



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1297				BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO																	
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						163					188				
114	X	X				139						164					189				
115	X	X				140						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	B	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.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.							
DATA	13/04/2026	29/04/2026																			
EXECUTADO	RES	RES																			
VERIFICADO	WPM	WPM																			
APROVADO	RPT	RPT																			



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

SUMÁRIO

1.	Introdução	5
2.	Documentos de Referência	6
3.	Códigos e Normas	8
4.	Ficha Técnica do Empreendimento	9
4.1	Identificação do Empreendedor	9
4.2	Identificação do Empreendimento.....	9
4.3	Endereço para Envio de Correspondência	9
4.4	Identificação do Representante Legal do Empreendimento.....	9
4.5	Responsável Técnico pela Segurança da Barragem	9
4.6	Responsável Técnico pela Elaboração do Projeto para Descaracterização	10
4.7	Equipe técnica responsável – CMG – Centro de Monitoramento Geotécnico	10
4.8	Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização.....	11
4.9	Localização da Barragem.....	11
4.10	Função atual.....	12
4.11	Características Gerais	12
4.12	Classificação da Barragem.....	16
5.	Projeto de Descaracterização	22
5.1	Descrição do Projeto	23
5.2	Alterações de Projeto.....	29
5.3	Atividades Complementares.....	29
5.4	Cronograma	30
5.5	Riscos Geológicos-Geotécnicos.....	32
5.6	Condição da Estrutura no Período Avaliado	32
5.6.1	Inspeções de Campo	33
5.6.2	Anomalias Detectadas Durante as Inspeções	33
5.6.3	Plano de Ação para Anomalias	35
5.6.4	Instrumentação Instalada na Barragem	35
5.6.4.1	Leituras Instrumentação	52
5.6.4.1.1	Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros.....	52
5.6.4.1.1.1	Protocolo de Ações – TARP (Plano de Ação e Respostas).....	55
5.6.4.1.2	Indicador de Vazão	57
5.6.4.1.3	Prismas de Monitoramento	57
5.6.4.1.4	Marcos de Controle de Deslocamento	62
5.6.4.1.5	Inclinômetros	65
5.6.5	Análise de Estabilidade	70



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

5.6.5.1	Premissas adotadas nas Simulações	70
5.6.5.2	Sismicidade do Local da Barragem	73
5.6.5.3	Definição da Condição da Superfície Freática	78
5.6.5.4	Parâmetros de Resistência	81
5.6.5.5	Resultados	84
5.7	Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização	107
5.7.1	Controle de Emissão de Materiais Particulados para a Atmosfera	107
5.7.2	Monitoramento da Qualidade do Ar.....	109
5.7.3	Controle de Emissão de Gases Poluentes.....	112
5.7.3.1	Controle das Emissões Geradas pelo Funcionamento de Motor a Diesel	112
5.7.3.2	Monitoramento de Fumaça Preta.....	112
5.7.4	Controle de Emissão de Ruídos Ambientais e Avaliação dos Níveis de Vibração	113
5.7.4.1	Ruídos Ambientais.....	116
5.7.4.2	Vibrações	117
5.7.5	Controle de Alteração da Dinâmica de Drenagem de Águas Pluviais	119
5.7.6	Monitoramento da Qualidade da Água.....	120
5.7.7	Gestão de Resíduos Sólidos	122
5.8	Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização	123
5.9	Rotina de Monitoramento	125
6.	Obras de Descaracterização	126
6.1	Medidas Adotadas para Descaracterização	126
6.2	Materiais de Empréstimo	126
6.3	Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes	127
6.3.1	Estabilidade Física	127
6.3.2	Estabilidade Química	127
6.4	Protocolos Adotados para Garantia da Segurança dos Trabalhadores Durante as Obras 127	
6.5	Controle Pós-obra de Descaracterização	129
7.	Plano de Ação.....	131
8.	Assinaturas	136
9.	Anexos	137



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

1. Introdução

O presente documento corresponde ao Relatório Técnico de Acompanhamento do Processo de Descaracterização da Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico, referente aos meses de **novembro/2025 a fevereiro/2026**, 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-Auxiliar - Mina Tico-Tico, o qual foi emitido em setembro 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 estão com previsão para iniciar mobilização das equipes e equipamentos em abril de 2026, porém conforme cronograma as escavações terão início em junho/2026.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

2. Documentos de Referência

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

- Planilhas e gráficos de monitoramento dos instrumentos da barragem "INSTRUMENTACAO_B1_AUXILIAR_PV'S.xlsx", "INSTRUMENTACAO_B1_AUXILIAR.xlsx", "INSTRUMENTACAO_B1_ECOLOGICA.xlsx", "PLUVIOMETRIA_TICO-TICO_2025.xlsx", "PLUVIOMETRIA_TICO-TICO_2026.xlsx", "PLAN_MARCO_SUP_B1ECO.xlsx". Mineração Morro do Ipê. 31/03/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1371_r1 – Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR) – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico – ANM – 1º Semestre de 2026. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Março/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1438_r1 – Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança de Barragens (RTESB) – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico – FEAM – 1º Semestre de 2026. Dam Projetos de Engenharia Ltda. Março/2026;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.554_r4 – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico – Níveis de Controle da Instrumentação – Carta de Risco. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Março/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.761_r1 – Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico de Consolidação de Dados. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.762_r1 – Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico de Diagnóstico da Estrutura. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.763_r1 – Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.764_r0 – Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Especificação Técnica. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.765_r1 – Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Planilha de Quantidades. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.DE.8000.GT.20.760_r1 a IPE.OP.DE.8000.GT.20.784_r1 e IPE.OP.DE.8000.GT.20.1027_r0 a IPE.OP.DE.8000.GT.20.1031_r0 – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Desenhos do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Dezembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1363_r0 - Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico - Projeto



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Executivo de Descaracterização – Reforço Parcial. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Janeiro/2026;

- IPE.OP.DE.8000.GT.20.1438_r0 a IPE.OP.DE.8000.GT.20.1440_r0 – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Reforço Parcial - Desenhos do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Janeiro/2026;



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

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 - Consolidada 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 13.028/2024 - 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-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

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: casaipe@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: casaipe@ipemineração.com

4.3 Endereço para Envio de Correspondência

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



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

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 – CMG – Centro de Monitoramento Geotécnico

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-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

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
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
Mateus Carlos de Almeida	Eng. Hídrico	1410501485	Revisão dos estudos Hidrológicos e hidráulicos

4.9 Localização da Barragem

A Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico localiza-se no vale do córrego Olaria, no município de Igarapé-MG, em torno das coordenadas UTM (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S) 574.430m E e 7.776.830m N. A estrutura situa-se a jusante da Barragem B2 – Mina Tico-Tico (B2TT) e a montante da estrutura descaracterizada, denominada Barragem B1-Ecológica – Mina Tico-Tico (B1 Tico-Tico).

Na Figura 4.1 é apresentada a localização da barragem.

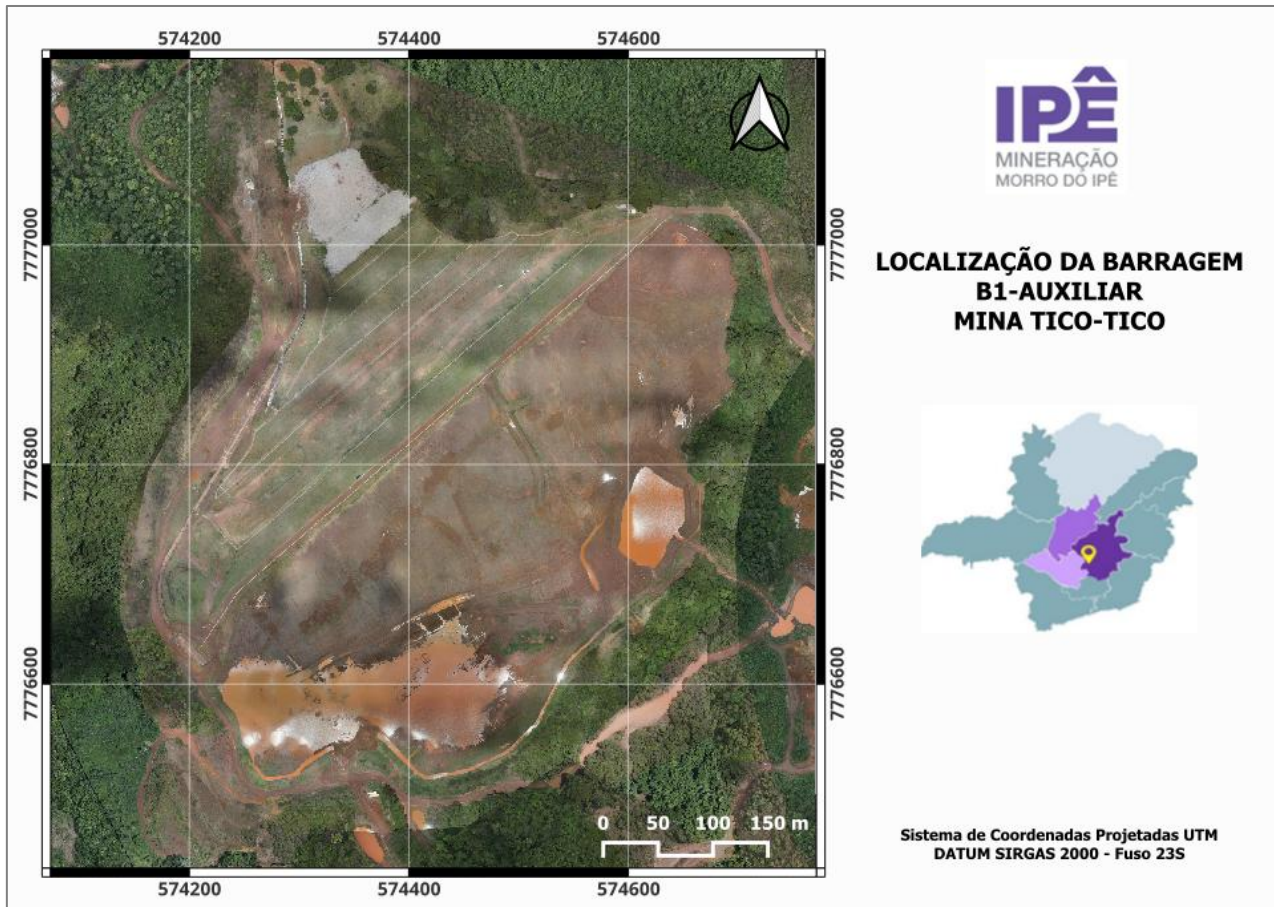


Figura 4.1 – Localização da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

4.10 Função atual

As funções da barragem englobavam: a disposição de rejeitos do beneficiamento de minério de ferro, classificados de acordo com a norma NBR 10.004 como 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 8011/2021, 8019/2021, 8027/2021 e 8035/2021.

O lançamento de rejeitos na barragem foi paralisado em janeiro de 2019. A tubulação de rejeito e os espigotes foram removidos e a estrutura encontra-se descomissionada e desativada conforme consta na Resolução ANM nº 95/2022, Art. 2º VIII.a e IX e no Art. 3º do Decreto Estadual 48.140/2021, a operação de disposição de rejeitos não será retomada. A Barragem será descaracterizada conforme cronograma planejado e detalhado neste relatório.

4.11 Características Gerais

A Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico foi construída em 7 (sete) etapas, sendo o maciço inicial na El. 963,0 m, um alteamento a jusante na El. 983,0 m e cinco alteamentos a montante até a elevação final 1.011,00 m.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

As principais características da barragem são apresentadas na Tabela 4.1, atualizadas a partir dos levantamentos topográficos IPE.OP.DF.8000.GT.20.008.A_R1.dwg e IPE.OP.DF.8000.GT.20.024.B.dwg, sendo que a Figura 4.2 apresenta a imagem de satélite da estrutura e a Figura 4.3 apresenta a seção C-C' de maior altura da barragem.

Tabela 4.1 – Principais características da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

DADOS GERAIS	
Nome da Estrutura	Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico
Código FEAM	402
Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento	Latitude: -20°06'12.700" Longitude: -44°17'17.500"
Coordenada projetada (UTM) do ponto central da crista do barramento (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S)	574.430m E / 7.776.830m N
Finalidade do Barramento	Armazenamento de Rejeito Fino de Minério de Ferro (Desativada)
Ano de Início de Implementação	2007
Ano de Início de Operação	2007
Ano de Término de Operação	2019
Ano de Término de Descaracterização	2027 (previsão)
Situação (status) de operação atual da barragem	Em descaracterização (projeto)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Volume Total = Reservatório + maciços (m ³)	4.258.447 (*)
Capacidade total do reservatório (m ³)	3.116.656 (*)
Volume do reservatório ocupado com rejeitos (m ³)	2.659.653 (*)
Área do reservatório (m ²)	139.000
Elevação do coroamento (m)	1.011,0
Elevação do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)	930,0
Altura atual da barragem (m)	81,0
Extensão do coroamento (m)	570,0
Largura do coroamento (m)	6,0
Largura das bermas (m)	Variável, mínimo de 3,0
Alteamentos realizados e métodos empregados;	Alteamentos a jusante e a montante
Inclinação geral do talude jusante	2,5(H):1(V) (21,6°)
Inclinação talude de montante	2,0(H):1(V) (32°)
Elevação da soleira do vertedouro operacional (m)	1.007,00
Elevação da soleira do vertedouro de emergência (m)	1.009,40
Nível d'água máximo <i>maximorum</i> (PMP) (m)	1.010,19
Borda livre mínima (PMP) (m)	0,82 (1,19)**
Descarga do vertedouro (PMP) (m ³ /s)	7,87
Capacidade de descarga do vertedouro (m ³ /s)	22,00
Área da bacia de contribuição (km ²)	1,061

(*) Volumes obtidos da análise e interpretação dos levantamentos topográficos de "As Built" das diversas etapas construtivas e do levantamento de ocupação atual do reservatório (IPE.OP.DF.8000.GT.20.008.A_R1.dwg).

(**) Valores considerando a instalação da barreira *New Jersey*, a partir de levantamento fornecido pela MMI (NEW JERSEY-B1-AUX_18FEV25.dwg). Elevação mínima do topo da barreira *New Jersey* implantada = 1.011,38 m.

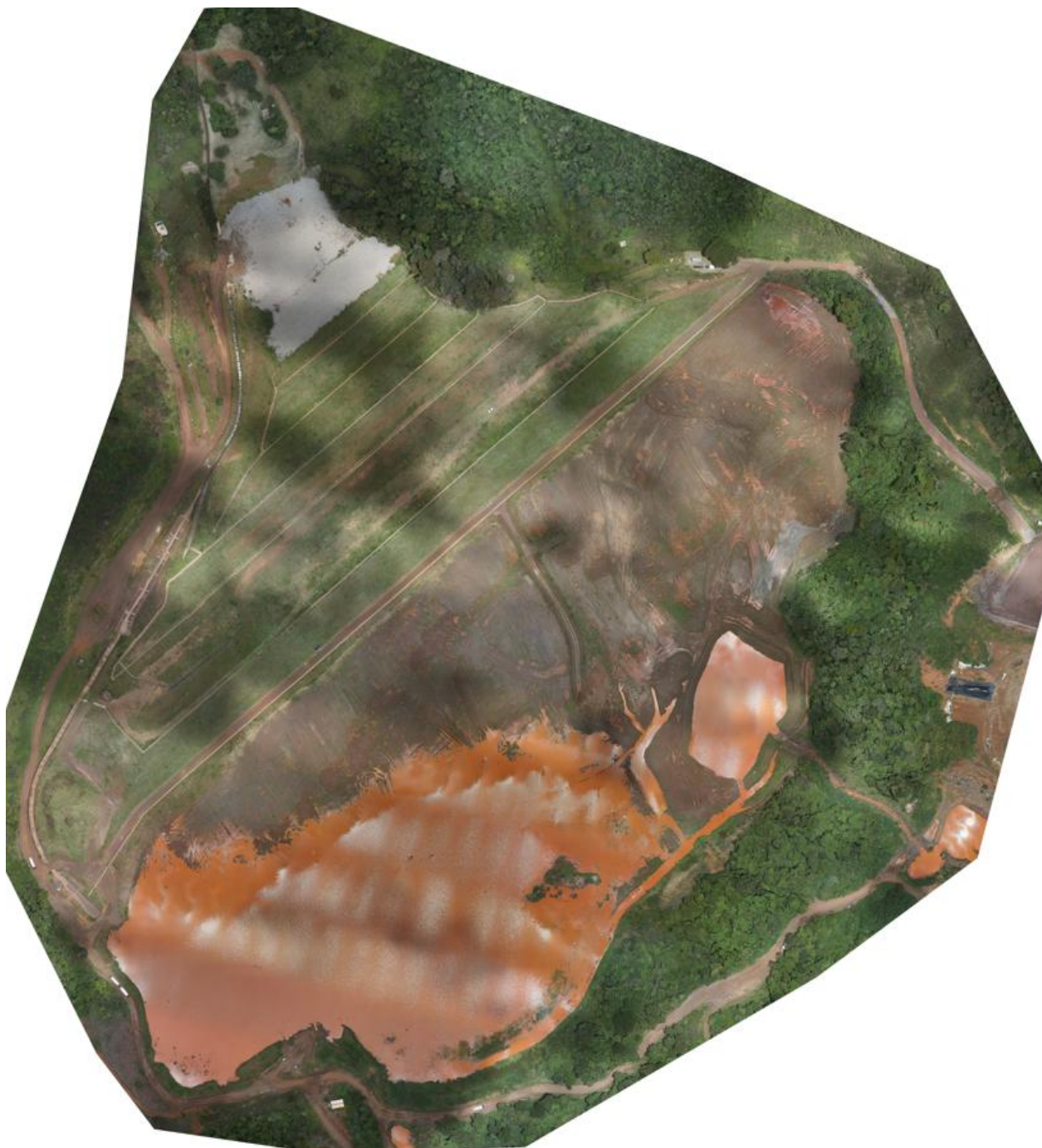


Figura 4.2 – Imagem da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico. (Fonte: Ortofoto MMI – Janeiro/2026).

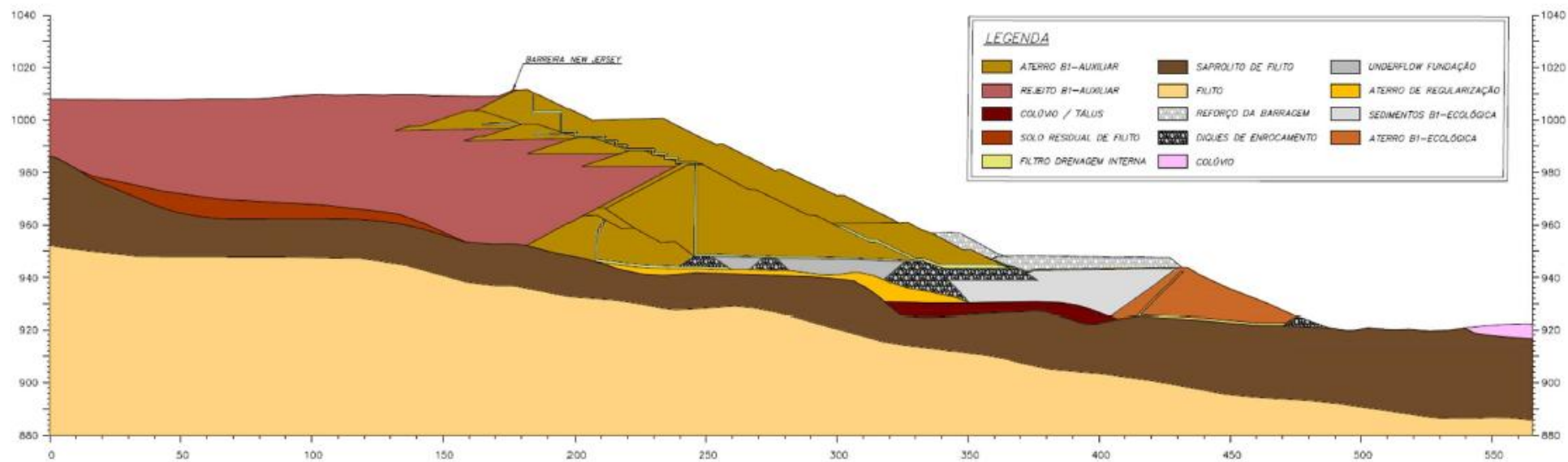


Figura 4.3 – Seção de maior altura C-C' da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

4.12 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-Auxiliar – Mina Tico-Tico foi classificada, conforme RTESB referente ao 1º semestre de 2026 (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1438), com Potencial de Dano Ambiental Alto e Categoria de Risco Baixo, conforme tabelas a seguir.

Tabela 4.2 – Categoria de Risco (resíduos e rejeitos de mineração).

CATEGORIA DE RISCO		
1	Características Técnicas (CT)	19
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança da Barragem (PS)	0
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		19
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 4.3 – 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	5
PONTUAÇÃO TOTAL (PDA)		23
CLASSIFICAÇÃO DE DANO		ALTO
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	PDA
	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$7 < PDA < 13$
	BAIXO	≤ 7



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Tabela 4.4 – 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 ≤10m (0)	Comprimento ≤50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
10m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (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)
30m ≤ Altura ≤ 60m (4)	200m ≤ Comprimento ≤ 600m (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 > 60m (7)	Comprimento > 600m (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) = 19				

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Tabela 4.5 – 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-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Tabela 4.6 – 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 - PSB				
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-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Tabela 4.7 – 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 m³ (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) = 23			



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

Tabela 4.8 - 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



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

5. Projeto de Descaracterização

- O conceito do projeto de descaracterização é o de contrapilhamento da estrutura (aterro de reforço) até o nível do coroamento com estéril rochoso (enrocamento de itabirito compacto), o preenchimento e a regularização do reservatório com rejeito filtrado e a selagem da superfície final com solo argiloso;
- Os fatores de segurança exigidos para a condição de carregamento não drenado de pico ($FS \geq 1,3$) e não drenado liquefeito ($FS \geq 1,1$) já são atendidos em todas as seções de controle da barragem antes mesmo de se iniciar as obras de descaracterização. Considerando a superfície freática atual, o fator de segurança exigido para a condição de carregamento não drenado de pico ($FS \geq 1,5$), a ser obtido ao final das obras de descaracterização, também já são atendidos em todas as seções;
- O projeto de descaracterização foi concebido para ser executado em quatro etapas macro: sendo a primeira com a construção do canal extravasor/condutor pela ombreira esquerda; a segunda etapa compreende a regularização do reservatório com rejeito filtrado, a selagem da superfície final com solo argiloso e construção do canal de coleta sobre o reservatório; a terceira etapa consiste no tamponamento do sistema extravasor operacional; e a quarta etapa se resume na construção do aterro de reforço com enrocamento até o nível do coroamento;
- As etapas estão previstas para serem executadas principalmente durante os períodos secos, com duração mínima de 6 meses (abril a setembro), podendo se estender em função das condições climáticas e fase da obra desde que haja tempo hábil para atender as premissas de conclusão de cada etapa e não comprometa a condição de segurança da barragem;
- Caso seja necessário ampliar o prazo total de execução das obras ou realizar adequações criando outras fases intermediárias, tais condições deverão ser reavaliadas caso a caso e, se necessário, com elaboração de estudos e projetos específicos de forma a atender as exigências normativas vigentes à época;
- O projeto considera que as escavações para tratamento de fundações e a execução dos aterros será realizada com a utilização de equipamentos convencionais de terraplenagem (escavadeiras hidráulicas, tratores de esteira, motoniveladoras 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 volume total geométrico de aterro previsto para execução do reforço da estrutura, desconsiderando-se o fator de empolamento, é de aproximadamente 1.229.140 m³;
- O projeto de descaracterização abrange exclusivamente a área da barragem, ombreiras e o reservatório;
- Os acessos projetados consideraram rampa máxima de 12%. Os acessos existentes nas



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

áreas adjacentes à estrutura já se mostraram com capacidade operacional tendo em vista as diversas etapas construtivas da barragem e, mais recentemente, no uso desses acessos para a construção dos aterros de reforço com enrocamento;

- A superfície final do reservatório deverá receber camada impermeabilizante (selo) de solo argiloso, preferencialmente laterítico, compactado em camadas de no máximo 25 cm de material solto até obter espessura final mínima de 50 cm, grau de compactação de 98% do PN e ter as declividades indicadas no projeto de forma a direcionar os fluxos incidentes nesta superfície para o canal de condutor;

5.1 Descrição do Projeto

O projeto de descaracterização da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico se constitui basicamente no contrapilhamento da estrutura (aterro de reforço) até o nível do coroamento com estéril rochoso (enrocamento de itabirito compacto), o preenchimento e a regularização do reservatório com rejeito filtrado e com selagem da superfície final com solo argiloso, além da construção do canal de desvio (canal de contorno) da drenagem superficial que não permitirá a formação de lago na estrutura e, por fim, o tamponamento do extravasor operacional.

A execução das obras que envolvem escavações e aterro poderá ser realizado a partir de métodos e equipamentos convencionais de terraplenagem, com utilização de escavadeiras hidráulicas, tratores de esteira e caminhões para o transporte dos materiais.

Durante as etapas de regularização do reservatório, os fluxos incidentes e de contribuições de nascentes continuarão a ser direcionados para o sistema extravasor operacional utilizando os canais de contorno existentes. Também deverá ser mantido em condições de uso o sistema de bombeamento existente junto à margem esquerda, com capacidade para direcionar as águas para o interior do sistema extravasor operacional.

As escavações para construção do canal sobre o reservatório serão realizadas em camadas com aproximadamente 2,0 m de espessura que se estendem por toda a largura da área a ser descaracterizada. A escavação será feita a partir das proximidades do emboque do sistema extravasor de emergência (ombreira esquerda) avançando em direção ao fundo do reservatório. Transversalmente ao reservatório, a superfície será regularizada com 0,5% de declividade a partir do coroamento e das margens em direção ao canal.

Não se espera problemas construtivos para a execução dessas escavações, tanto em função da posição da superfície freática indicada pela instrumentação de controle, quanto pela experiência



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1619 - Revisão 00

recente para a impermeabilização do reservatório com lona de PEBD, quando não se verificou qualquer dificuldade para o tráfego da motoniveladora durante a realização da regularização da superfície. Ressalta-se ainda que a maior parte da escavação prevista será executada no aterro de regularização do reservatório.

Caso se verifique, em qualquer camada, que o rejeito se encontra com elevada saturação comprometendo o andamento dos serviços (escavação e tráfego de caminhões), deverá ser executada inicialmente uma vala longitudinal principal de forma a desaguar o rejeito. Esta vala deverá ter declividade mínima (0,5%) que direcione o fluxo em direção a um *sump* operacional onde deverá ser instalado sistema de bombeamento.

