26/03, foi realizado o teste de vida nos dois instrumentos citados, e ambos apresentaram bom funcionamento. Ver item 5.7.4.1.1.1 Teste de Vida INA's e Piezômetros.
B1.IP.001.03	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Apresentar documento com definição dos níveis de controle para os marcos superficiais ou justificativa com embasamento técnico para ausência.	Normal	13-mar	a definir	Em aberto	29-mai	-
B1.IP.001.05	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Apresentar nota técnica (ou nota de alteração de projeto, por exemplo) com a inclusão dos níveis de referência/controle para os sismógrafos presentes na estrutura.	Normal	13-mar	a definir	Em aberto	29-mai	-



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

ID	AUDIT ORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.IP.001.06	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Apresentar nota técnica ou parecer com as avaliações da estrutura a jusante, considerando a contribuição da Barragem B1 Ipê para o período chuvoso.	Crítico	13-mar	a definir	Em aberto	a definir	Aguardando retorno da Emicon, devido a mudança de Responsáveis Técnicos.
B1.IP.001.07	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Apresentar o dimensionamento e avaliação hidráulica da canaleta de contorno na margem esquerda que deságua a drenagem interna e os poços de bombeamentos até o extravasor de emergência da Barragem B1A Emicon.	Crítico	13-mar	a definir	Em aberto	30-abr	Ver no ANEXO B.
B1.IP.001.08	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Implementar sistema de videomonitoramento para acompanhamento do Talude Norte.	Normal	13-mar	a definir	Em aberto	a definir	O CONTRATO está em assinatura pela EMPRESA SEMPRE.
B1.IP.001.09	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.14 45	Recomenda que o projeto seja adequado em relação a manutenção da borda livre de 1,0 m e do risco hidrológico durante as etapas de escavação ou se apresente justificativa com embasamento técnico para manutenção de valor inferior, em relação à PMP.	Alerta	13-mar	a definir	Em aberto	29-mai	-



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

11. Assinaturas

- Responsável técnico pelo projeto de descaracterização:

DocuSigned by:

9A6C785904BE42F...
Elias Josafá Cota
Engenheiro Civil / Geotécnico
RNP 1403750408 (CREA-MG)

- Responsável técnico pelas Barragem B1 – Mina Ipê:

Assinado por:

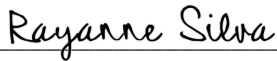
364BC02948CD441...
Wellington Pereira Maximiano
Coordenador de Geotecnia / Engenheiro Civil
RNP 1411469151 (CREA-MG)

- Responsável técnico pelo relatório e acompanhamento das obras:

Signed by:

70FC658D532543C...
Roberto Pasquale da Cruz Trotta
Gerente de Geotecnia e Geologia
RNP 2016517646 (CREA-MG)

- Responsável pela elaboração do relatório:


Rayanne Emanuele Silva
Engenheira de Minas
RNP 142080606 (CREA-MG)



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1 – MINA IPÊ
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1672

12.Anexos

ANEXO A – ART – PROJETO EXECUTIVO DE DESCARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM B1 – MINA IPÊ.

Formato: PDF
(2 PÁGINAS)

ANEXO B – ART – ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRA – B1 – MINA IPÊ (ABRIL/26 A JULHO/26).

Formato: PDF
(2 PÁGINAS)

ANEXO C – ART - RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO – B1 – MINA IPÊ (ABRIL/26 A JUNHO/26).

Formato: PDF
(2 PÁGINAS)