Os taludes das escavações no rejeito para a construção do canal deverão ter inclinação correspondente a 3H:1V.

Em termos gerais, o projeto de descaracterização será realizado em quatro etapas macro compreendendo:

- **Etapa 1** – Construção da estrutura em concreto armado do canal extravasor ao longo da ombreira esquerda da barragem;
- **Etapa 2** – Conformação e drenagem da área do reservatório. Envolve a regularização da superfície com aterro de rejeito filtrado, a escavação para construção do canal principal e canais secundários e interligação com o trecho em concreto, execução de selo com solo argiloso, revestimento dos canais sobre o reservatório com gabiões colchão;
- **Etapa 3** – Tamponamento do sistema extravasor operacional;
- **Etapa 4** – Execução do aterro de reforço. Abrange também a realização de supressão vegetal, tratamento das fundações e construção de dispositivo de drenagem interna. A construção do aterro de reforço está prevista para ser executada em um período de 3 (três) anos – 2026 a 2028.

As etapas macro 1, 2 e 4 do projeto de descaracterização descritas acima são representadas respectivamente na Figura 5.1, Figura 5.2 e Figura 5.3.

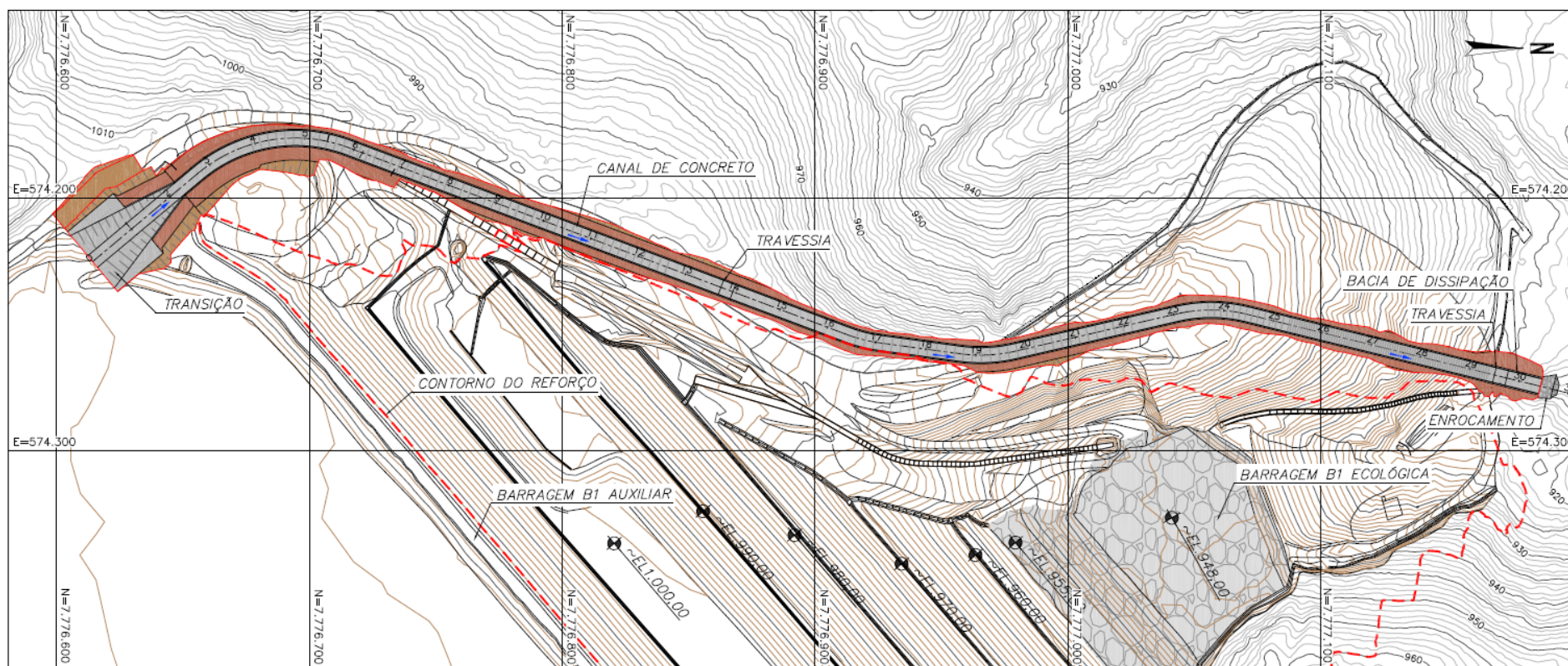


Figura 5.1 – Etapa 1 – Construção do canal na ombreira esquerda.

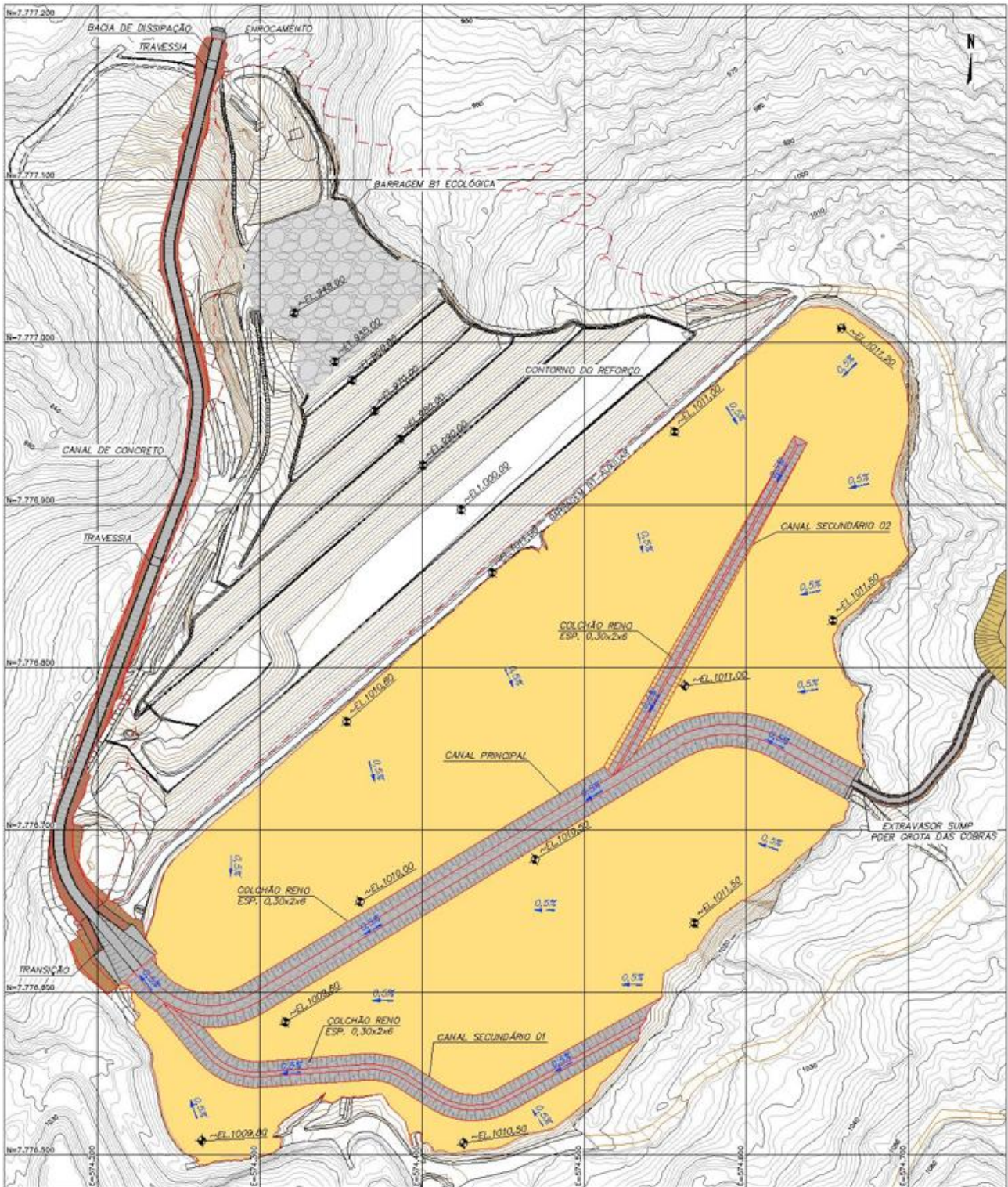


Figura 5.2 – Etapa 2 – Conformação e drenagem da área do reservatório.

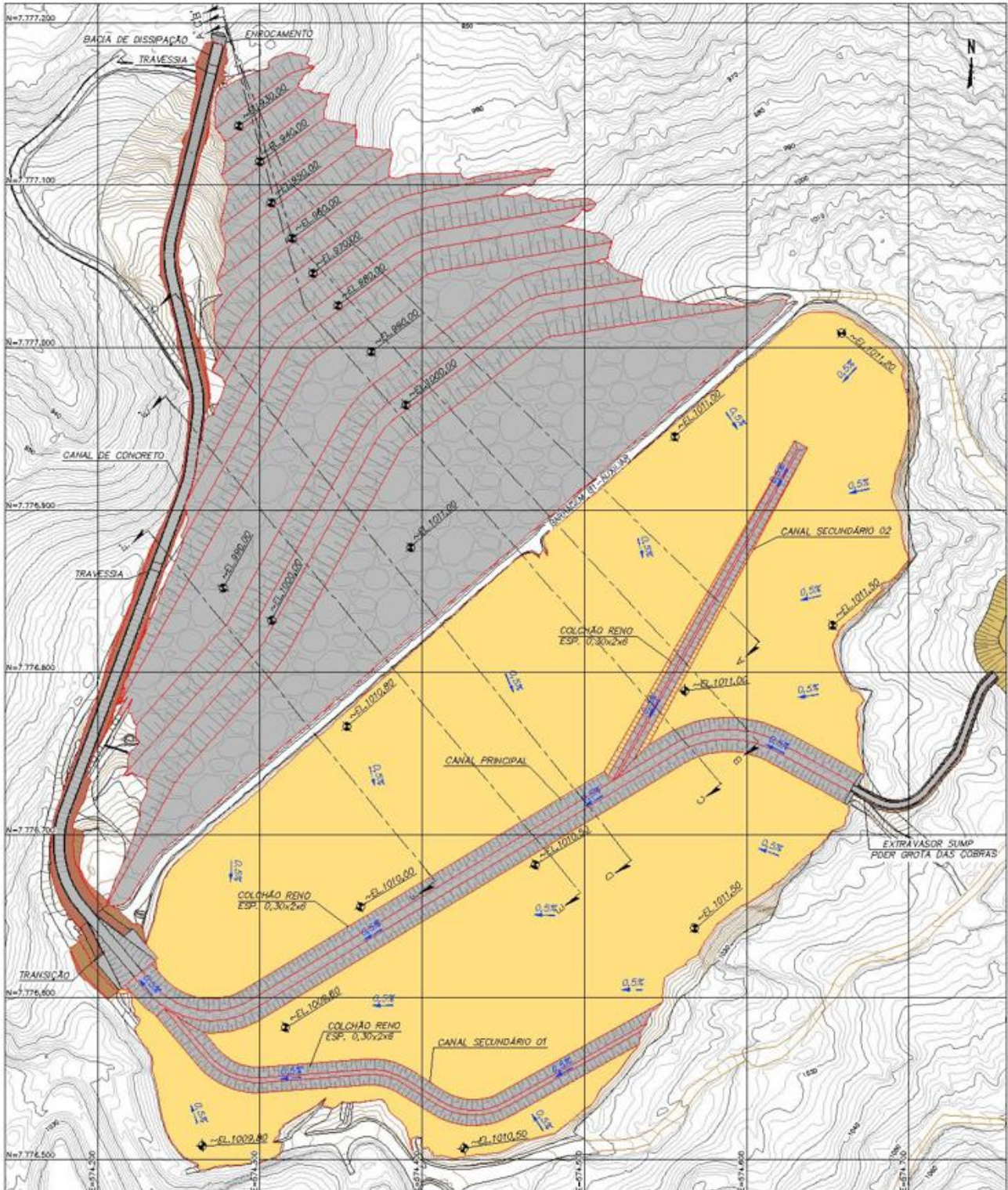


Figura 5.3 – Etapa 4 (Condição Final) – Execução do aterro de reforço.

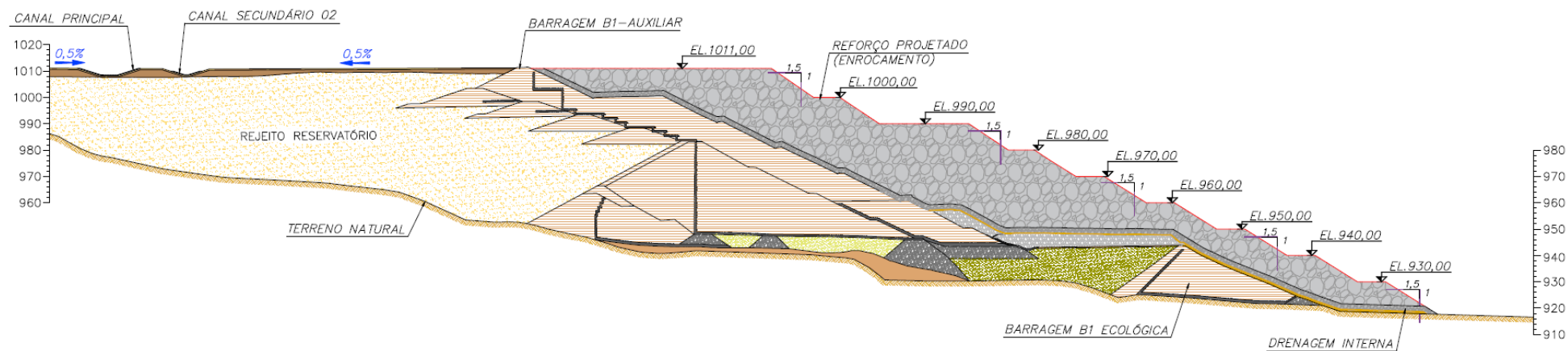


Figura 5.4 – Seção transversal C-C' após a conclusão das obras de descaracterização.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.2 Alterações de Projeto

Durante o período avaliado, foi concluída a revisão do Projeto do Canal de Desvio e do Paramento Pétreo. A revisão citada acima foi elaborada devido à falta de áreas disponíveis para disposição do material estéril rochoso (itabirito compacto) a curto prazo, a Mineração Morro do Ipê (MMI) solicitou a elaboração de estudo para concepção de geometria de modo que permita antecipar parte do aterro de reforço da obra de descaracterização da barragem.

Para a definição da solução foi elaborado um estudo de alternativas considerando a execução parcial de aterro com material rochoso estéril dentro dos limites da geometria do reforço final e a manutenção das estruturas atuais existentes.

Paralelamente, encontra-se em elaboração a revisão do Canal de Desvio, conforme a alternativa escolhida.

5.3 Atividades Complementares

Durante o mês de **novembro/25**, no decorrer da quinzena e com o suporte da equipe da empresa terceirizada, foi realizada a vedação do stoplog, utilizando material pertencente à própria estrutura. Ademais, durante a semana, com o apoio da equipe da BRS, foi executada a manutenção da calafetação das barreiras New Jersey, visando à melhoria das condições de vedação e à integridade do sistema.

No mês de **dezembro/25**, durante a quinzena, com o suporte da equipe da R3, foi implantado um dreno do tipo "charuto", com a finalidade de direcionar o fluxo de água de maneira controlada e segura. Complementarmente, durante a semana, com o apoio da equipe da BRS, foi realizada a roçada da estrutura, contribuindo para a adequada manutenção das áreas operacionais.

Em **janeiro/26**, com o suporte da equipe da BRS, foi realizada a limpeza da vertente no período de 05 a 07 de janeiro, considerando o tempo necessário para o processo de decantação da água, de forma a garantir a eficácia da atividade. Ainda ao longo da quinzena, foram executados os serviços de roçada e poda nas áreas previstas, com o objetivo de manter o controle da vegetação. As atividades contemplaram o corte da vegetação rasteira e a remoção de galhos excedentes.

No mês de **fevereiro/26**, durante a quinzena, em conjunto com a equipe da BRS, foram realizadas atividades de poda e limpeza das canaletas, visando assegurar o adequado escoamento das águas pluviais. Paralelamente, foram executados os serviços de roçada e poda nas áreas previstas, abrangendo o corte de vegetação rasteira e a remoção de galhos excedentes. Adicionalmente, em função do período chuvoso, foi realizada a abertura do stoplog



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

com o objetivo de reduzir os níveis de água do reservatório, possibilitando o aumento da capacidade de escoamento e promovendo maior segurança hidráulica da estrutura.

5.4 Cronograma

Na Figura 5.5 é apresentado um cronograma das obras de descaracterização da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico considerando desde os serviços preliminares, às obras de descaracterização propriamente dito e o período pós-obras de monitoramento ativo.

Este cronograma deverá ser atualizado de acordo com o andamento dos serviços.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Nome da Tarefa	% concluída	Duração	Início	Término	Predecessoras	Cronograma				
						2014	2019	2024	2024	2029
CRONOGRAMA DESCARACTERIZAÇÃO B1-AUXILIAR - MINA TICO-TICO	30%	1790 dias	Qua 21/12/22	Qua 31/10/29						
INÍCIO	100%	0 dias	Qua 21/12/22	Qua 21/12/22						
PROJETO EXECUTIVO - BARRAGEM B1-AUXILIAR - MINA TICO-TICO	100%	194 dias	Qua 21/12/22	Sex 29/09/23	2					
OBRAS COMPLEMENTARES	100%	101 dias	Qui 11/01/24	Sex 31/05/24	2TI+260 dias					
PEER REVIEW (DIAGNÓSTICO)	100%	86 dias	Seg 01/12/25	Ter 31/03/26	2TI+752 dias					
PEDIDO DE DOCUMENTAÇÃO FEAM	100%	5 dias	Seg 22/04/24	Seg 29/04/24	2TI+332 dias					
REVISÃO DE PROJETO R02	100%	174 dias	Seg 29/04/24	Sex 27/12/24	2TI+337 dias					
REVISÃO DE PROJETO R03 (CANAL DE DESVIO E PARAMENTO PÉTREO)	100%	109 dias	Seg 17/11/25	Sex 17/04/26	2TI+742 dias					
CONTRATAÇÃO DE EMPREITEIRA	25%	129 dias	Seg 01/12/25	Sex 29/05/26	2TI+752 dias					
SERVIÇOS PRELIMINARES	100%	208 dias	Seg 23/10/23	Sex 16/08/24						
ADEQUAÇÃO DO SISTEMA EXTRAVASOR DE EMERGÊNCIA (PMP)	100%	40 dias	Seg 23/10/23	Sex 22/12/23	2TI+208 dias					
IMPERMABILIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO RESERVATÓRIO	100%	208 dias	Seg 23/10/23	Sex 16/08/24	2TI+208 dias					
DESCARACTERIZAÇÃO	0%	397 dias	Qua 22/04/26	Sex 29/10/27						
ETAPA 1 - CONSTRUÇÃO DO SISTEMA EXTRAVASOR	0%	153 dias	Qua 22/04/26	Seg 23/11/26						
REMOÇÃO BLOCO OMBREIRA ESQUERDA	0%	12 dias	Qua 22/04/26	Sex 08/05/26	2TI+854 dias					
INSTALAÇÃO DOS SUMPS DE JUSANTE	0%	89 dias	Seg 11/05/26	Sex 11/09/26	15TI+1 dia					
MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS	0%	19 dias	Seg 01/06/26	Sex 26/06/26	9TI+1 dia					
SUPRESSÃO VEGETAL	0%	21 dias	Sex 29/05/26	Seg 29/06/26	15TI+15 dias					
ESCAVAÇÕES	0%	21 dias	Seg 29/06/26	Ter 28/07/26	19					
REGULARIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES	0%	15 dias	Ter 28/07/26	Ter 18/08/26	20					
POSICIONAMENTO DE FORMAS E ARMADURAS	0%	50 dias	Ter 18/08/26	Ter 27/10/26	21					
CONCRETAGEM	0%	50 dias	Seg 14/09/26	Seg 23/11/26	22II+19 dias					
REMOÇÃO DE FORMAS	0%	0 dias	Seg 28/09/26	Seg 28/09/26	23II+10 dias					
REATERRO COMPACTADO PARA RECOMPOSIÇÃO DAS ESCAVAÇÕES EXTRAS	0%	0 dias	Ter 29/09/26	Ter 29/09/26	24TI+1 dia					
ETAPA 2 - CONFORMAÇÃO E DRENAGEM DO RESERVATÓRIO	0%	206 dias	Qui 14/01/27	Sex 29/10/27						
ETAPA 3 - TAMPONAMENTO DO SISTEMA EXTRAVASOR OPERACIONAL	0%	76 dias	Qui 15/07/27	Sex 29/10/27						
ETAPA 4 - EXECUÇÃO DO ATERRO DE REFORÇO	0%	349 dias	Seg 29/06/26	Sex 29/10/27						
PÓS-OBRA	0%	522 dias	Seg 01/11/27	Qua 31/10/29						

Figura 5.5 – Cronograma preliminar das obras de descaracterização.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.5 Riscos Geológicos-Geotécnicos

O projeto de descaracterização, com execução do contrapilhamento, não oferece risco geológico geotécnico às encostas do entorno da estrutura, na realidade, observa-se o oposto, o reforço irá contribuir para maior estabilidade da região, visto que é o próprio objetivo deste método de descaracterização.

Não foram mapeados, nem identificados, riscos geológico-geotécnicos associados, tanto atuais, quanto para o projeto de descaracterização, associados às encostas da Barragem B1-Auxiliar.

A barragem é monitorada com sismógrafos, e, de acordo com o histórico registrado, bem como a verificação contínua, não haverá risco geológico no sentido de vibrações naturais ou artificiais no local.

O período de monitoramento pós-obras de 2 anos será fundamental para verificação e confirmação a nova estrutura reforçada e descaracterizada contribuirá para mais segurança geológica-geotécnica na área.

Conforme consolidação de dados (IPE.OP.RL.8000.GT.20.761), na estrutura da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico há materiais que possuem potencial de liquefação, os quais são: rejeitos do reservatório, *underflow* da fundação e sedimentos no reservatório da B1-Ecológica – Mina Tico-Tico. Porém, os fatores de segurança exigidos para a condição de carregamento não drenado de pico ($FS \geq 1,3$) e não drenado liquefeito ($FS \geq 1,1$) já são atendidos em todas as seções de controle da barragem antes mesmo de se iniciar as obras de descaracterização. Considerando a superfície freática atual, o fator de segurança exigido para a condição de carregamento não drenado de pico ($FS \geq 1,5$), a ser obtido ao final das obras de descaracterização, também já são atendidos em todas as seções.

5.6 Condição da Estrutura no Período Avaliado

As obras de descaracterização da estrutura estão com previsão de iniciarem abril, com a mobilização das equipes e equipamentos. Atualmente o fator de segurança não-drenado liquefeito é superior ao valor mínimo recomendado pela TR FEAM de descaracterização (1,1), em todas as seções avaliadas. Dessa forma, a seguir é apresentada uma avaliação da estrutura em relação às anomalias verificadas durante as inspeções quinzenais, aos níveis da instrumentação e à estabilidade geotécnica.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.6.1 Inspeções de Campo

São realizadas inspeções quinzenais na estrutura pela equipe interna da MMI e mensais pelo EdR e/ou equipe. A partir dessas inspeções, são emitidos Relatórios de Avaliação da Performance Geotécnica da estrutura, incluindo o desempenho dos instrumentos, registro fotográfico, indicação das anomalias identificadas e análises de estabilidade da estrutura.

5.6.2 Anomalias Detectadas Durante as Inspeções

A seguir é apresentado um histórico das anomalias verificadas no período de avaliação (novembro/25 a março/26).



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.1 – Resumo das anomalias encontradas na Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico – Novembro/25 a Março/26.

ID	ANOMALIA	nov/25	dez/25	jan/26	fev/26	mar/26
1	PRESENÇA DE FORMIGUEIROS/CUPINZEIROS NO TALUDE DE JUSANTE					
3	PONTOS DE ACÚMULO DE ÁGUA NAS CANALETAS DAS BERMAS	-				
4	PONTOS COM VEGETAÇÃO ARBUSTIVA NOS TALUDES					-
8	PONTOS DE ACÚMULO DE ÁGUA NAS BERMAS	-				
15	PRESENÇA DE ANIMAIS NA ÁREA DA BARRAGEM (MACIÇO OU RESERVATÓRIO)					
20	PONTOS DE ACÚMULO DE ÁGUA NO COROAMENTO	-				-
25	DESGASTE DO CONCRETO NA DESCIDA D'ÁGUA NA OMBREIRA DIREITA	-	-			
35	JUNTAS DO CANAL EXTRAVASOR COMPROMETIDAS	-	-	-		
41	MATERIAL PROVENIENTE DA LIMPEZA DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DEPOSITADO NO MACIÇO NA OMBREIRA DIREITA.	-				-
48	PONTOS DE ACÚMULO DE ÁGUA NO ACESSO À CRISTA PELA OMBREIRA ESQUERDA	-	-	-		
49	CANALETA DO ACESSO À PRIMEIRA BERMA OBSTRUÍDA	-	-			-
58	CANALETA DESCALÇADA LOCALIZADA NA OMBREIRA ESQUERDA	-	-			

LEGENDA:

ANOMALIA VERIFICADA

ANOMALIA COM CORREÇÃO EM ANDAMENTO

ANOMALIA RECORRENTE COM MANUTENÇÃO DE ROTINA

ANOMALIA AGRAVADA

ANOMALIA SANADA / NÃO VERIFICADA

5.6.3 Plano de Ação para Anomalias

Os planos de ação para as anomalias são feitos de forma mensal, conforme o Relatório de Avaliação de Performance Geotécnica, elaborado pela Terracota Geotecnia (EdR).

5.6.4 Instrumentação Instalada na Barragem

A instrumentação de controle é composta por 20 (vinte) indicadores de nível d'água, dos quais 4 (quatro) estão instalados na Barragem B1-Ecológica (descaracterizada), 24 (vinte e quatro) piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande, dos quais 3 (três) estão instalados na Barragem B1-Ecológica (descaracterizada), 21 (vinte e um) piezômetros automatizados, 2 (dois) inclinômetros, 4 (quatro) sismógrafos, 8 (oito) marcos superficiais e 70 (setenta) prismas instalados em todas as bermas e coroamento para monitoramento automático de deformações a partir de uma estação robótica fixa, instalada em terreno natural da ombreira esquerda.

Além dos instrumentos convencionais, a barragem conta também com o monitoramento de um radar, utilizado para o acionamento automático das sirenes em eventual ruptura, para atender ao Art. 8º da Resolução 95/2022 da ANM.

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 do rejeito do reservatório localizado 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).

Da Figura 5.6 a Figura 5.10 é apresentada a locação em planta da instrumentação de controle, enquanto da Figura 5.11 a Figura 5.16 são apresentadas as seções transversais de controle. Na Tabela 5.2 é apresentado um resumo da locação, características e níveis de controle dos instrumentos.

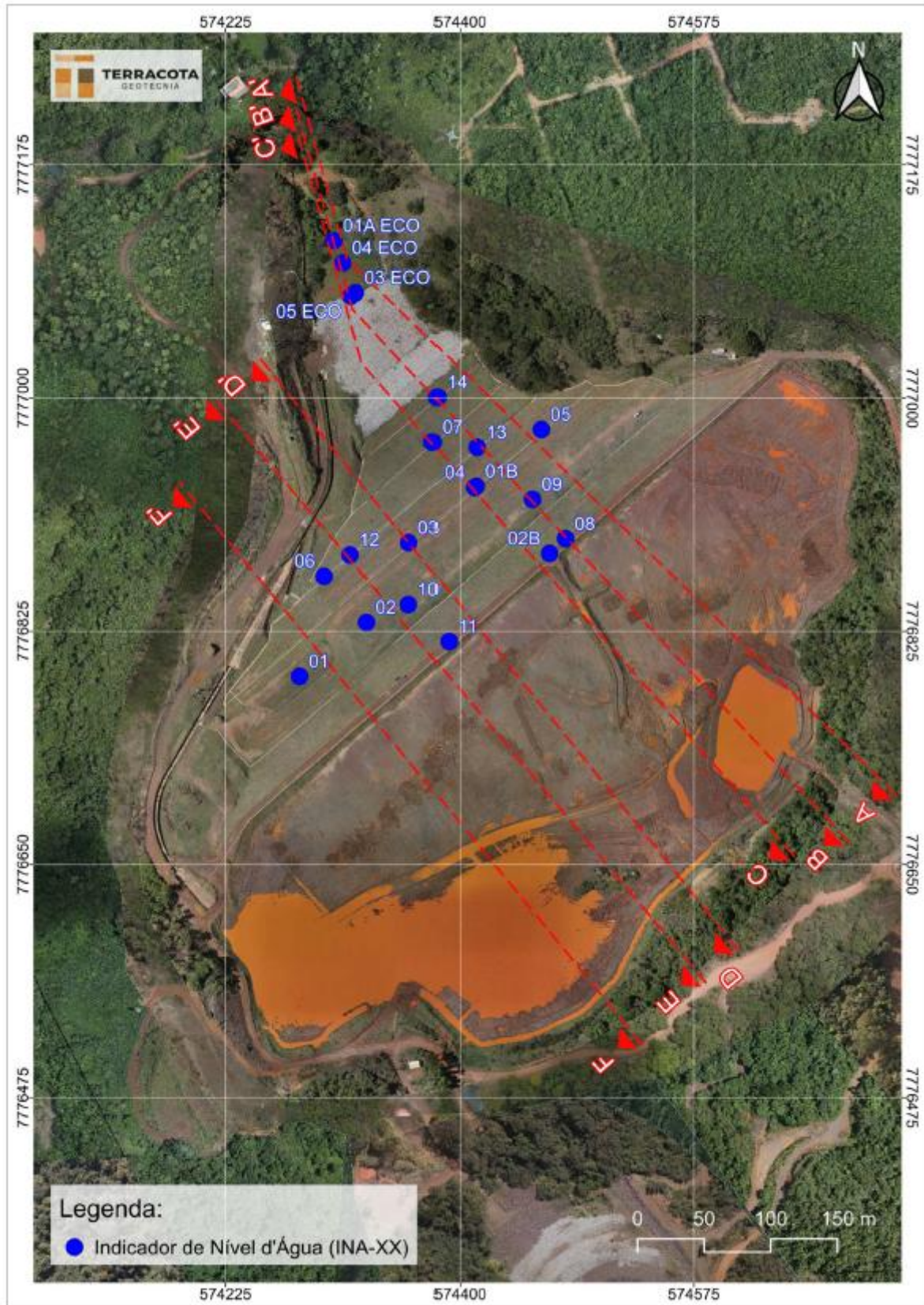


Figura 5.6 – Localização dos INA's – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

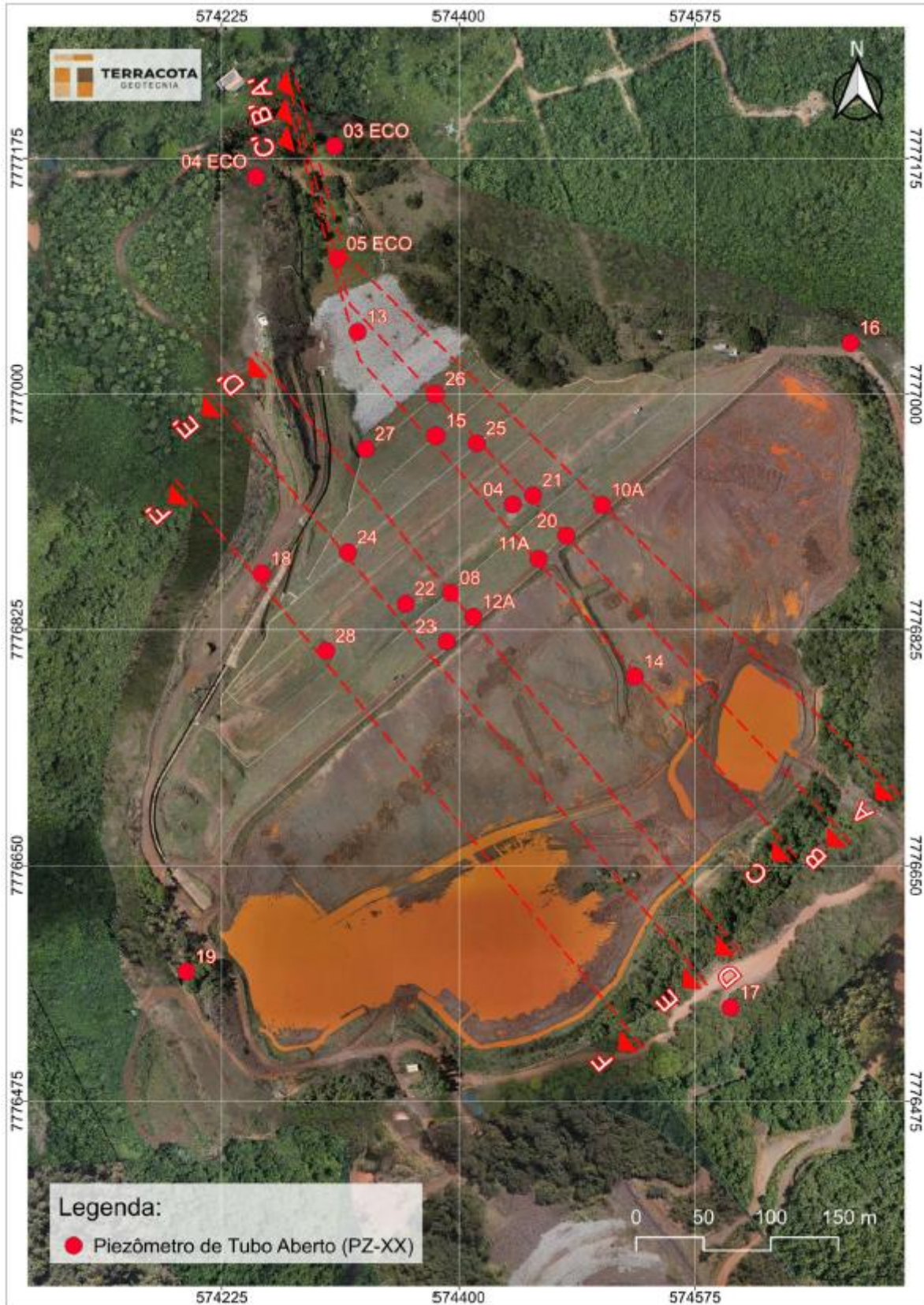


Figura 5.7 – Localização dos piezômetros de tubo aberto da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

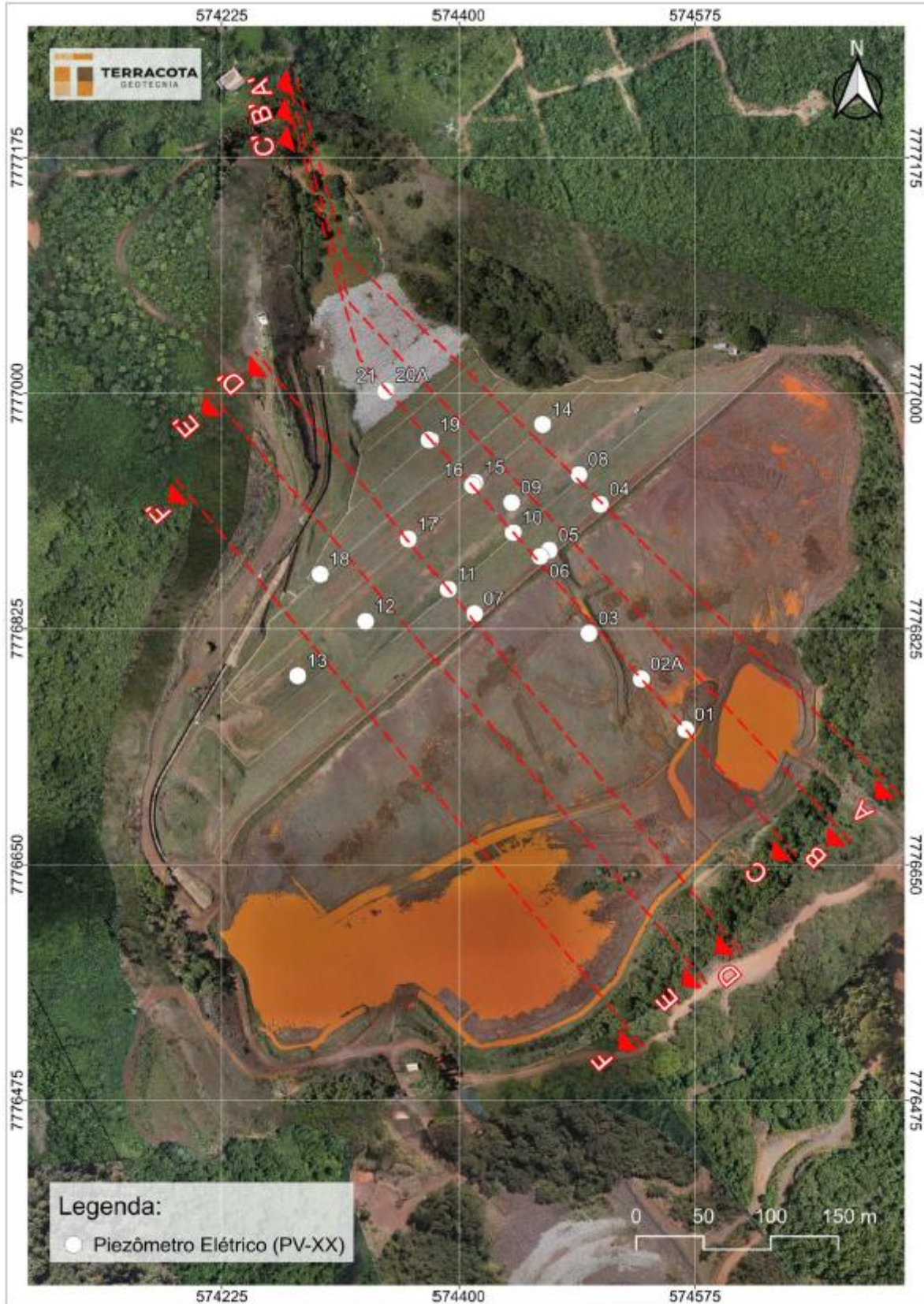


Figura 5.8 – Localização dos piezômetros elétricos (PV's) da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

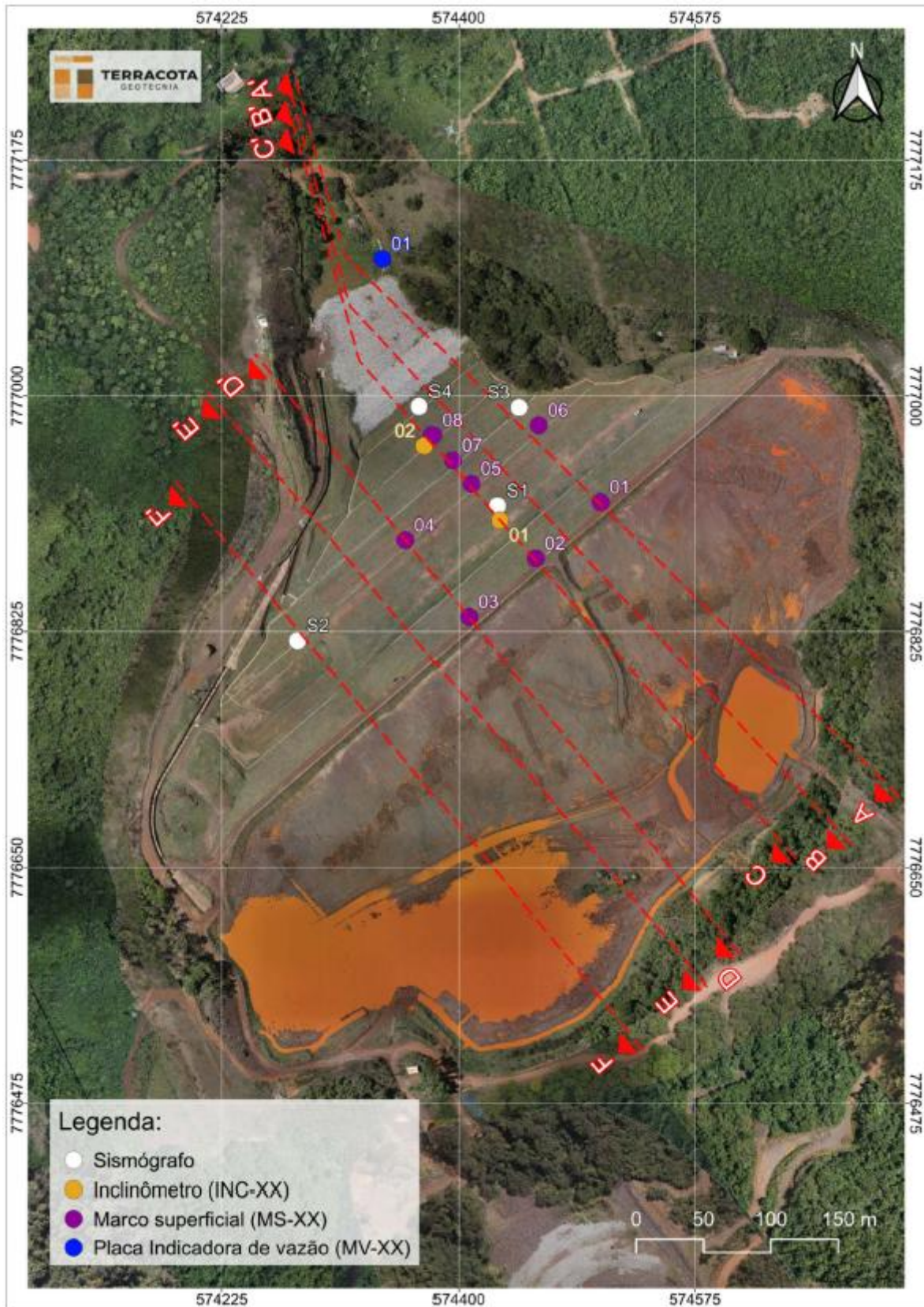


Figura 5.9 – Localização dos Marcos Superficiais, Sismógrafos, Inclínômetros e Placa Indicadora de Vazão da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

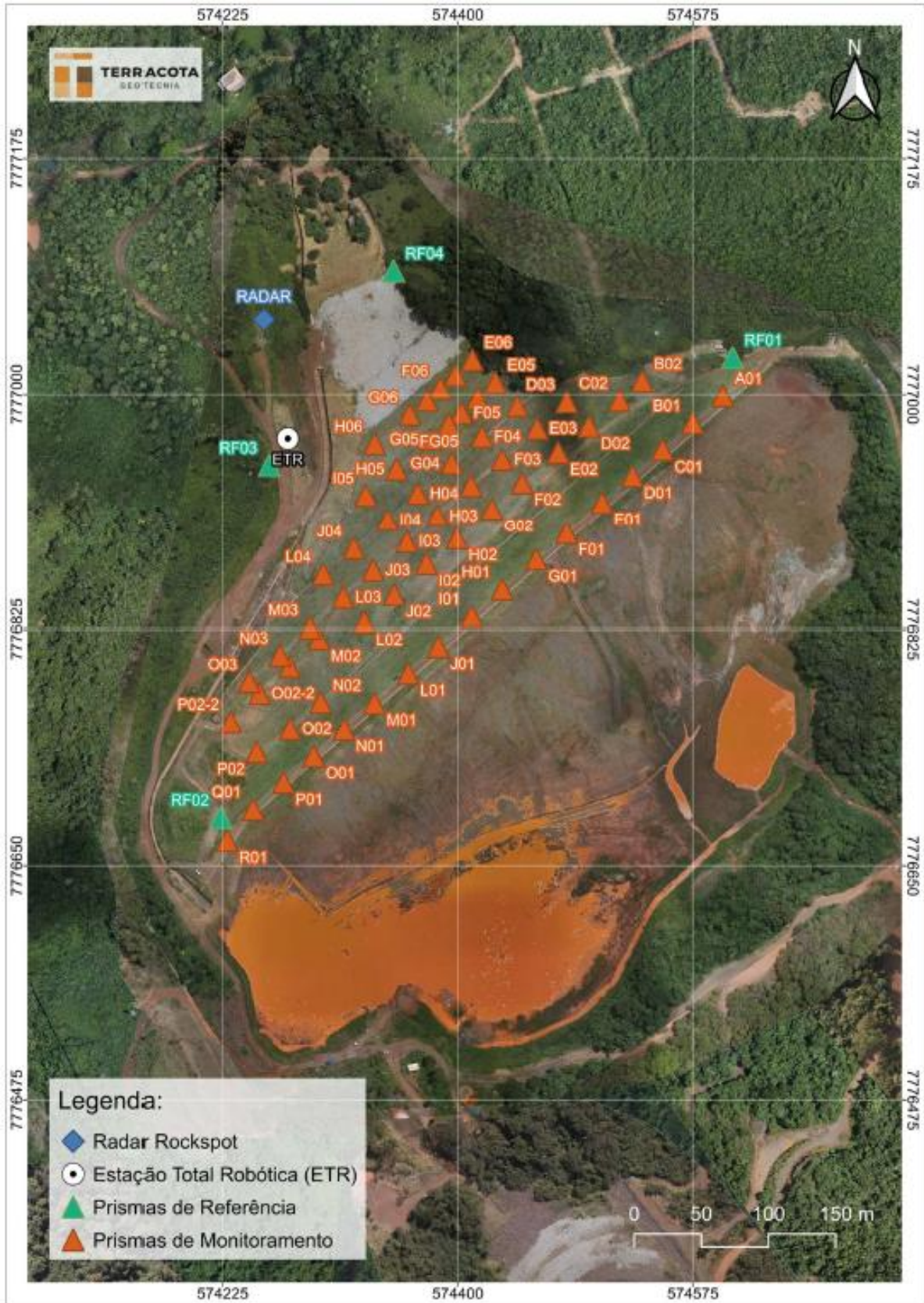


Figura 5.10 – Localização dos prismas da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

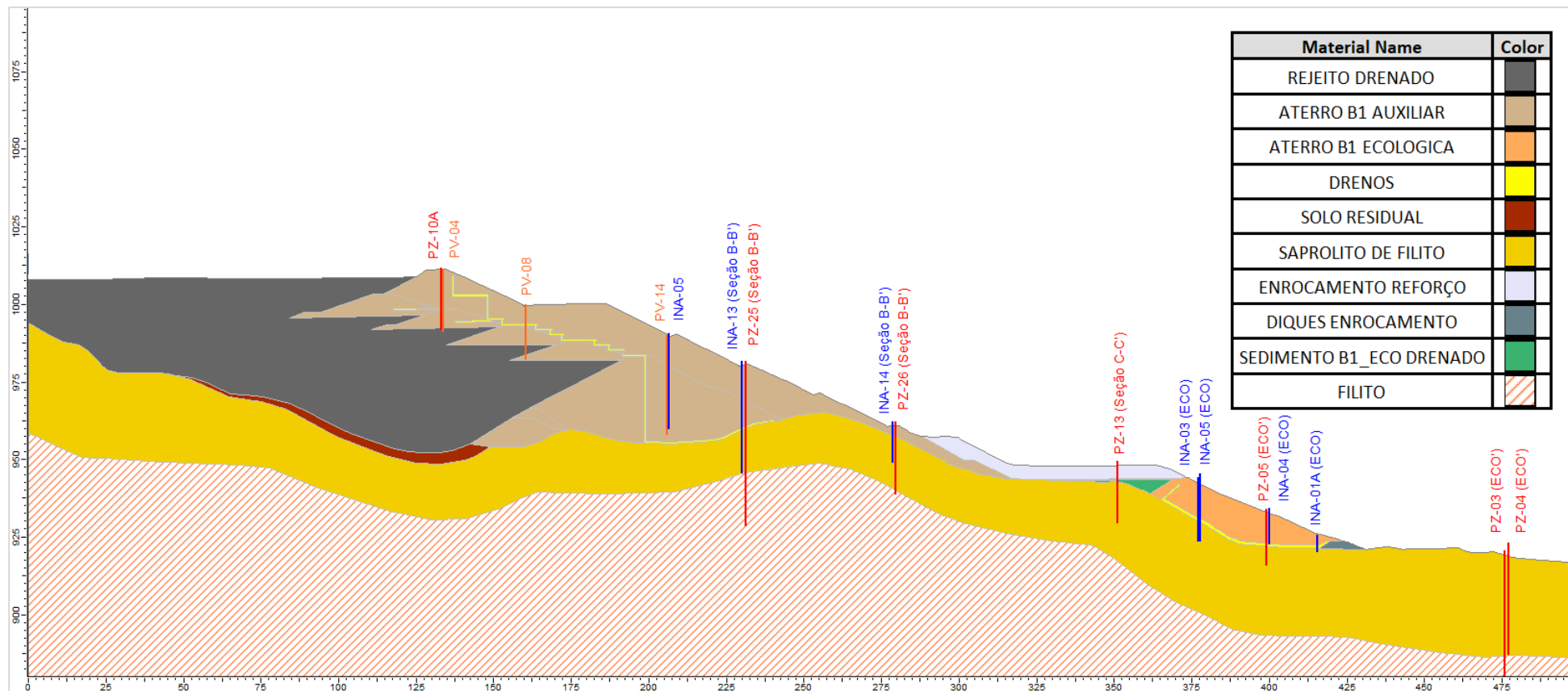


Figura 5.11 – Seção transversal de controle A-A'.

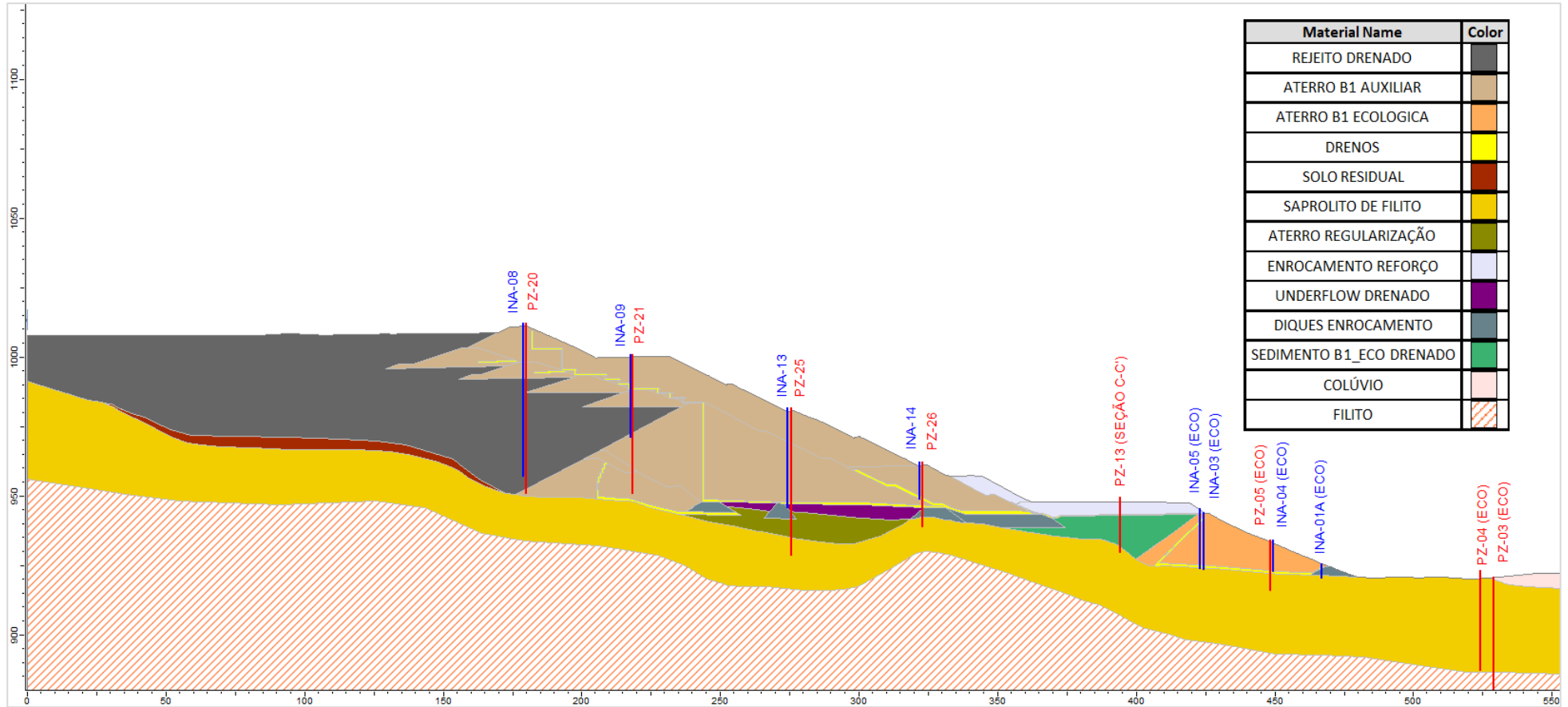


Figura 5.12 – Seção transversal de controle B-B'.

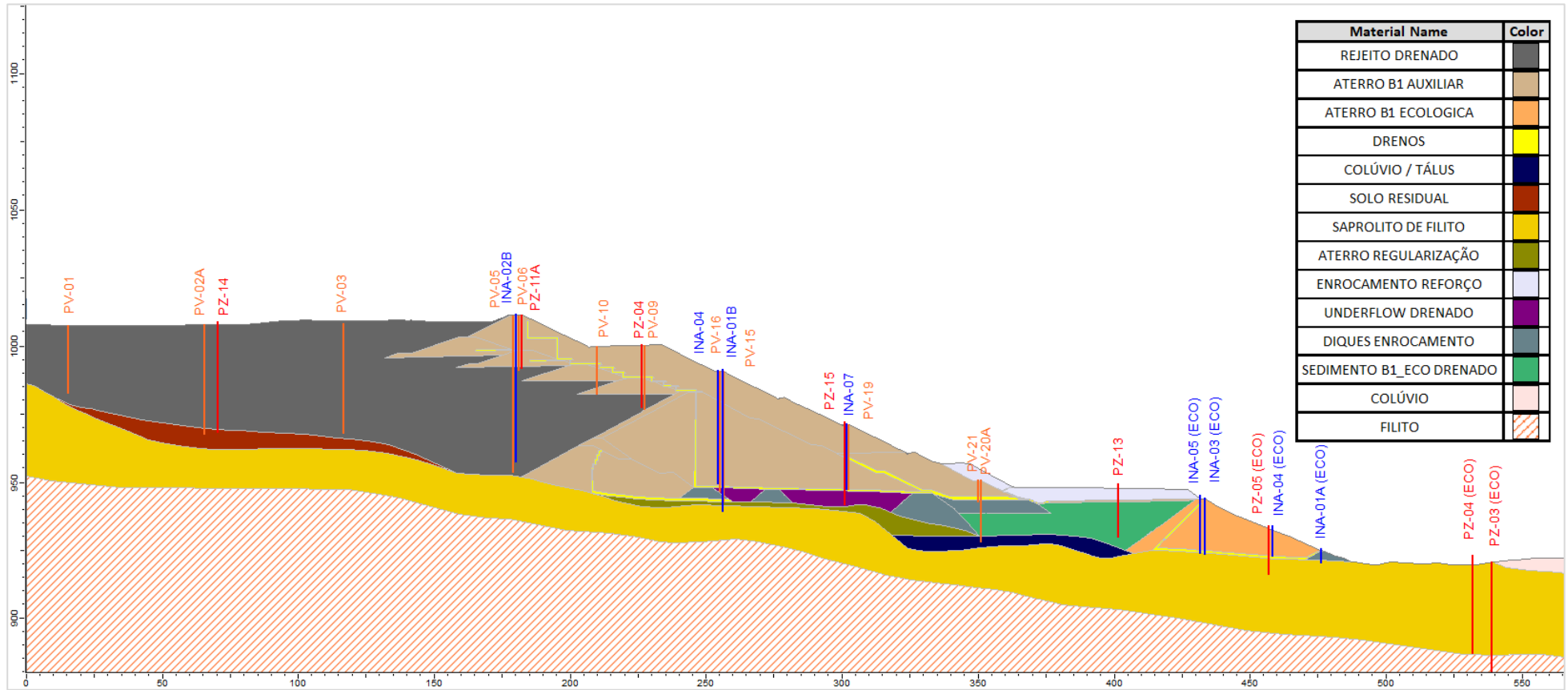


Figura 5.13 – Seção transversal de controle C-C’.

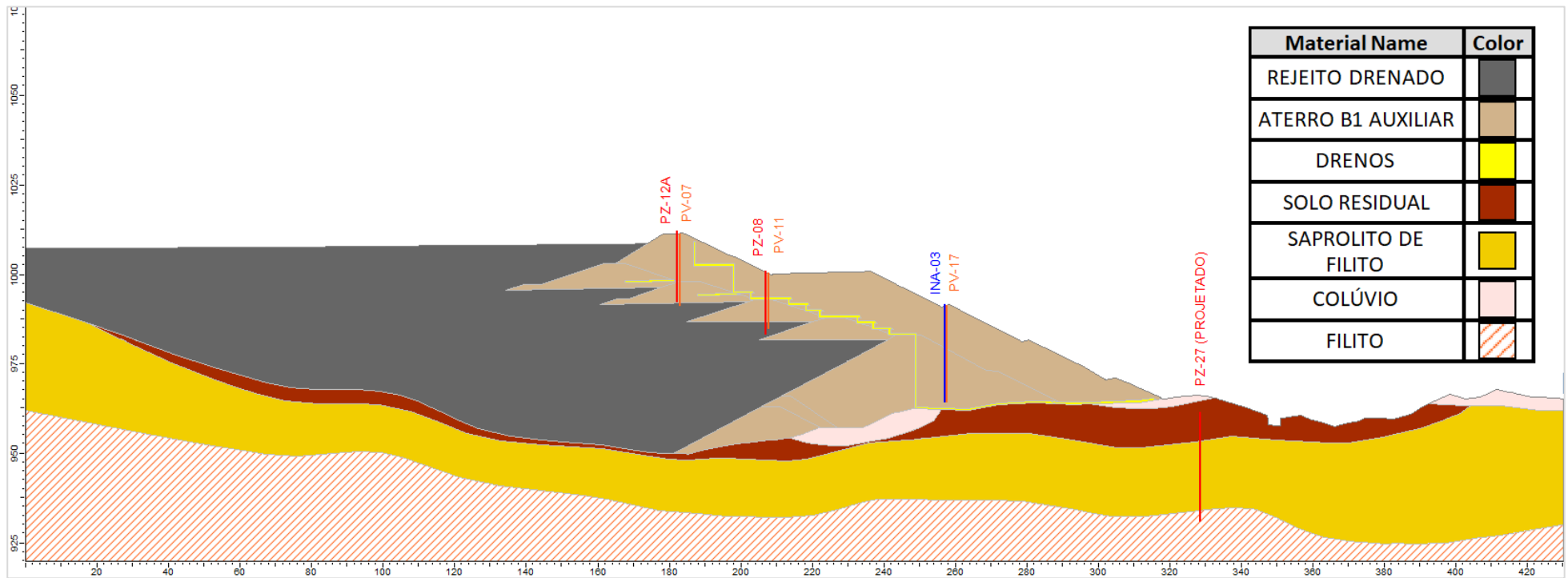


Figura 5.14 – Seção transversal de controle D-D’.

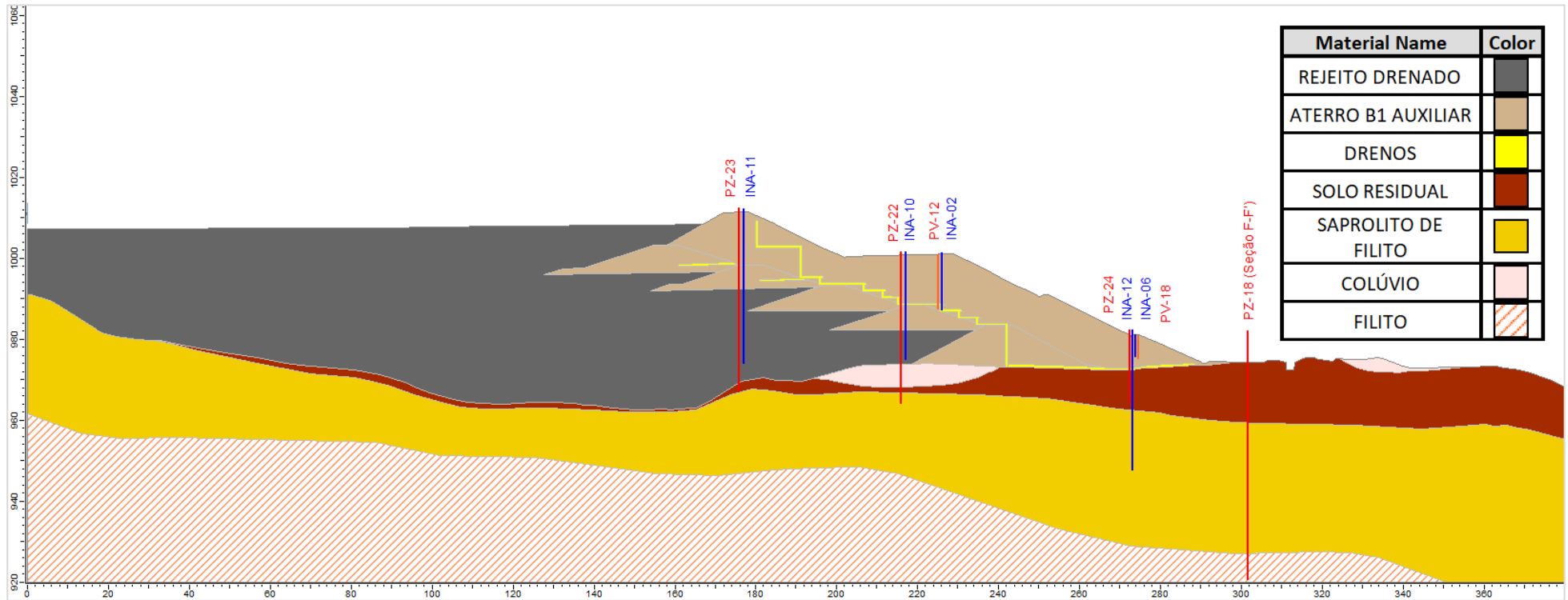


Figura 5.15 – Seção transversal de controle E-E'.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IFE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

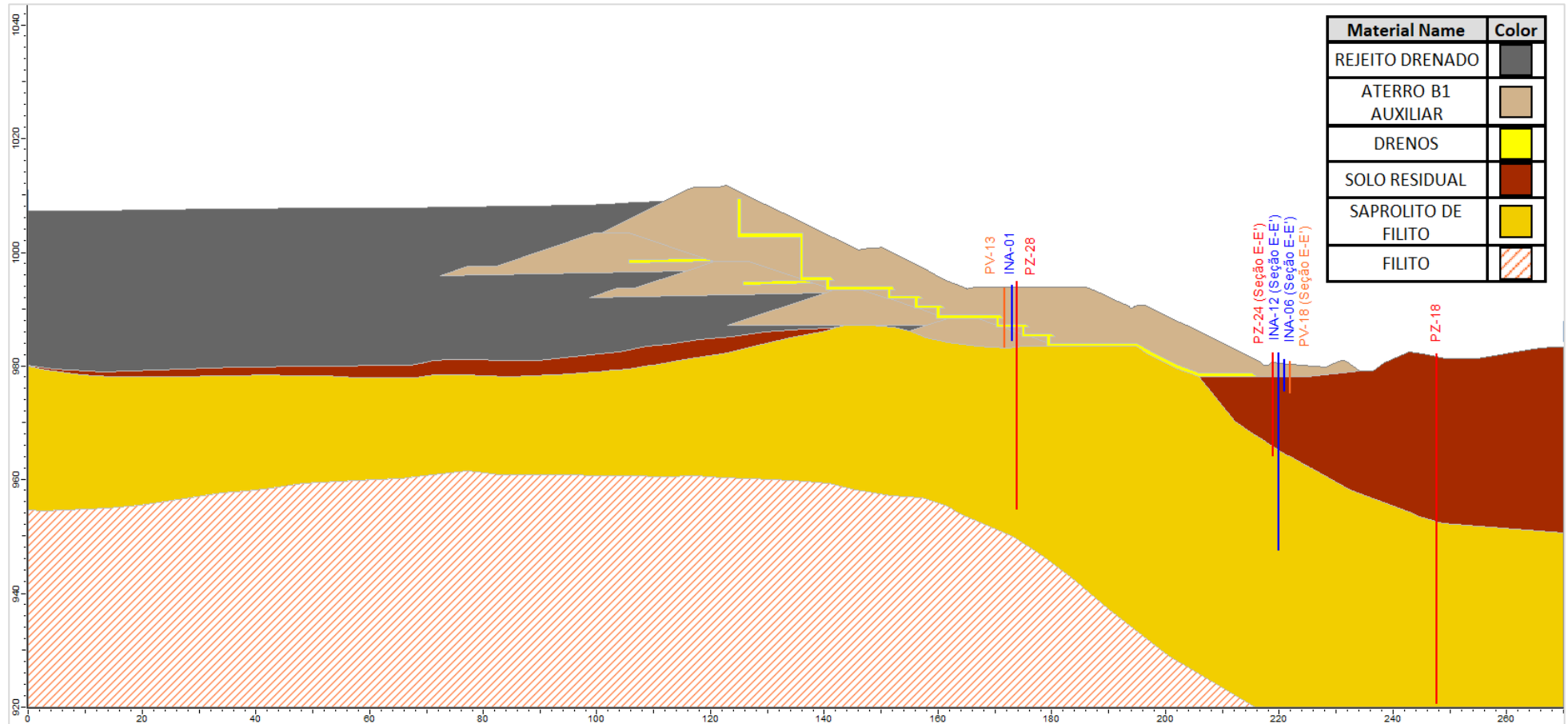


Figura 5.16 – Seção transversal de controle F-F'.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.2 – Locação, características, leitura (31/03/2026) e níveis de controle da instrumentação instalada na Barragem B1-Auxiliar.

Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação (m) Leitura (31/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 31/03/2026)
	E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
INA-01	574.280,55	7.776.791,13	994,27	984,54	9,73	Seco	985,04	985,75	986,25	Seco
INA-01B	574.411,86	7.776.933,91	991,40	939,47	51,93	946,96	949,25	952,50	965,00	2,29
INA-02	574.330,74	7.776.831,54	1.001,42	987,20	14,22	Seco	987,70	988,00	988,20	Seco
INA-2B	574.466,82	7.776.883,33	1.012,00	957,57	54,43	975,86	986,50	992,00	1.001,00	10,64
INA-03	574.362,31	7.776.891,36	991,68	964,47	27,21	964,47	966,75	970,25	972,25	2,28
INA-04	574.410,53	7.776.933,06	991,35	949,37	41,98	Seco	949,87	952,50	965,00	Seco
INA-05	574.460,71	7.776.976,46	990,59	959,98	30,61	Seco	964,75	967,25	969,75	Seco
INA-06	574.298,86	7.776.866,09	981,14	975,74	5,40	Seco	976,24	976,54	976,74	Seco
INA-07	574.379,68	7.776.967,09	971,70	947,39	24,31	Seco	948,50	950,00	958,00	Seco
INA-08	574.478,85	7.776.894,37	1.012,32	957,08	55,24	974,22	982,00	985,50	997,50	7,78
INA-09	574.453,98	7.776.924,14	1.001,07	971,36	29,71	974,53	980,00	981,00	986,25	5,47
INA-10	574.362,03	7.776.844,91	1.001,72	974,97	26,75	Seco	985,25	988,25	990,25	Seco
INA-11	574.391,64	7.776.817,26	1.012,38	974,19	38,19	977,98	995,50	998,50	1.000,50	17,52
INA-12	574.318,36	7.776.882,14	982,29	947,68	34,61	960,23	972,75	974,75	976,50	12,52
INA-13	574.412,58	7.776.963,14	981,72	945,88	35,84	Seco	948,75	952,75	962,50	Seco
INA-14	574.383,25	7.777.000,64	962,17	949,08	13,09	Seco	949,67	949,97	950,17	Seco
INA-01A ECO	574.306,30	7.777.118,08	925,78	920,50	5,28	Seco	921,75	922,25	923,50	Seco
INA-03 ECO	574.322,40	7.777.078,96	944,24	923,68	20,56	924,73	934,50	937,50	939,50	9,77



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação (m) Leitura (31/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 31/03/2026)
	E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
INA-04 ECO	574.312,87	7.777.101,41	934,20	922,83	11,37	924,86	925,75	927,50	929,00	0,89
INA-05 ECO	574.318,90	7.777.076,45	945,46	923,82	21,64	925,44	934,50	937,50	939,50	9,06
INC-01	574.430,30	7.776.907,69	1.000,47	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
INC-02	574.375,17	7.776.962,89	971,51	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-01	574.505,05	7.776.921,20	1.011,03	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-02	574.456,84	7.776.879,33	1.010,95	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-03	574.407,50	7.776.835,93	1.011,16	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-04	574.361,20	7.776.892,91	991,28	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-05	574.409,10	7.776.934,85	990,77	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-06	574.459,10	7.776.978,25	990,01	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-07	574.395,44	7.776.952,27	980,96	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MS-08	574.380,89	7.776.970,91	971,19	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
MV	574.344,01	7.777.101,75	940,14	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
PV-01	574.568,10	7.776.750,28	1.007,64	982,64	25,00	984,25	994,50	997,25	1.005,00	10,25
PV-02A	574.535,20	7.776.787,77	1.007,83	967,83	40,00	980,47	992,50	995,50	1.004,00	12,03
PV-03	574.496,33	7.776.821,76	1.008,22	968,22	40,00	979,35	989,50	994,00	1.003,00	10,15
PV-04	574.504,69	7.776.917,62	1.011,40	991,40	20,00	990,13	995,25	997,75	1.000,25	5,12
PV-05	574.466,82	7.776.883,33	1.011,29	953,84	57,45	953,92	986,50	992,00	1.001,00	32,58



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação (m) Leitura (31/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 31/03/2026)
	E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
PV-06	574.460,12	7.776.878,72	1.011,21	991,21	20,00	991,18	991,71	992,00	1.001,00	0,53
PV-07	574.411,45	7.776.836,22	1.011,34	991,34	20,00	991,04	996,75	999,75	1.001,75	5,71
PV-08	574.488,88	7.776.939,74	999,92	982,32	17,60	982,29	989,25	991,75	994,25	6,97
PV-09	574.439,00	7.776.918,97	1.000,27	976,77	23,50	976,74	981,50	984,50	987,00	4,76
PV-10	574.439,99	7.776.896,66	1.000,08	982,58	17,50	982,50	985,00	988,25	994,00	2,50
PV-11	574.391,90	7.776.854,41	1.000,35	984,85	15,50	984,86	989,50	992,50	994,50	4,64
PV-12	574.331,72	7.776.830,59	1.001,00	987,55	13,45	987,68	988,05	988,35	988,55	0,37
PV-13	574.281,36	7.776.790,21	993,80	983,35	10,45	Sem Leitura	984,50	985,75	986,25	-
PV-14	574.461,92	7.776.976,99	990,03	958,03	32,00	957,97	964,75	967,25	969,75	6,78
PV-15	574.411,86	7.776.933,91	990,81	942,81	48,00	941,75	949,25	952,50	965,00	7,50
PV-16	574.409,90	7.776.931,75	990,82	946,82	44,00	946,80	949,25	952,50	965,00	2,45
PV-17	574.363,51	7.776.891,68	991,37	964,37	27,00	964,32	966,75	970,25	972,25	2,43
PV-18	574.298,01	7.776.865,47	980,85	975,35	5,50	975,21	975,85	976,15	976,50	0,64
PV-19	574.378,66	7.776.965,52	971,22	947,22	24,00	947,19	948,50	950,00	958,00	1,31
PV-20A	574.347,42	7.777.002,36	950,80	928,30	22,50	926,53	945,50	946,25	949,75	18,98
PV-21	574.346,49	7.777.001,67	950,80	942,80	8,00	Sem Leitura	945,50	946,25	949,75	-
PZ-04	574.439,72	7.776.918,14	1.000,80	977,39	23,41	Seco	981,50	984,50	987,00	Seco
PZ-08	574.393,89	7.776.852,29	1.000,84	983,36	17,48	Seco	989,50	992,50	994,50	Seco



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação (m) Leitura (31/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 31/03/2026)
	E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
PZ-10A	574.506,05	7.776.917,82	1.011,87	991,94	19,93	Seco	995,25	997,75	1.000,25	Seco
PZ-11A	574.458,94	7.776.877,59	1.011,67	991,83	19,84	Seco	992,33	992,63	1.001,00	Seco
PZ-12A	574.410,36	7.776.834,65	1.012,07	992,38	19,69	Seco	996,75	999,75	1.001,75	Seco
PZ-13	574.323,00	7.777.050,00	949,50	929,77	19,73	937,06	940,75	942,00	943,75	3,69
PZ-14	574.528,00	7.776.789,00	1.008,90	968,37	40,53	982,44	992,25	995,25	1.003,75	9,81
PZ-15	574.383,34	7.776.969,26	972,12	941,89	30,23	944,02	948,50	950,00	958,00	4,48
PZ-16	574.690,49	7.777.038,01	1.022,38	923,66	98,72	927,87	Monitoramento hidrogeológico	-	-	-
PZ-17	574.601,48	7.776.544,64	1.027,06	976,07	50,99	994,92	Monitoramento hidrogeológico	-	-	-
PZ-18	574.254,67	7.776.866,62	982,21	920,72	61,49	939,29	966,75	969,75	971,75	27,46
PZ-19	574.198,66	7.776.571,21	1.018,74	969,31	49,43	1.003,30	Monitoramento hidrogeológico	-	-	-
PZ-20	574.479,58	7.776.894,72	1.012,36	951,15	61,21	974,26	982,00	985,50	997,50	7,74
PZ-21	574.454,79	7.776.924,96	1.001,12	951,00	50,12	Seco	980,00	981,00	986,25	Seco
PZ-22	574.361,41	7.776.844,21	1.001,73	964,31	37,42	Seco	985,25	988,25	990,25	Seco
PZ-23	574.390,67	7.776.816,30	1.012,44	967,29	45,15	977,01	995,50	998,50	1.000,50	18,49
PZ-24	574.318,69	7.776.882,38	982,30	964,31	17,99	965,42	972,75	974,75	976,50	7,33
PZ-25	574.413,06	7.776.963,57	981,74	928,80	52,94	933,76	948,75	952,75	962,50	14,99
PZ-26	574.382,71	7.777.000,21	962,16	938,97	23,19	Seco	947,25	949,50	954,75	Seco



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Instrumento	Coordenadas (UTM) DATUM SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação (m) Leitura (31/03/2026)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)			Diferença (Atenção X Leitura 31/03/2026)
	E (m)	N (m)					Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência	
PZ-27	574.331,86	7.776.959,29	961,54	931,22	30,32	932,72	953,50	956,50	958,50	20,78
PZ-28	574.302,47	7.776.809,37	994,92	954,81	40,11	967,55	984,50	985,75	986,25	16,95
PZ-03 ECO	574.308,48	7.777.184,18	920,72	851,31	69,41	914,74	Monitoramento hidrogeológico	-	-	-
PZ-04 ECO	574.250,29	7.777.161,30	923,08	887,13	35,95	915,86	Monitoramento hidrogeológico	-	-	-
PZ-05 ECO	574.310,78	7.777.100,60	934,02	916,17	17,85	921,98	925,75	927,50	929,00	3,77
TB1 S1	574.428,40	7.776.918,47	1.000,55	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
TB1 S2	574.281,23	7.776.818,15	991,36	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
TB1 S3	574.444,42	7.776.991,43	981,08	-	-	-	Não aplicável	-	-	-
TB1 S4	574.371,35	7.776.992,21	961,09	-	-	-	Não aplicável	-	-	-

5.6.4.1 Leituras Instrumentação

A MMI realiza, de forma sistemática, leituras semanais dos níveis nos INA's e PZ's, bem como dos deslocamentos nos marcos superficiais. Os piezômetros elétricos, por sua vez, efetuam o monitoramento contínuo, com registros automáticos a cada duas horas. Adicionalmente, encontram-se instalados na estrutura prismas destinados ao monitoramento de deslocamentos, cujas leituras são realizadas de forma contínua por meio de estação total robótica. As leituras das placas indicadoras de vazão são executadas diariamente, enquanto as aferições dos inclinômetros são conduzidas semanalmente, assegurando o acompanhamento adequado do comportamento geotécnico da estrutura.

5.6.4.1.1 Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros

A seguir é apresentado um resumo dos dados de monitoramento, por seção abrangendo o período entre os meses de novembro/2025 e março/2026. Ressalta-se que não houve formação de lago no reservatório entre junho de 2019 e novembro de 2025, quando se fez necessário manter um pequeno lago localizado no fundo e a esquerda do reservatório para reduzir o lançamento de partículas sólidas a jusante, já que a quantidade de material aumentou significativamente devido ao processo de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico e obras da PDER Grota das Cobras. Nos gráficos são apresentadas as seguintes informações:

- Leituras do nível de água do instrumento;
- Pluviometria acumulada mensal da estação meteorológica local;

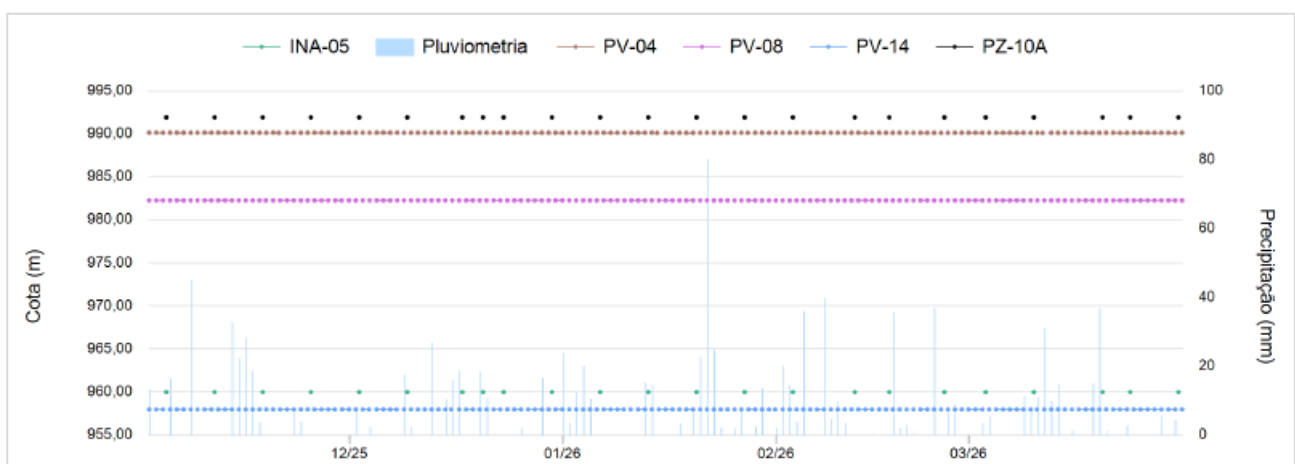


Figura 5.17 - Instrumentos Seção A-A.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

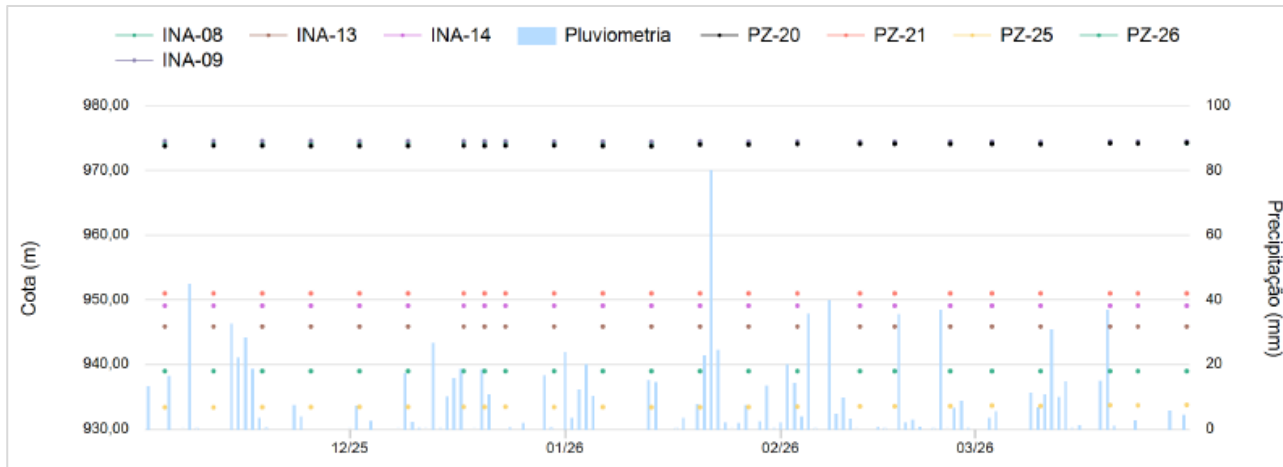


Figura 5.18 - Instrumentos Seção B-B.

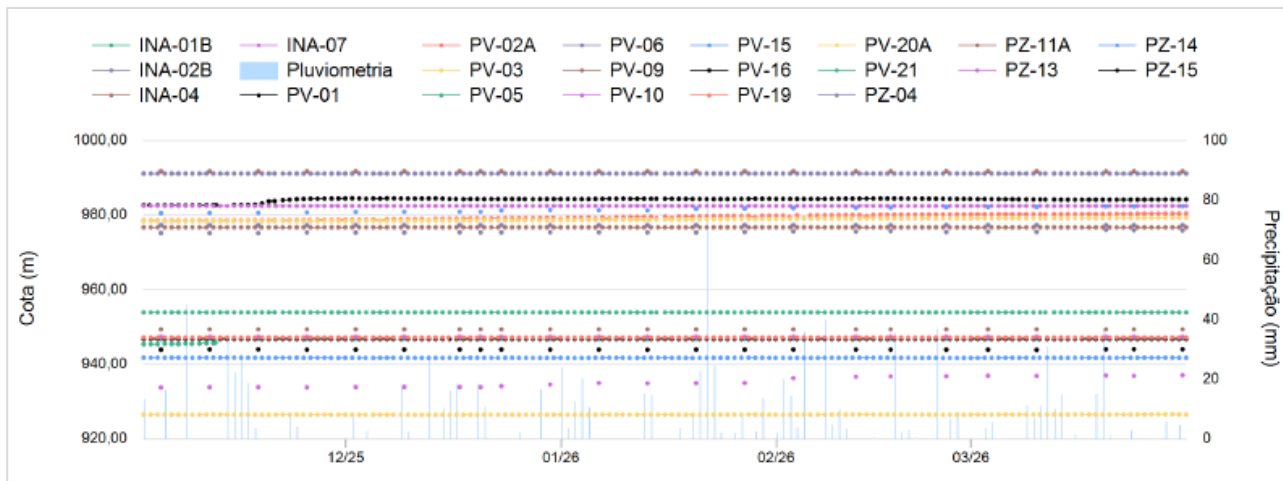


Figura 5.19 - Instrumentos Seção C-C.

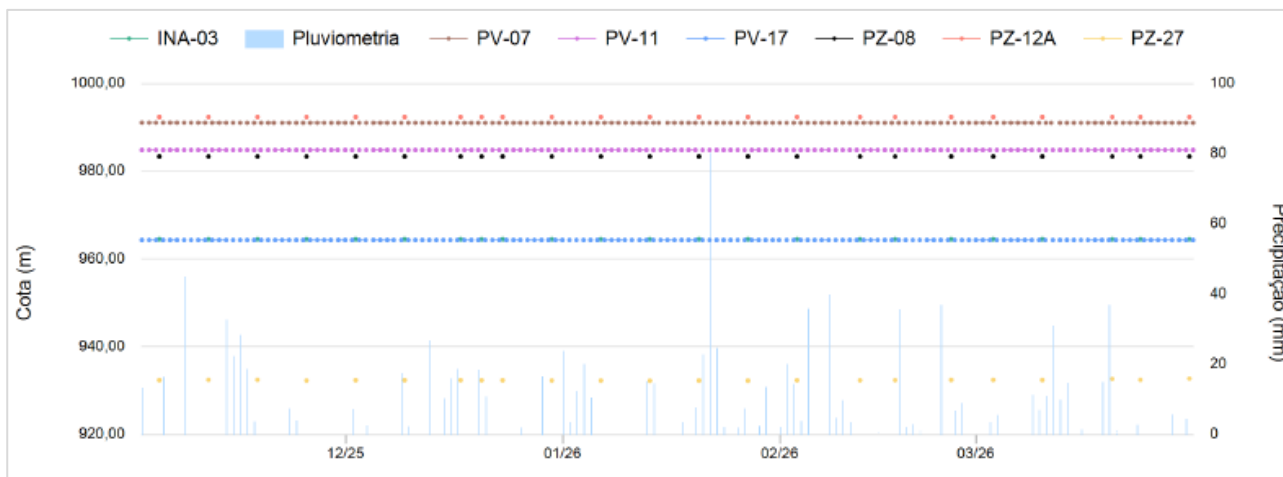


Figura 5.20 - Instrumentos Seção D-D.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

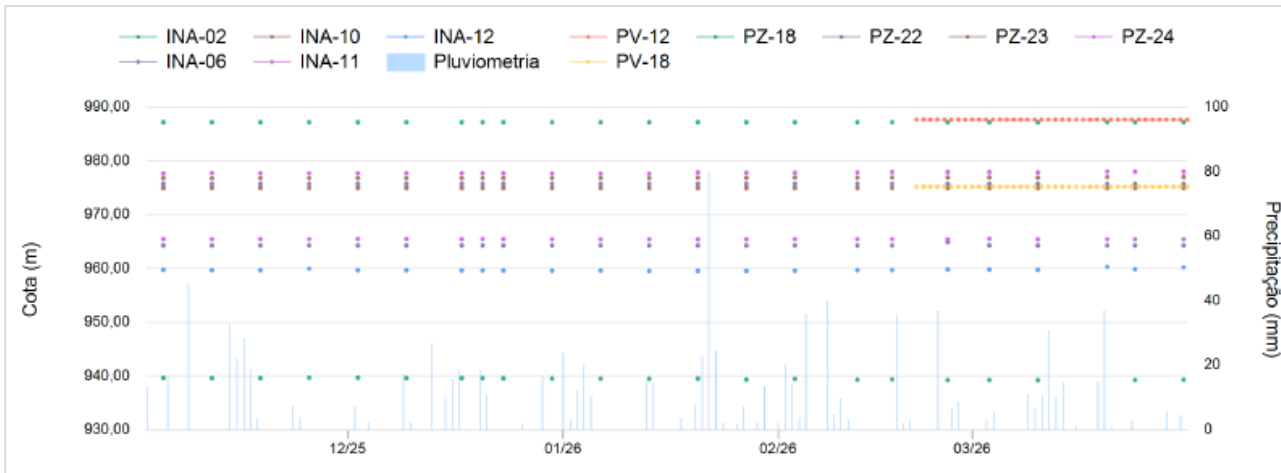


Figura 5.21 - Instrumentos Seção E-E.

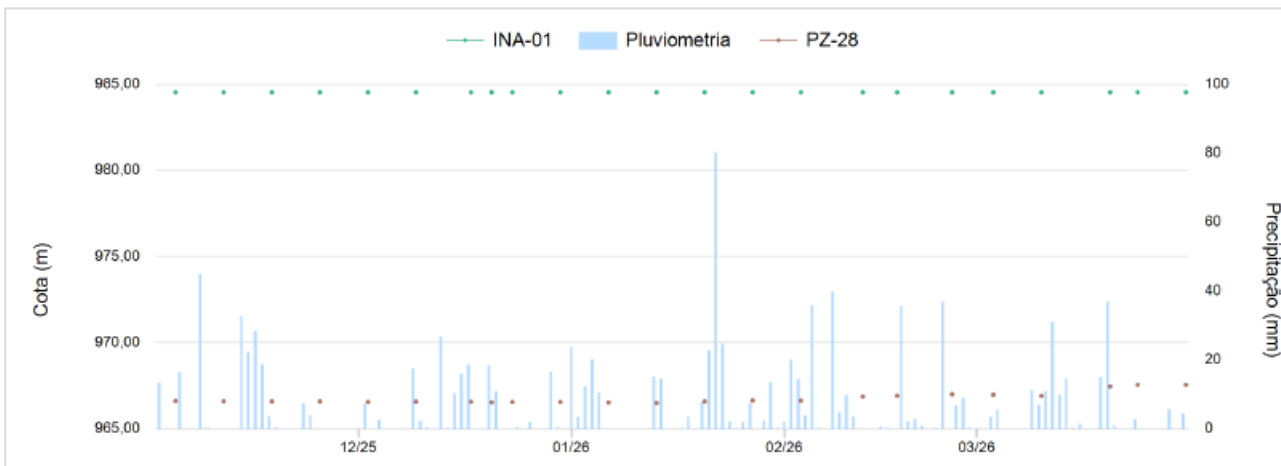


Figura 5.22 - Instrumentos Seção F-F.

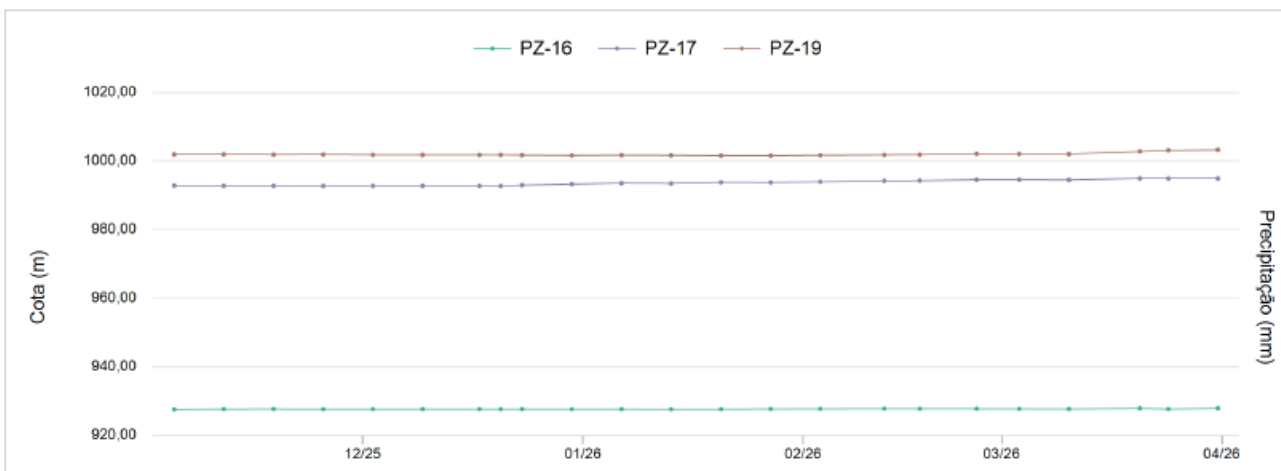


Figura 5.23 - Sem Seção.

Nenhum dos instrumentos instalados na estrutura obteve leituras que atingissem os níveis de controle definidos, no período avaliado (novembro/25 e março/26). A exceção é o PV-21, que em um mesmo dia saiu da leitura "seco" para 8 m de coluna d'água, sendo constatado que o



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

sensor do instrumento apresentava mau funcionamento. Os registros foram interrompidos em novembro de 2025 e a MMI comunicou a G5, empresa responsável pela automatização dos instrumentos da barragem. O INA-04 ECO, instalado no maciço da estrutura descaracterizada B1-Ecológica, atingiu níveis acima do nível de alerta na 2ª quinzena de fevereiro de 2026, porém com valores discrepantes em relação aos instrumentos adjacentes e superiores até a instrumentos instalados à montante.

Dos 21 piezômetros elétricos instalados, 15 encontram-se secos. Dos 6 instrumentos que apresentaram leitura (PV-01, PV-02A, PV-03, PV-05, PV-11 e PV-12) a maioria se encontra com leituras estabilizadas, com pequenas variações, sendo que estes instrumentos se encontram praticamente secos, com exceção do PV-02A e PV-03, localizados no reservatório.

No período avaliado, novembro/25 a março/26, alguns instrumentos apresentaram aumento nas leituras, o que era esperado, já que o intervalo avaliado abrange quase todo o período chuvoso da região. Não houve nenhum aumento anômalo nas leituras quando comparado com períodos chuvosos passados, o que indica que o nível d'água mantido no reservatório desde novembro de 2025 não exerce ou ainda não exerceu influência significativa na superfície freática atuante na estrutura. Uma exceção à condição verificada nos períodos chuvosos anteriores é o instrumento PV-01, que se encontra muito próximo a uma região do reservatório onde há acúmulo de água. As leituras deste instrumento apresentaram aumento de cerca de 1,8 m.

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

Na Tabela 5.3 abaixo são apresentadas as ações a serem desenvolvidas para cada nível detectado.

Tabela 5.3 - 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-Auxiliar – Mina Tico-Tico - Níveis De Controle Da Instrumentação - Carta De Risco - (IPE.OP.RL.8000.GT.20.554_r4).

5.6.4.1.2 Indicador de Vazão

O monitoramento de vazão percolada da barragem é realizado por 1 (um) indicador de vazão da drenagem interna. Quando se considera o período entre novembro/25 e março/26, obteve-se uma média das leituras das vazões igual a 0,523 m³/h, tendo vazões variando de 0 até 3,576 m³/h.

No manual de procedimentos de inspeção e monitoramento das barragens (PRO.MMI.GTC.004) foi adicionada a recomendação de realização de leituras 24 horas após evento chuvoso, para que não haja interferência no valor da vazão medido e evite o registro de valores discrepantes.

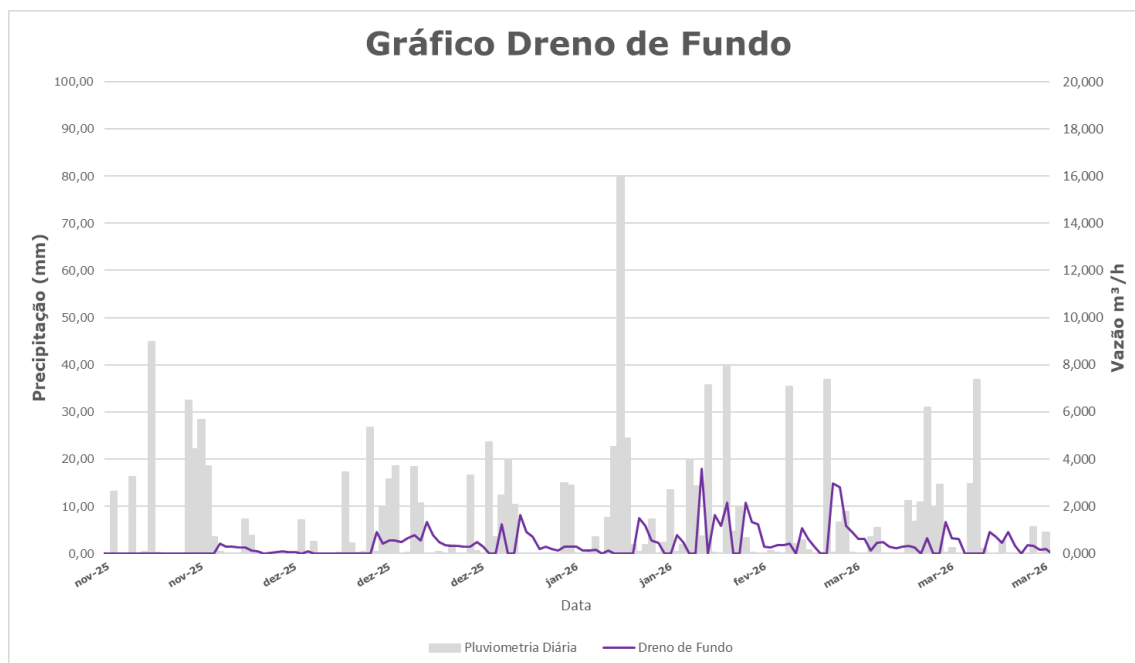


Figura 5.24 - Histórico de leituras da vazão de drenagem interna Barragem B1-Auxiliar

5.6.4.1.3 Prismas de Monitoramento

Para controle de deslocamento em superfície, atualmente, existem 70 prismas fixos instalados no maciço da barragem e monitorados por uma estação robótica fixa instalada no terreno natural na ombreira esquerda da barragem como pode ser visto na Figura 5.25.

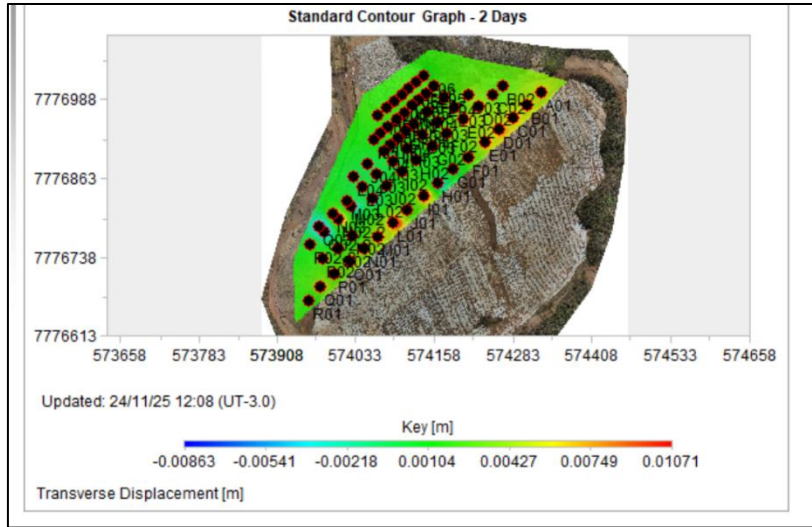


Figura 5.25 - Registros dos deslocamentos verticais dos prismas.

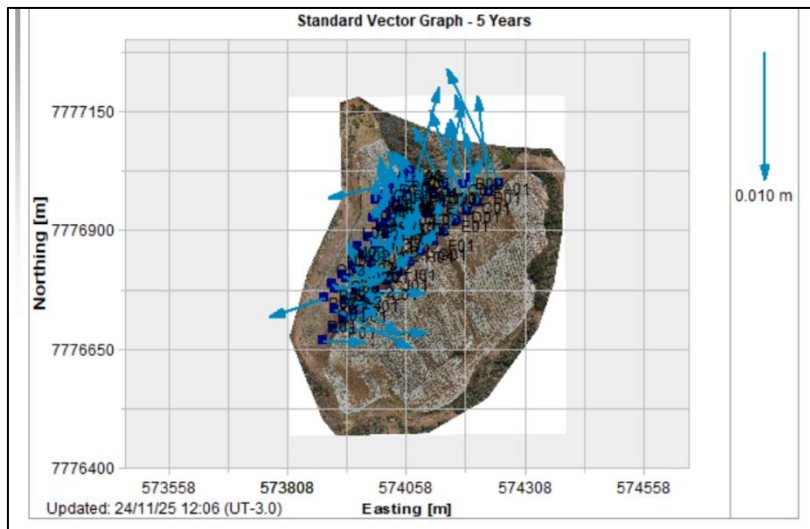


Figura 5.26 - Registros dos vetores deslocamento dos prismas.

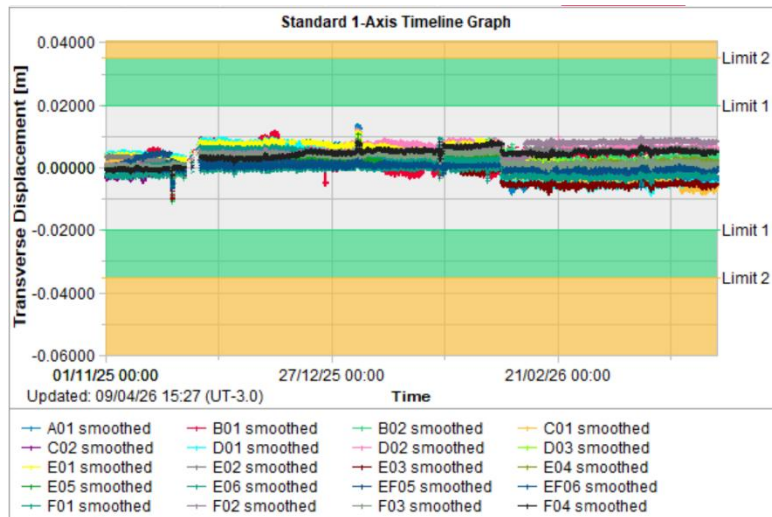


Figura 5.27 - Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

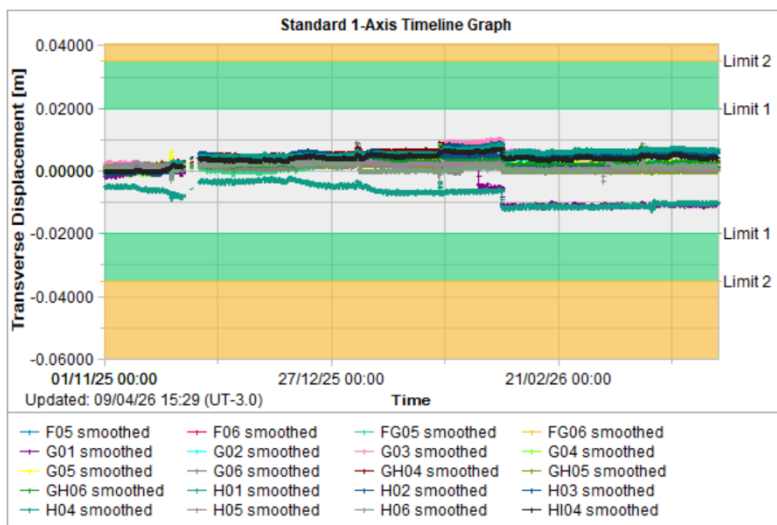


Figura 5.28 - Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.

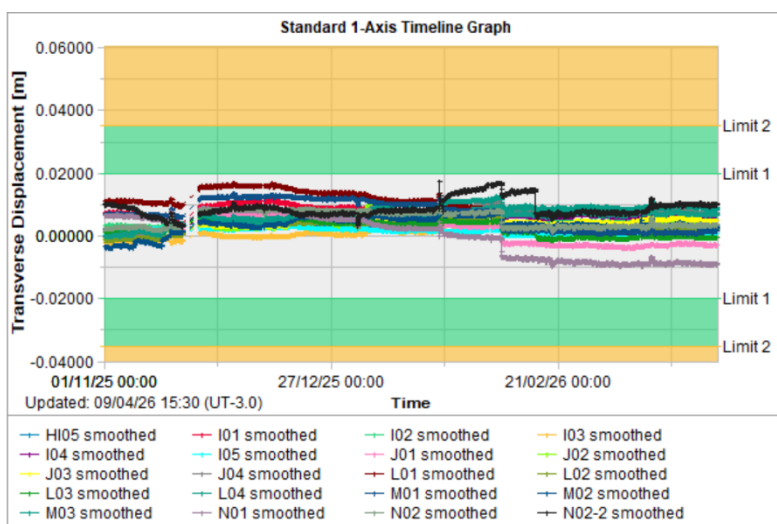


Figura 5.29 - Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.

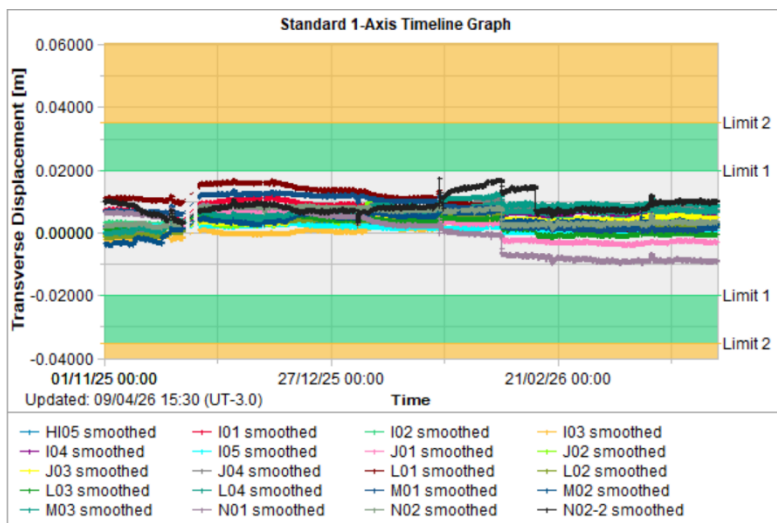


Figura 5.30 - Registros parciais das leituras dos prismas – Transverse Displacement.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

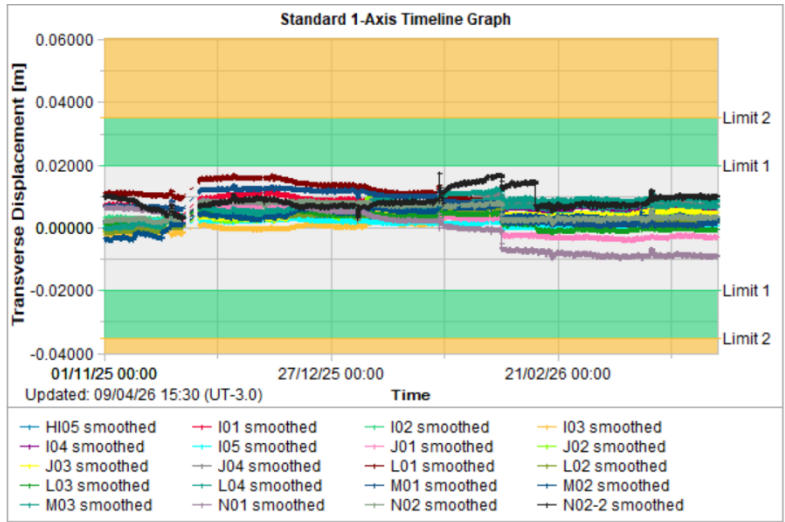


Figura 5.31 - Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.

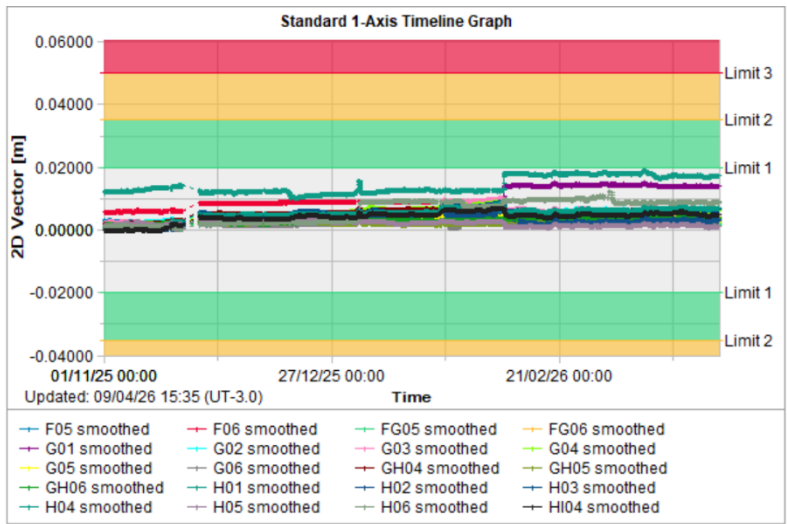


Figura 5.32 - Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.

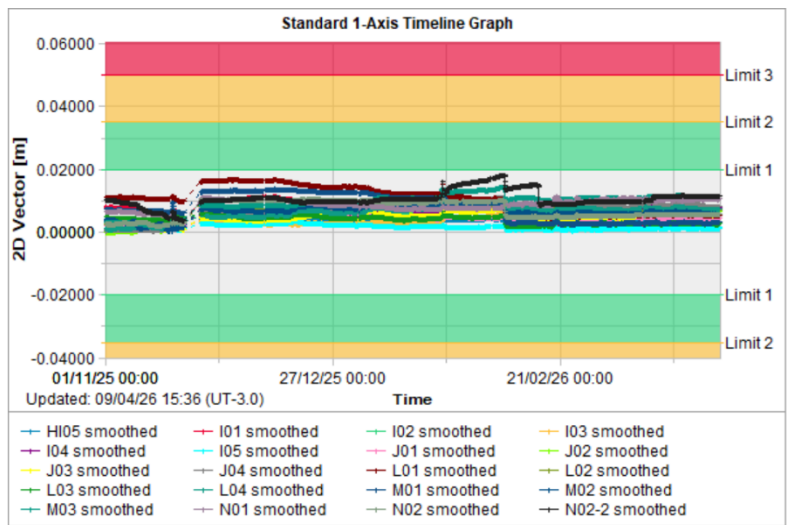


Figura 5.33 - Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

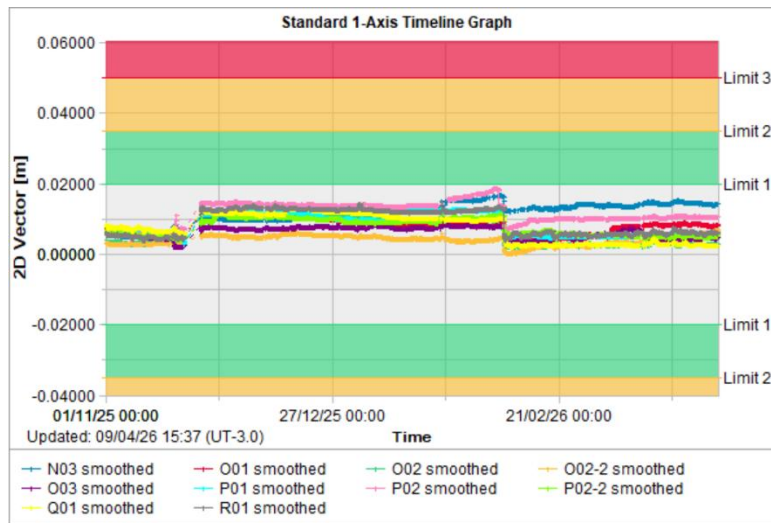


Figura 5.34 - Registros parciais das leituras dos prismas – 2D Vector.

Durante o período entre 20/11/2025 e 06/02/2026, a Estação Total Robótica (ETR) foi substituída por um equipamento reserva para que fosse calibrada. Durante esse período, pode-se perceber um deslocamento uniforme dos registros dos dados de monitoramento, mas ainda se manteve dentro dos níveis considerados normais.

As leituras de deslocamento vertical apontam que a barragem tem um deslocamento acumulado entre -12 e +14 mm, que pode ser considerado como uma movimentação baixa, já que tal valor representa 0,02% em relação à altura da barragem (81,0 m).

Em relação às leituras dos prismas, estas indicam em geral, deslocamentos horizontais menores que 2,0 cm. Todos os prismas apresentaram valores de deslocamentos dentro dos parâmetros de normalidade determinados pela equipe da MMI com a equipe da Leica Geosystems (fornecedora dos equipamentos de medição). Realizando uma comparação entre a auditoria de setembro/25 e a de março/26, os deslocamentos obtidos no período avaliado se deram na direção oposta, o que pode indicar uma movimentação natural da estrutura em resposta a períodos secos e chuvosos.

Destaque para os prismas B01, H01e H5, que se encontram mais próximos ao primeiro limite definido pela Leica para normalidade dos deslocamentos. Alguns instrumentos como os prismas RF02, R01, P02 e O03 apresentaram pontualmente deslocamentos abruptos que retornaram aos valores anteriores em curto intervalo de tempo. Entende-se que esses deslocamentos possivelmente estão relacionados a interferência nas leituras durante chuvas na região, principalmente levando-se em consideração que um dos instrumentos que apresentou tal



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

comportamento é um marco de referência (RF-02), instalado sobre terreno natural, onde não são esperadas movimentações.

5.6.4.1.4 Marcos de Controle de Deslocamento

Atualmente existem 8 marcos de controle de deslocamento instalados na estrutura, como pode ser visto nos gráficos a seguir.

A partir da análise das leituras dos marcos de controle pode-se considerar que as movimentações verticais e horizontais no maciço são pequenas, com tendência de movimentação para direção variando entre sudeste e nordeste. Os valores horizontais resultantes acumulados observados, menores que 24 mm, são em parte provavelmente devido aos erros normais de leitura em função da referência de nível e do equipamento utilizado e sua precisão.

Nos deslocamentos verticais pôde ser observado um comportamento diferente do esperado, no sentido de baixo para cima. Utilizando como referência as leituras de 22/01/2026 e 12/02/2026 todos os instrumentos, com exceção do MS-05, apresentaram deslocamento vertical positivo (para cima), com destaque para os marcos MS-01, MS -02, MS -06 E MS -07, que apresentaram variação superior a 15 mm. Conforme já apontado no relatório de auditoria anterior, após a realização do novo cadastro, as leituras semanais apresentam uma maior variação (comportamento serrilhado). Esse comportamento pode estar relacionado à má calibração do equipamento e/ou a erros humanos durante a realização das medições. Também foi verificado na inspeção de campo que alguns dos prismas instalados sobre os marcos apresentam giro em relação à posição original, provavelmente causado pelos animais que circulam na barragem.

Ressalta-se que, mesmo com o comportamento anômalo descrito anteriormente, os deslocamentos verticais acumulados são menores do que 2 cm, o que representa menos de 0,03% da altura da estrutura. Recomenda-se que seja avaliada a calibração do equipamento e o posicionamento correto dos prismas instalados.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

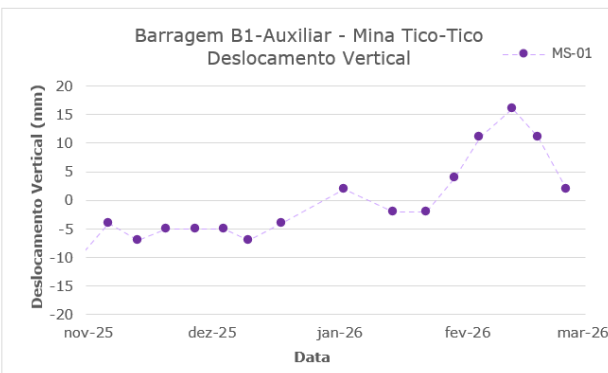
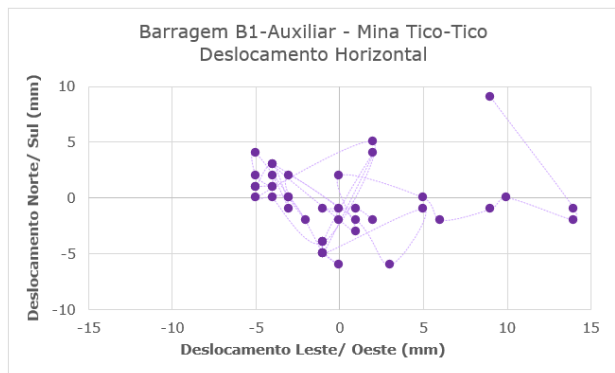


Figura 5.35 - Marco de controle de deformação – MS-01.

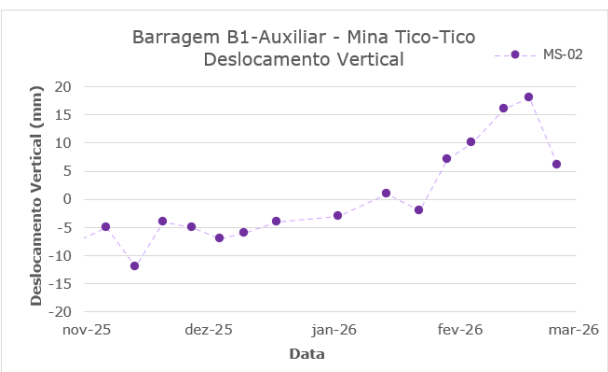
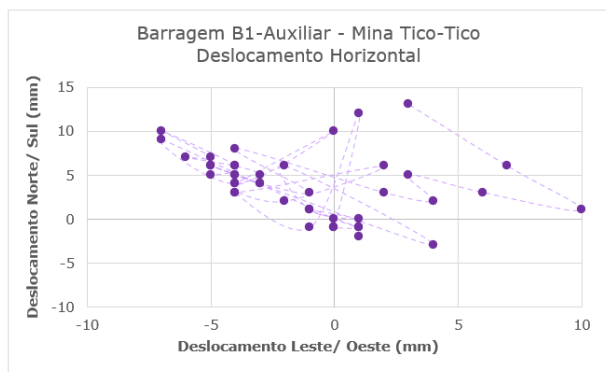


Figura 5.36 - Marco de controle de deformação – MS-02.

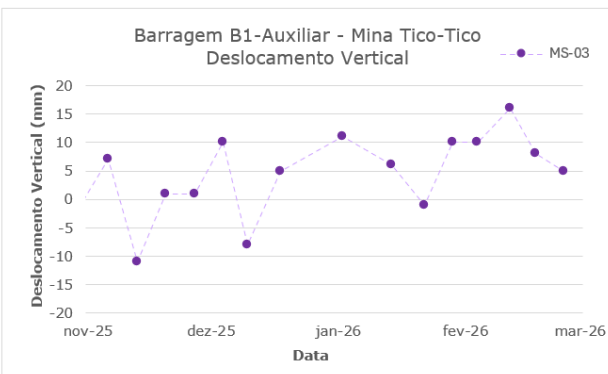
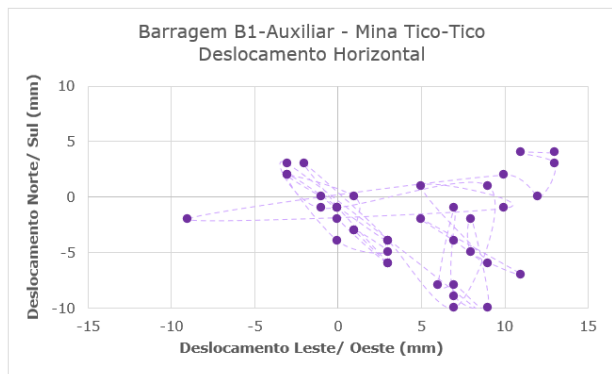


Figura 5.37 - Marco de controle de deformação – MS-03.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

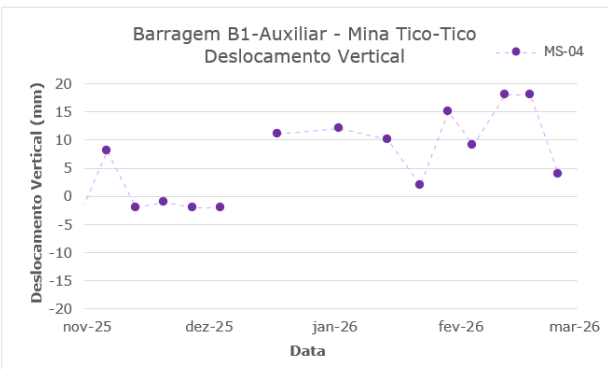
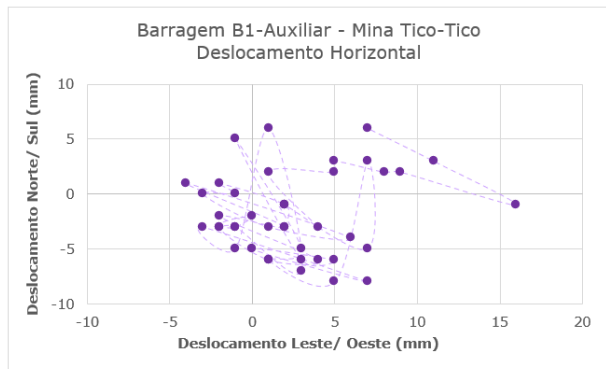


Figura 5.38 - Marco de controle de deformação – MS-04.

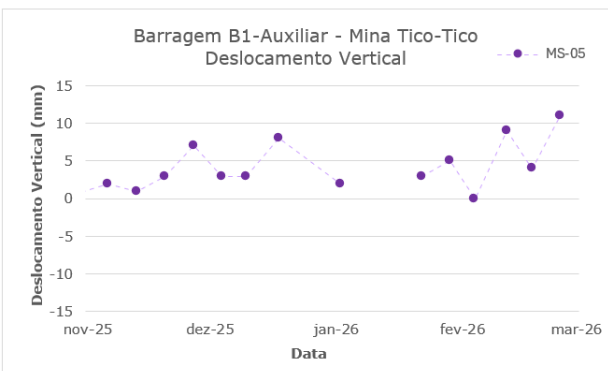
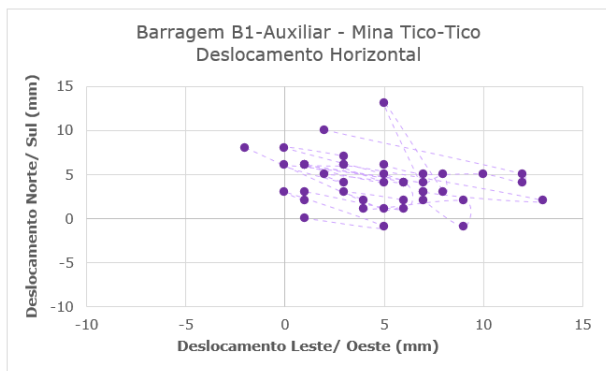


Figura 5.39 - Marco de controle de deformação – MS-05.

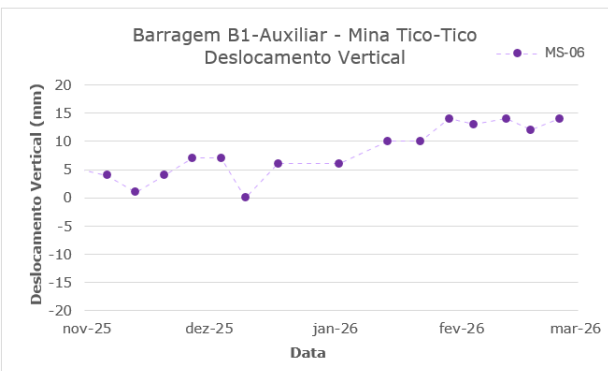
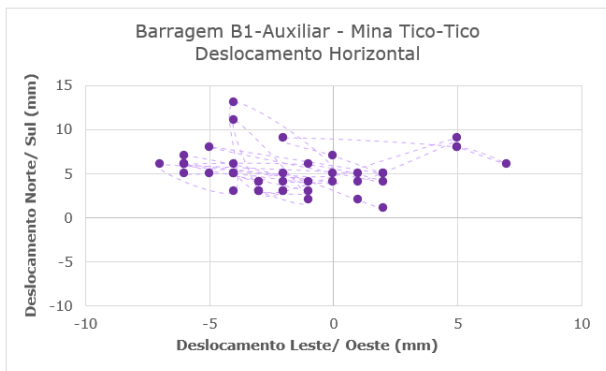


Figura 5.40 - Marco de controle de deformação – MS-06.

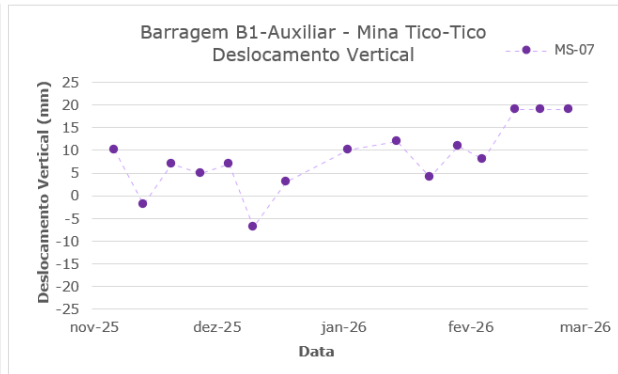
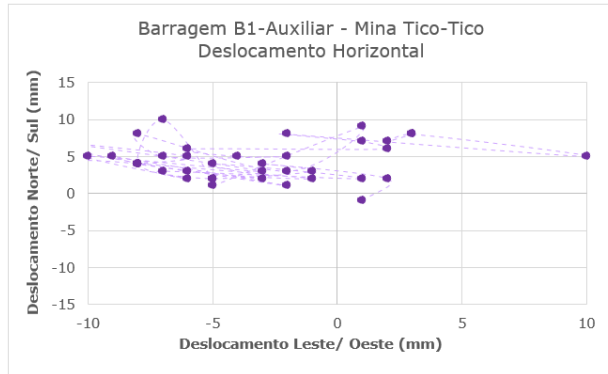


Figura 5.41 - Marco de controle de deformação – MS-07.

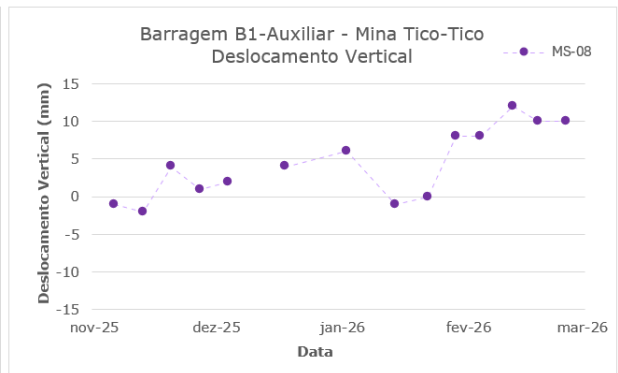
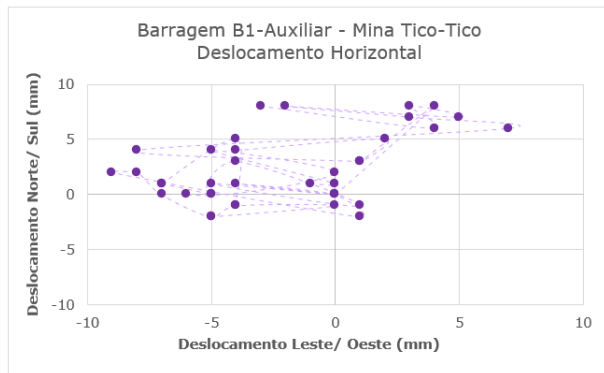


Figura 5.42 - Marco de controle de deformação – MS-08.

5.6.4.1.5 Inclinômetros

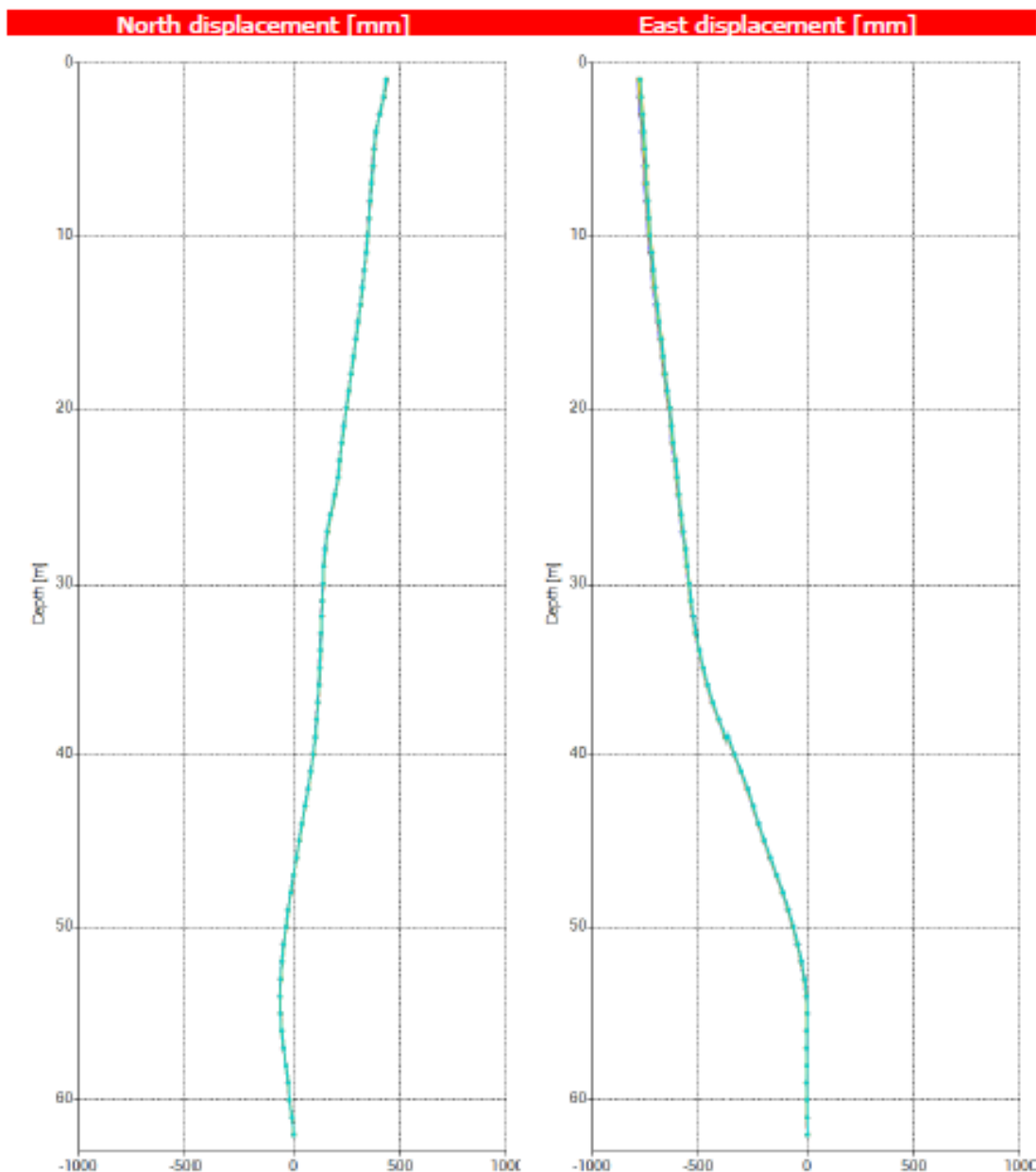
Os dois inclinômetros instalados na Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico estão sendo monitorados semanalmente pela equipe da MMI. A Figura 5.43 a Figura 5.46 mostram as leituras com as deflexões acumuladas para os instrumentos até a data de 25/03/2026, tanto para deslocamentos horizontais (N – Montante Jusante e E – ombreira a ombreira), quanto para deslocamentos em relação a coordenadas polares.

Os gráficos de deslocamentos acumulados aparentes, tanto para deslocamentos horizontais, quanto em relação a coordenadas polares, são praticamente coincidentes, tanto para o IC-01 quanto para o IC-02, demonstrando que não ocorreram movimentações horizontais em subsuperfície significativas.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00



North displacement [mm]		East displacement [mm]	
25/03/2026 16:06:31	27/02/2026 13:29:53	27/01/2026 11:43:49	26/12/2025 14:41:49
28/11/2025 10:10:10	24/10/2025 10:25:07	26/09/2025 14:53:47	08/08/2025 12:13:55
25/07/2025 14:38:39	27/06/2025 11:05:42	30/05/2025 15:02:55	10/04/2025 11:31:05
27/03/2025 10:54:38	07/03/2025 11:59:20	28/02/2025 11:15:18	03/12/2024 11:07:12
28/11/2024 14:28:45	31/10/2024 11:07:06	26/09/2024 10:45:39	22/08/2024 10:55:17
23/07/2024 14:38:57	26/06/2024 09:48:07	28/05/2024 15:05:48	23/04/2024 11:38:31
27/03/2024 14:32:24	27/02/2024 09:35:18	21/06/2023 09:54:22	11/08/2022 14:57:05
04/11/2021 12:16:54 Threshold		

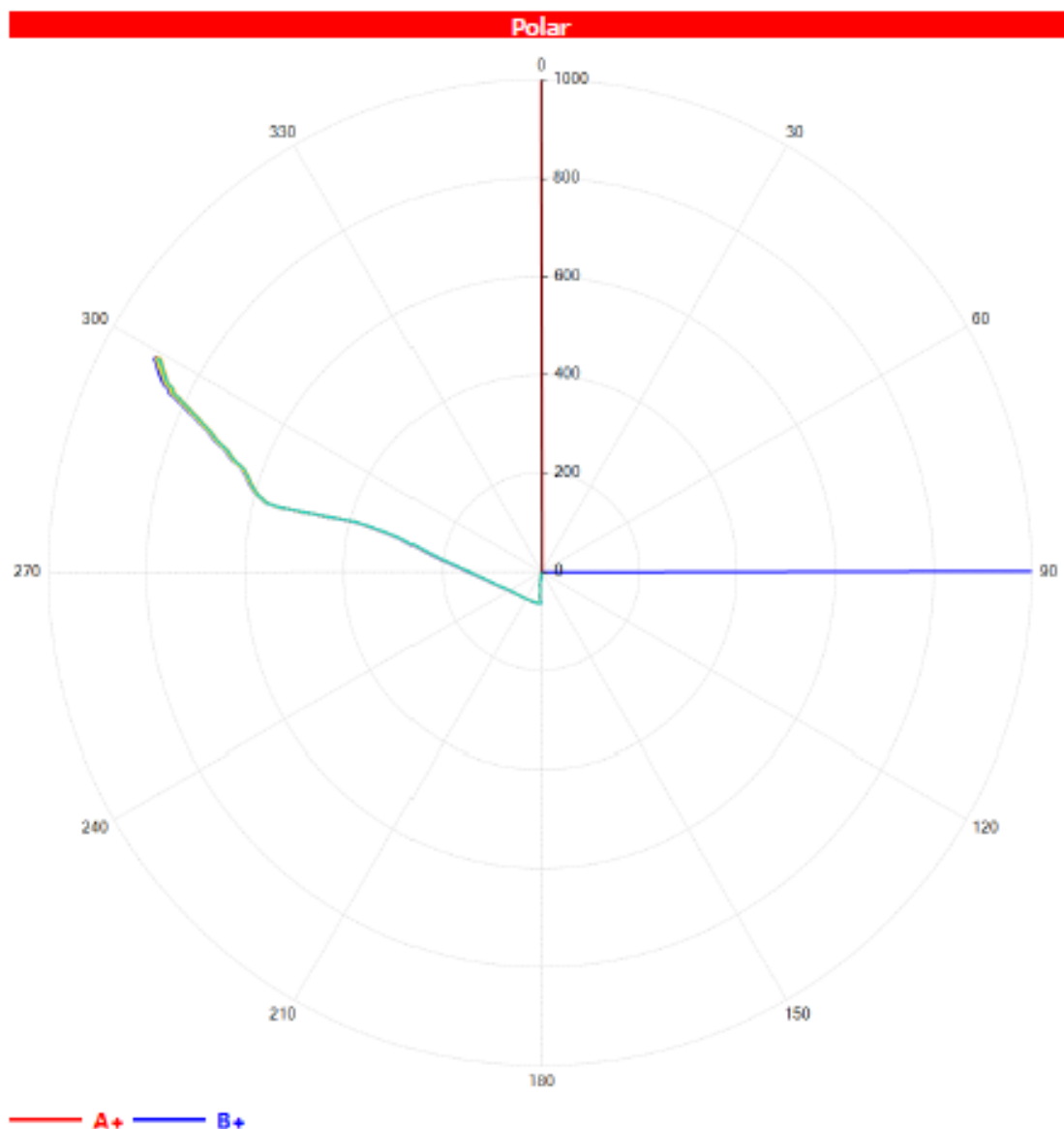
Reference Inclinator survey

Figura 5.43 - Deslocamentos horizontais acumulados do INC-01 (ref. 25/03/2026).



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00



Polar			
25/03/2026 16:06:31	27/02/2026 13:29:53	27/01/2026 11:43:49	26/12/2025 14:41:49
28/11/2025 10:10:10	24/10/2025 10:25:07	26/09/2025 14:53:47	08/08/2025 12:13:55
25/07/2025 14:38:39	27/06/2025 11:05:42	30/05/2025 15:02:55	10/04/2025 11:31:05
27/03/2025 10:54:38	07/03/2025 11:59:20	28/02/2025 11:15:18	03/12/2024 11:07:12
28/11/2024 14:28:45	31/10/2024 11:07:06	26/09/2024 10:45:39	22/08/2024 10:55:17
23/07/2024 14:38:57	26/06/2024 09:48:07	28/05/2024 15:05:48	23/04/2024 11:39:31
27/03/2024 14:32:24	27/02/2024 09:35:18	21/06/2023 09:54:22	11/08/2022 14:57:05
04/11/2021 12:16:54			

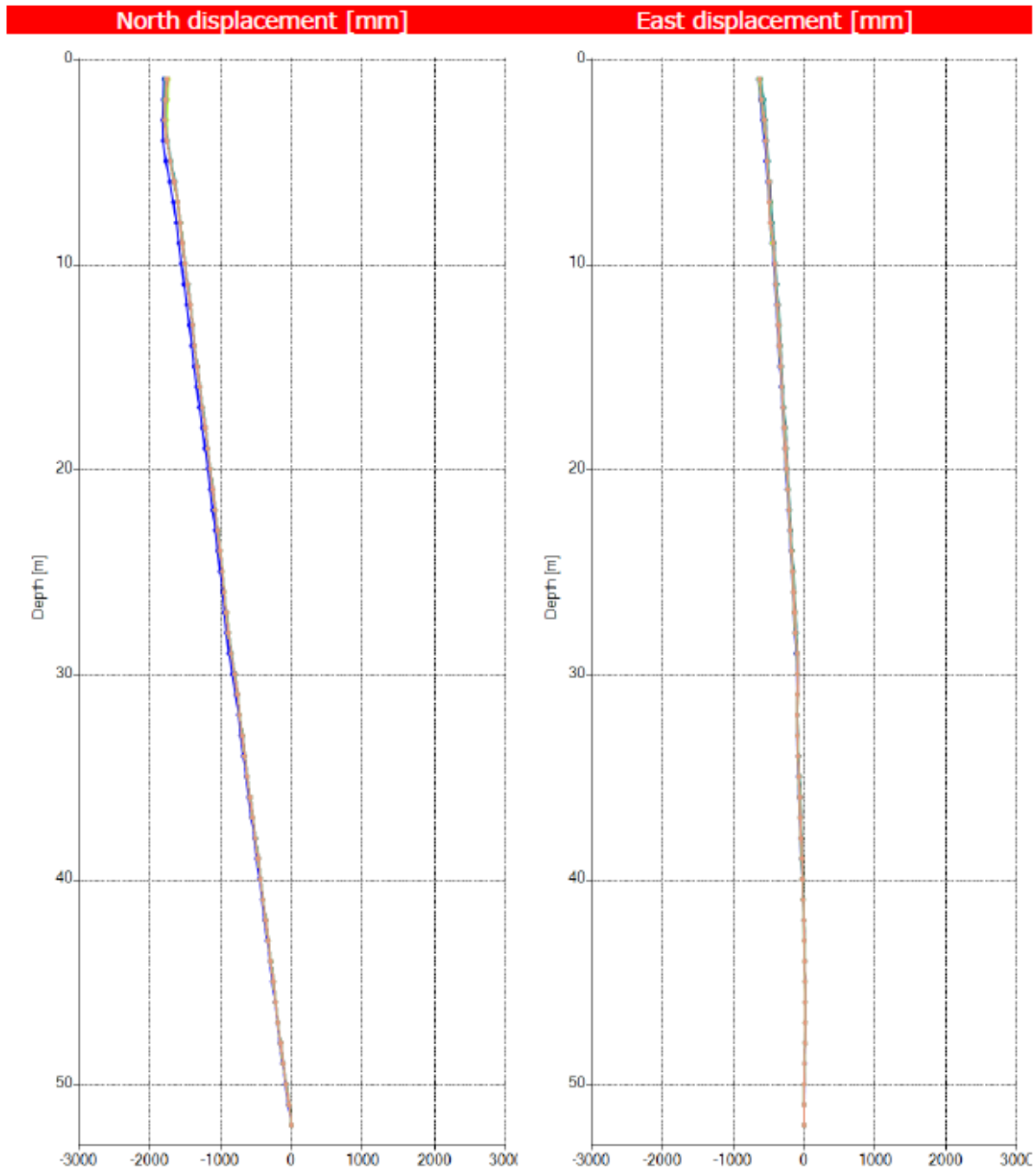
Reference Inclinomometer survey

Figura 5.44 - Deslocamentos em relação a coordenadas polares acumulados do INC-01



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

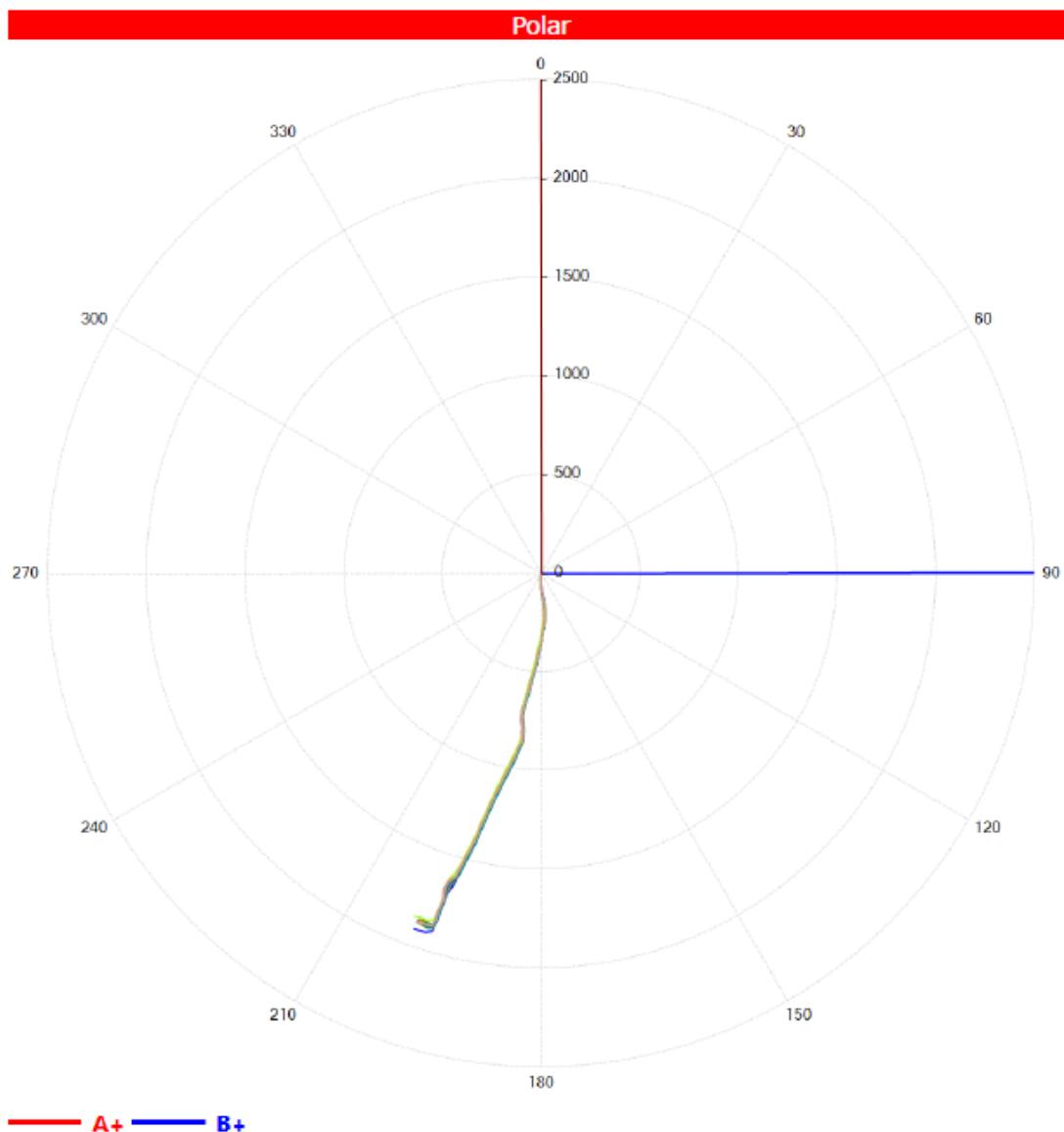


North displacement [mm]		East displacement [mm]	
25/03/2026 16:45:34	27/02/2026 14:23:56	27/01/2026 12:26:04	26/12/2025 15:32:57
28/11/2025 11:06:42	31/10/2025 13:36:11	26/09/2025 15:34:40	01/08/2025 12:09:35
25/07/2025 15:26:45	17/06/2025 12:17:48	30/05/2025 15:46:53	25/04/2025 11:43:56
27/03/2025 11:44:23	28/02/2025 12:43:50	24/01/2025 15:30:16	28/12/2024 12:39:37
28/11/2024 15:07:19	31/10/2024 11:42:49	26/09/2024 11:28:48	22/08/2024 11:46:56
23/07/2024 15:23:47	26/06/2024 10:25:07	10/05/2024 14:33:42	23/04/2024 12:18:50
27/03/2024 15:24:24	23/02/2024 10:28:50	24/01/2024 11:57:31	21/06/2023 11:24:06
03/08/2022 10:34:19	27/10/2021 12:55:06 Threshold	

Figura 5.45 - Deslocamentos horizontais acumulados do INC-02 (ref. 25/03/2026).

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO



4

Polar			
25/03/2026 16:45:34	27/02/2026 14:23:56	27/01/2026 12:26:04	26/12/2025 15:32:57
28/11/2025 11:06:42	31/10/2025 13:36:11	26/09/2025 15:34:40	01/08/2025 12:09:35
25/07/2025 15:26:45	17/06/2025 12:17:48	30/05/2025 15:46:53	25/04/2025 11:43:56
27/03/2025 11:44:23	28/02/2025 12:43:50	24/01/2025 15:30:16	28/12/2024 12:39:37
28/11/2024 15:07:19	31/10/2024 11:42:49	26/09/2024 11:28:48	22/08/2024 11:46:56
23/07/2024 15:23:47	26/06/2024 10:25:07	10/05/2024 14:33:42	23/04/2024 12:18:50
27/03/2024 15:24:24	23/02/2024 10:28:50	24/01/2024 11:57:31	21/06/2023 11:24:06
03/08/2022 10:34:19	27/10/2021 12:55:06		

Figura 5.46 - Deslocamentos em relação a coordenadas polares acumulados do INC-02.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.6.5 Análise de Estabilidade

Este item apresenta o resultado das análises de estabilidade realizadas para a barragem no período avaliado (novembro/2025 a março/2026).

As análises de estabilidade foram realizadas conforme norma NBR 13.028/2024, 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.

5.6.5.1 Premissas adotadas nas Simulações

As análises aqui apresentadas foram elaboradas para 06 (seis) seções instrumentadas da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico, considerando a geometria atual da estrutura obtida a partir do levantamento topográfico.

A linha freática no interior do reservatório e barramento foi definida a partir da leitura da instrumentação instalada na estrutura.

O fator de segurança ao escorregamento foi calculado considerando a condição de carregamento drenado e a condição de carregamento não drenado. O comportamento contrátil do rejeito e seus parâmetros geotécnicos para condições não drenadas foram estudados no âmbito da Consolidação de Dados da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.538).

Para condição de carregamento não drenado, o rejeito foi modelado a partir de seu parâmetro não drenado de pico e liquefeito, de forma a simular uma condição hipotética de liquefação do material do reservatório. Os parâmetros de resistência não drenada do rejeito foram atribuídos apenas para a parcela do material em condição 100% saturada, ou seja, localizada abaixo da linha freática de análise. A mesma hipótese foi adotada para outros materiais contráteis presentes na seção de análise, como o *underflow* e os sedimentos depositados na Barragem B1 Ecológica.

Na Figura 5.47 é apresentada, em planta, a locação da instrumentação instalada na estrutura e a indicação das seções de controle. Para as análises de estabilidade foram consideradas as 06 (seis) seções instrumentadas da barragem.

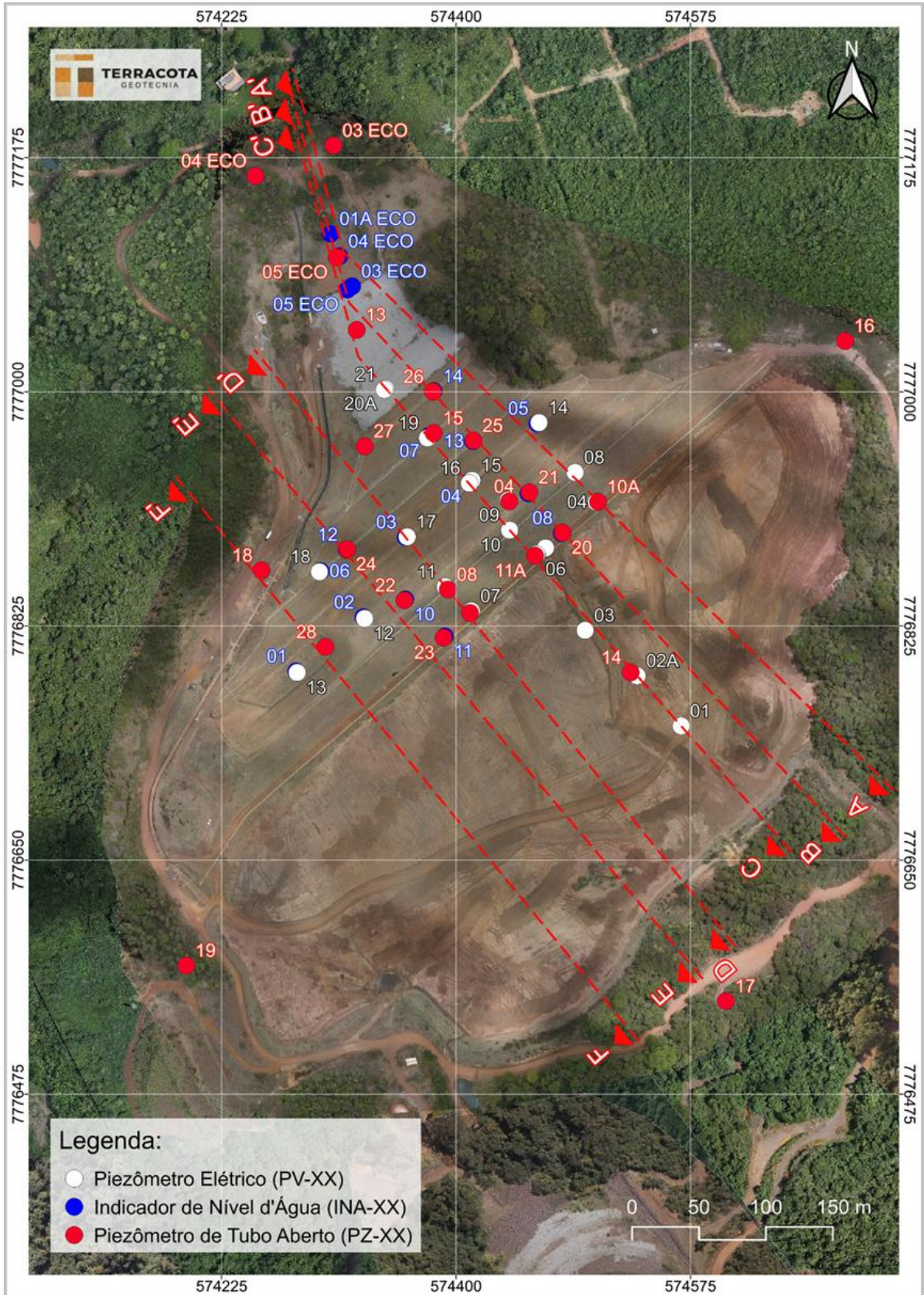


Figura 5.47 – Seções Instrumentadas Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico – Planta.

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 13.028/2024 (**FS ≥ 1,5**);
- Análises não drenadas com parâmetro de pico: NBR 13.028/2024 e Resolução ANM 95/2022 (**FS ≥ 1,3**);
- Análises com carregamento pseudo-estático: CDA/2014 (**FS ≥ 1,0**) e NBR 13.028/2024 (**FS ≥ 1,1**);
- Análises não drenadas com parâmetro liquefeito: Termo de Referência para Descaracterização de Barragens (**FS ≥ 1,1**) e ANCOLD 2012 (**FS ≥ 1,0**);

A Tabela 5.4 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 5.4 – Premissas adotadas nas análises de estabilidade.

Caso Estudado		Critério para FS	Parâmetros de Resistência do Modelo			
Nível de Água	Análises		Rejeitos			Solo / Rocha
			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 13.028/2024 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).

5.6.5.2 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 dinâmico (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 CREAM 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 5.48 apresenta a distribuição dos sismógrafos existentes no território nacional.



Figura 5.48 – 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 CREAM 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 5.5 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.

Tabela 5.5 – 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 5.49).

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 CREAM.

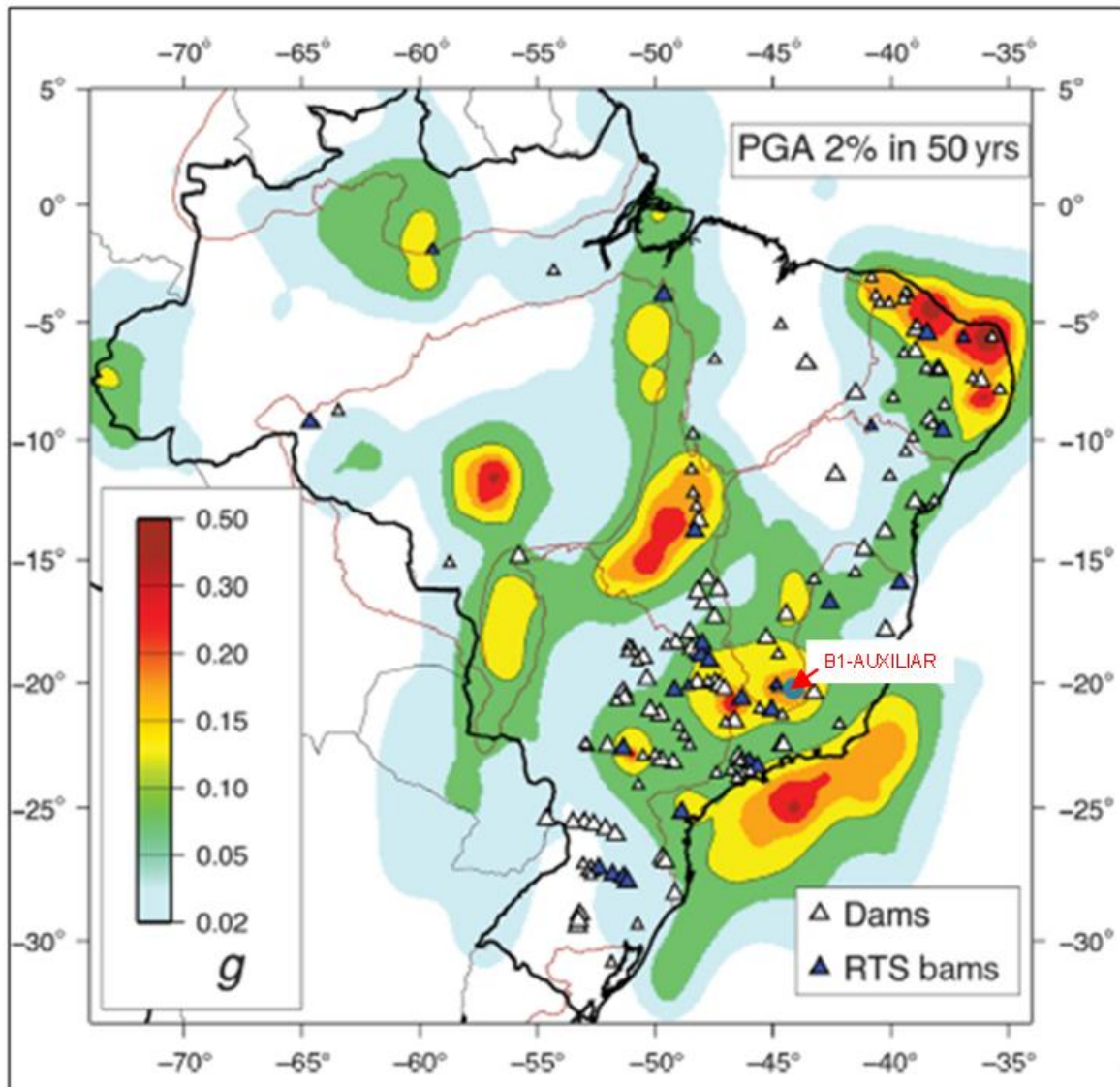


Figura 5.49 – Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos (Barros Et al., 2018).

Para definição do período de retorno adequado para embasar as análises de estabilidade da Barragem B1 – Mina Tico-Tico, 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 13.028/2024 no 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 a infraestrutura e a economia local, conforme Tabela 5.6.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.6 – 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
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 da 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 5.6, em função das análises dos dados provenientes da

Tabela 4.7 de classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental (PDA) vinculada à população à jusante, a barragem foi classificada em **Extrema**. A partir desta classificação, seguindo as premissas determinadas pela CDA (2014), as quais estão apresentadas na Tabela 5.7, o PGA de 0,183g foi obtido considerando a média entre os valores de PGA encontrados utilizando o modelo [CSF + QF (1)] com período de retorno de 10.000 anos.

Tabela 5.7 – Período de Retorno de sismo em função da classe da barragem - CDA (2014).

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 0,092g. 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 0,055g 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 previsão para descaracterização completa da estrutura, a Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico deverá ter vida útil de no máximo dez 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 10 anos. Foi encontrado período de retorno equivalente a um TR de aproximadamente 500 anos.

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

Em que:

- P é a probabilidade de excedência do sismo;
- 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 também utilizou nas análises de estabilidade o sismo correspondente ao TR de 2.500 anos (mais conservador que o calculado), que resulta numa probabilidade de excedência de apenas 0,04%. Desta forma, adotando-se um valor de 0,5 PGA sobre o valor obtido da Tabela 5.5, tem-se uma aceleração horizontal igual a 0,067g e uma componente vertical igual a 0,040g.

5.6.5.3 Definição da Condição da Superfície Freática

Para definição da condição da superfície freática utilizada nas análises de estabilidade foram considerados os instrumentos existentes ao longo das seções de análise, instalados no maciço, fundação e reservatório da Barragem B1-Auxiliar - Mina Tico-Tico e Barragem B1 Ecológica - Mina Tico-Tico.

A Tabela 5.8 apresenta as leituras da instrumentação na data de referência deste relatório, e os valores adotados nas análises de estabilidade para cálculo do fator de segurança.

Tabela 5.8 – Instrumentação – Valores lidos (25/02/2026) e valores adotados.

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
A-A'	PZ-10A	991,94	Seco	974,02 ⁽¹⁾
	PV-04	991,40	Seco	974,02 ⁽¹⁾
	PV-08	982,32	Seco	972,10 ⁽¹⁾
	PV-14	958,03	Seco	941,69 ⁽¹⁾
	INA-05	959,98	Seco	941,69 ⁽¹⁾
	INA-13 (Seção B-B')	945,88	Seco	933,88 ⁽¹⁾
	PZ-25 (Seção B-B')	928,80	933,57	933,88 ⁽¹⁾



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
	INA-14 (Seção B-B')	949,08	Seco	933,88 ⁽¹⁾
	PZ-26 (Seção B-B')	938,97	Seco	933,88 ⁽¹⁾
	PZ-13 (Seção C-C')	929,77	936,78	933,88
	INA-03 ECO	923,68	924,74	925,05 ⁽¹⁾
	INA-05 ECO	923,82	925,47	925,05
	PZ-05 ECO	916,17	922,22	924,29 ⁽¹⁾
	INA-04 ECO	922,83	926,94 ⁽⁵⁾	924,29
	INA-01A ECO	920,50	Seco	920,50
	PZ-03 ECO	851,31	915,50	918,64 ⁽¹⁾
	PZ-04 ECO	887,13	915,95	918,64 ⁽¹⁾
B-B'	INA-08	957,08	974,18	974,02
	PZ-20	951,15	974,10	974,02 ⁽¹⁾
	INA-09	971,36	974,51 ⁽²⁾	951,00 ⁽¹⁾
	PZ-21	951,00	Seco	951,00
	INA-13	945,88	Seco	933,88 ⁽¹⁾
	PZ-25	928,80	933,57	933,88 ⁽¹⁾
	INA-14	949,08	Seco	933,88 ⁽¹⁾
B-B'	PZ-26	938,97	Seco	933,88 ⁽¹⁾
	PZ-13 (Seção C-C')	929,77	936,78	933,88
	INA-05 ECO	923,82	925,47	925,05
	INA-03 ECO	923,68	924,74	925,05 ⁽¹⁾
	PZ-05 ECO	916,17	922,22	924,29 ⁽¹⁾
	INA-04 ECO	922,83	926,94 ⁽⁵⁾	924,29
	INA-01A ECO	920,50	Seco	920,50
	PZ-03 ECO	851,31	913,58	918,64 ⁽¹⁾
PZ-04 ECO	887,13	915,95	918,64 ⁽¹⁾	
C-C'	PV-01	982,64	984,39	982,74 ⁽³⁾
	PV-02A	967,83	980,22	980,78 ⁽¹⁾
	PZ-14	968,37	982,25	980,58
	PV-03	968,22	979,21	978,46
	PZ-11A	991,83	Seco	975,24 ⁽¹⁾
	PV-05	953,84	953,92	975,24 ⁽¹⁾
	PV-06	991,21	Seco	975,24 ⁽¹⁾
	INA-02B	957,57	975,50	975,24
	PV-10	982,58	Seco	975,11 ⁽¹⁾
	PZ-04	977,39	Seco	975,05 ⁽¹⁾
	PV-09	976,77	Seco	975,05 ⁽¹⁾
	PV-15	942,81	Seco	946,82 ⁽¹⁾
	PV-16	946,82	Seco	946,82 ⁽¹⁾
	INA-01B	939,47	946,87	946,82
	INA-04	949,37	Seco	946,82 ⁽¹⁾
PV-19	947,22	Seco	943,94 ⁽¹⁾	
INA-07	947,39	Seco	943,94 ⁽¹⁾	



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
	PZ-15	941,89	943,92	943,94
	PV-20A	928,30	Seco	938,93 ⁽¹⁾
	PV-21	942,80	Sem Leitura ⁽³⁾	938,93 ⁽¹⁾
	PZ-13	929,77	936,78	933,88
	INA-05 ECO	923,82	925,47	925,05
	INA-03 ECO	923,68	924,74	925,05 ⁽¹⁾
	PZ-05 ECO	916,17	922,22	924,29 ⁽¹⁾
	INA-04 ECO	922,83	926,94	924,29
	INA-01A ECO	920,50	Seco	920,50
	PZ-03 ECO	851,31	915,50	918,64 ⁽¹⁾
	PZ-04 ECO	887,13	915,95	918,64 ⁽¹⁾
D-D'	PZ-12A	992,38	Seco	975,24 ⁽¹⁾
	PV-07	991,34	Seco	975,24 ⁽¹⁾
	PZ-08	983,36	Seco	975,13 ⁽¹⁾
	PV-11	984,85	984,86 ⁽²⁾	975,13 ⁽¹⁾
	INA-03	964,47	Seco	946,82 ⁽¹⁾
	PV-17	964,37	Seco	946,82 ⁽¹⁾
	PZ-27	931,22	932,41	932,40
E-E'	PZ-23	967,29	976,93	977,70 ⁽¹⁾
	INA-11	974,19	977,72	977,70
	PZ-22	964,31	Seco	974,97 ⁽¹⁾
	INA-10	974,97	Seco	974,97
	PV-12	987,55	987,68 ⁽²⁾	973,59 ⁽¹⁾
	INA-02	987,20	Seco	973,59 ⁽¹⁾
	PZ-24	964,31	965,40	965,54
	INA-12	947,68	959,83	965,54 ⁽¹⁾
	INA-06	975,74	Seco	965,54 ⁽¹⁾
	PV-18	975,35	Seco	965,54 ⁽¹⁾
F-F'	PZ-18 (Seção F-F')	920,72	939,23	939,65
	PV-13	983,35	Sem Leitura ⁽⁴⁾	966,64 ⁽¹⁾
	INA-01	984,54	Seco	966,64 ⁽¹⁾
	PZ-28	954,81	967,00	966,64
	PZ-24 (Seção E-E')	964,31	965,40	965,54
	INA-12 (Seção E-E')	947,68	959,83	965,54 ⁽¹⁾
	INA-06 (Seção E-E')	975,74	Seco	965,54 ⁽¹⁾
	PV-18 (Seção E-E')	975,35	Seco	965,54 ⁽¹⁾
PZ-18	920,72	939,23	939,65	

1- Valores adotados através de interpolação das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;

2- Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes. Instrumento considerado "seco";

3- Instrumento apresenta falhas no sensor. Sem registro de leituras desde meados de novembro de 2025;

4- Instrumentos sem leitura desde o início de agosto de 2025 devido a problemas em um dos dataloggers;

5- Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes. Adotada última leitura considerada válida (03/02/2026).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.6.5.4 Parâmetros de Resistência

Os parâmetros geotécnicos adotados para as várias camadas foram consolidados no âmbito do relatório de consolidação de dados da estrutura (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.761).

Na Tabela 5.9 são apresentados os parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.9 – Parâmetros geotécnicos dos materiais constituintes dos modelos numéricos.

Material	Cor	γ (kN/m ³)	Parâmetros de Resistência							Referência
			Parâmetros Efetivos		Parâmetros Totais					
			c' (kPa)	φ' (°)	Razão de resistência não drenada Su/σ'v (kPa)	Obtidos		Adotados ⁽¹⁾		
						c (kPa)	φ (°)	c (kPa)	φ (°)	
Aterro B1-Auxiliar		20,5	9,8	30,2	-	-	-	-	-	Ensaio de compressão triaxial de laboratório.
Colúvio		21,0	20,0	27,0	-	32,9	18,8	26,3	15,0	
Solo Residual		21,5	26,0	25,0	-	49,9	18,6	39,9	14,9	
Aterro de Regularização		23,5	5,0	35,0	-	22,1	39,3	17,7	31,4	
Rejeito B1-Auxiliar	Drenado		10,0	34,5	-	-	-	-	-	Interpretação dos ensaios de piezocone executados nas campanhas de 2018, 2019 e 2021 – 2022.
	Não Drenado - Pico	26,0	-	-	0,22	-	-	-	-	
	Não Drenado - Liquefeito		-	-	0,09	-	-	-	-	
Underflow	Drenado		0,0	30,0	-	-	-	-	-	Parâmetros conservadores baseados na experiência da projetista.
	Não Drenado - Pico	19,0	-	-	0,22	-	-	-	-	Interpretação dos ensaios de piezocone executados nas campanhas de 2018, 2019 e 2021 – 2022.
	Não Drenado - Liquefeito		-	-	0,10	-	-	-	-	
Saprólito de Filito		22,0	15,0	35,0	-	-	-	-	-	Majorado a partir dos resultados para o solo residual local.
Diques de enrocamento		20,0	0,0	38,0	-	-	-	-	-	Parâmetros conservadores baseados na experiência da projetista.
Drenos		18,0	0,0	32,0	-	-	-	-	-	
Sedimentos B1-Ecológica	Drenado		0,0	30,0	-	-	-	-	-	
	Não Drenado - Pico	19,0	-	-	0,22	-	-	-	-	Interpretação dos ensaios de piezocone executados nas campanhas de 2018, 2019 e 2021 – 2022.
	Não Drenado - Liquefeito		-	-	0,06	-	-	-	-	



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Material	Cor	Y (kN/m ³)	Parâmetros de Resistência							Referência
			Parâmetros Efetivos		Parâmetros Totais					
			c' (kPa)	φ' (°)	Razão de resistência não drenada Su/σ'v (kPa)	Obtidos		Adotados ⁽¹⁾		
						c (kPa)	φ (°)	c (kPa)	φ (°)	
Filito		30,0	40,0	30,0	-	-	-	-	-	Parâmetros conservadores baseados na experiência da projetista.
Aterro B1-Ecológica		21,0	22,0	33,0	-	-	-	-	-	Ensaio de compressão triaxial de laboratório (documento BSC-E-TT-RE-002)
Tálus / colúvio		21,0	26,5	35,0	-	32,9	18,8	26,3	15,0	Ensaio de compressão triaxial de laboratório executados no colúvio*
Enrocamento Reforço		23,0	Envoltória intermediária de Leps (1970)		-	-	-	-	-	Estimativa bibliografia / projetistas

⁽¹⁾ Para as análises não drenadas com carregamento pseudo-estático foram adotados parâmetros totais reduzidos em 20% conforme referência de Hynes-Griffin & Franklin (1984)



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.6.5.5 Resultados

Os resultados das análises de estabilidade realizadas são apresentados nas figuras abaixo, destacando-se as superfícies de ruptura que apresentaram os menores fatores de segurança. A Tabela 5.10 apresenta um resumo dos estudos de estabilidade geotécnica.

Tabela 5.10 – Resultado das análises de estabilidade.

Seção	Data de Referência da Freática	Condição de Carregamento	Parâmetro de Resistência do Rejeito	F.S. Recomendado	F.S. Obtido		
					Spencer	M-P	Sarma
A-A'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,68	1,68	1,68
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,68	1,68	1,68
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,68	1,68	1,68
		Não drenado pseudo-estático a _h = 0,092g a _v = 0,055g	Resistência não drenada de pico	1,1	1,33 (sismo ↑)	1,33 (sismo ↑)	1,33 (sismo ↑)
	1,34 (sismo ↓)	1,33 (sismo ↓)	1,33 (sismo ↓)				
B-B'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,64	1,62	1,64
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,64	1,62	1,64
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,64	1,62	1,64
		Não drenado pseudo-estático a _h = 0,092g a _v = 0,055g	Resistência não drenada de pico	1,1	1,30 (sismo ↑)	1,29 (sismo ↑)	1,30 (sismo ↑)
	1,31 (sismo ↓)	1,30 (sismo ↓)	1,31 (sismo ↓)				
C-C'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,62	1,61	1,62
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,55	1,53	1,54
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,33	1,31	1,33
		Não drenado pseudo-estático a _h = 0,092g a _v = 0,055g	Resistência não drenada de pico	1,1	1,17 (sismo ↑)	1,16 (sismo ↑)	1,18 (sismo ↑)
	1,25 (sismo ↓)	1,26 (sismo ↓)	1,24 (sismo ↓)				
C-C'	Percolação – dreno operante	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,63	1,61	1,63
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,55	1,56	1,54
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,37	1,36	1,36
		Não drenado pseudo-estático a _h = 0,092g a _v = 0,055g	Resistência não drenada de pico	1,1	1,15 (sismo ↑)	1,13 (sismo ↑)	1,14 (sismo ↑)
	1,14 (sismo ↓)	1,13 (sismo ↓)	1,13 (sismo ↓)				



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Seção	Data de Referência da Freática	Condição de Carregamento	Parâmetro de Resistência do Rejeito	F.S. Recomendado	F.S. Obtido		
					Spencer	M-P	Sarma
C-C'	Percolação – Dreno colmatado	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,3	1,38	1,39	1,37
D-D'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,63	1,63	1,64
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,63	1,63	1,64
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,63	1,63	1,64
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,1	1,30 (sismo ↑)	1,29 (sismo ↑)	1,30 (sismo ↑)
$a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	1,32 (sismo ↓)	1,31 (sismo ↓)			1,32 (sismo ↓)		
E-E'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,70	1,69	1,70
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,70	1,69	1,70
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,70	1,69	1,70
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,1	1,28 (sismo ↑)	1,26 (sismo ↑)	1,28 (sismo ↑)
$a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	1,28 (sismo ↓)	1,26 (sismo ↓)			1,27 (sismo ↓)		
F-F'	25/02/2026	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,5	1,83	1,82	1,83
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,3	1,83	1,82	1,83
			Resistência não drenada liquefeita	1,1	1,83	1,82	1,83
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,1	1,49 (sismo ↑)	1,47 (sismo ↑)	1,49 (sismo ↑)
$a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	1,50 (sismo ↓)	1,48 (sismo ↓)			1,50 (sismo ↓)		

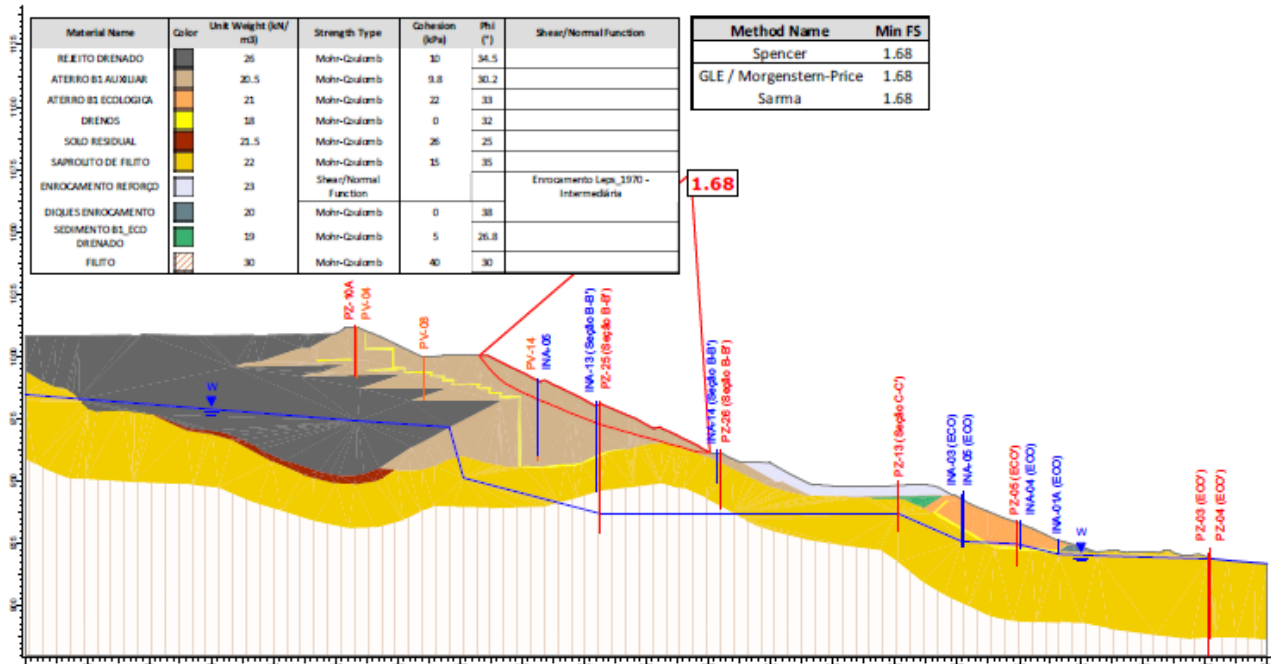


Figura 5.50 - Seção A-A' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).

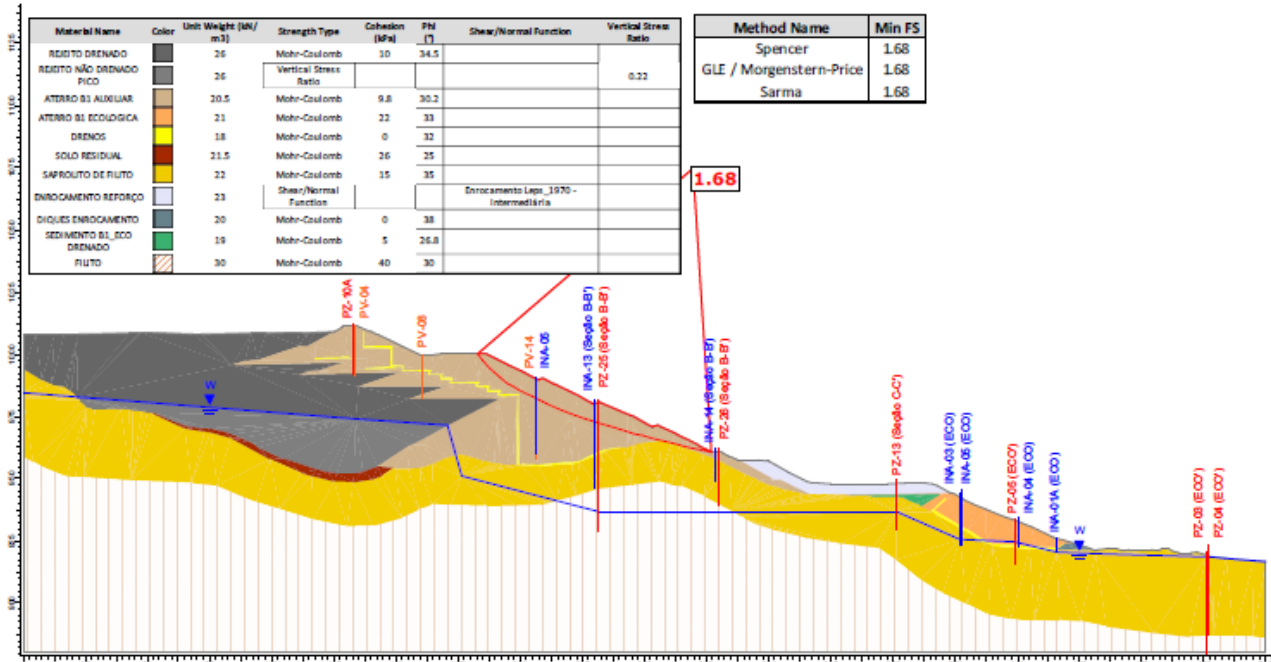


Figura 5.51 - Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) - Razão de resistência não drenada de pico.

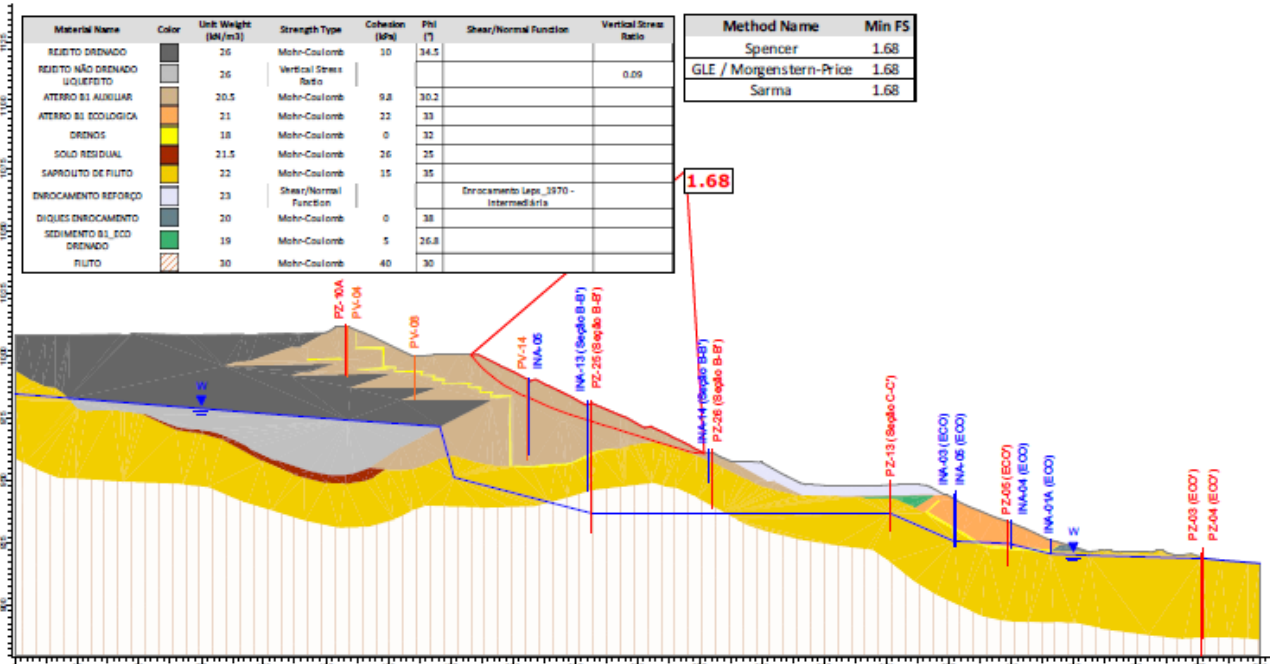


Figura 5.52 - Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.

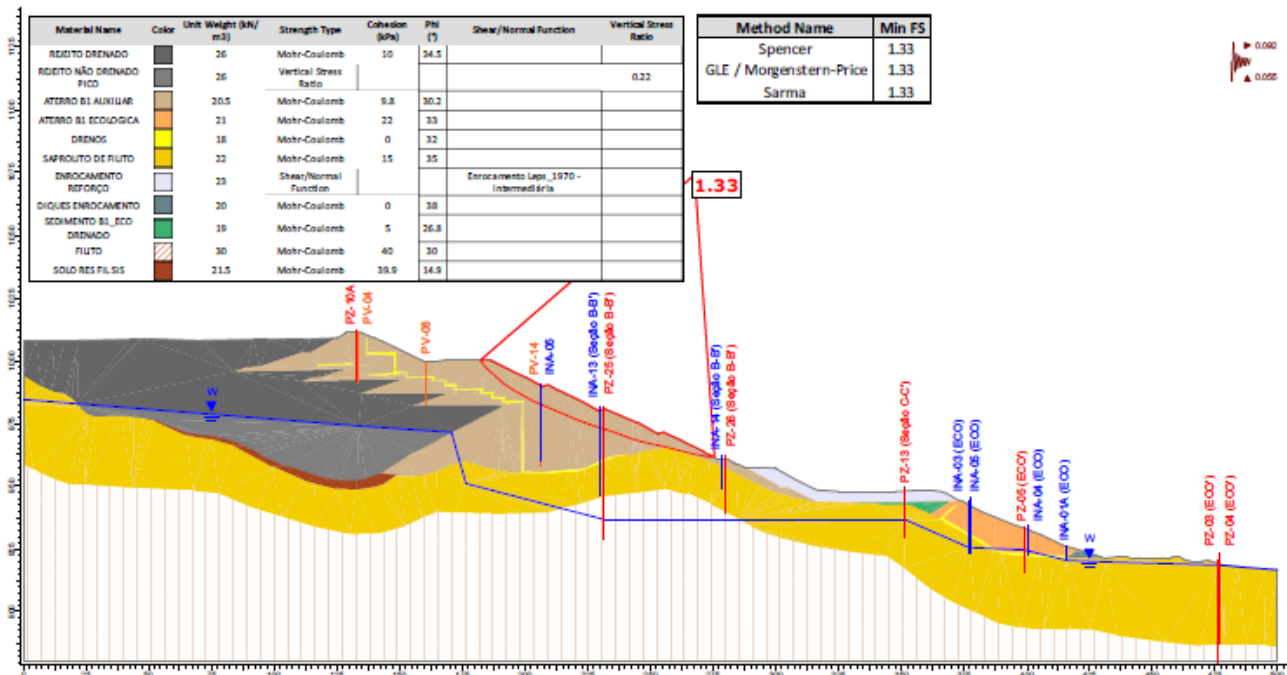


Figura 5.53 - Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

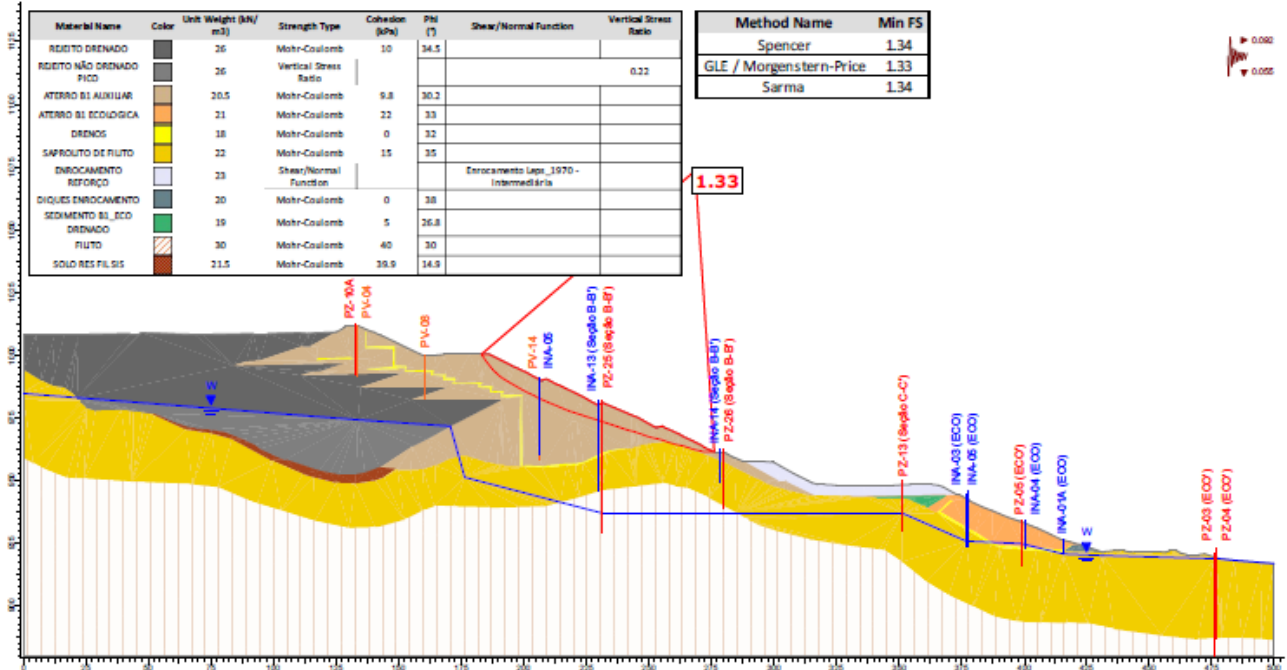


Figura 5.54 - Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/2026) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

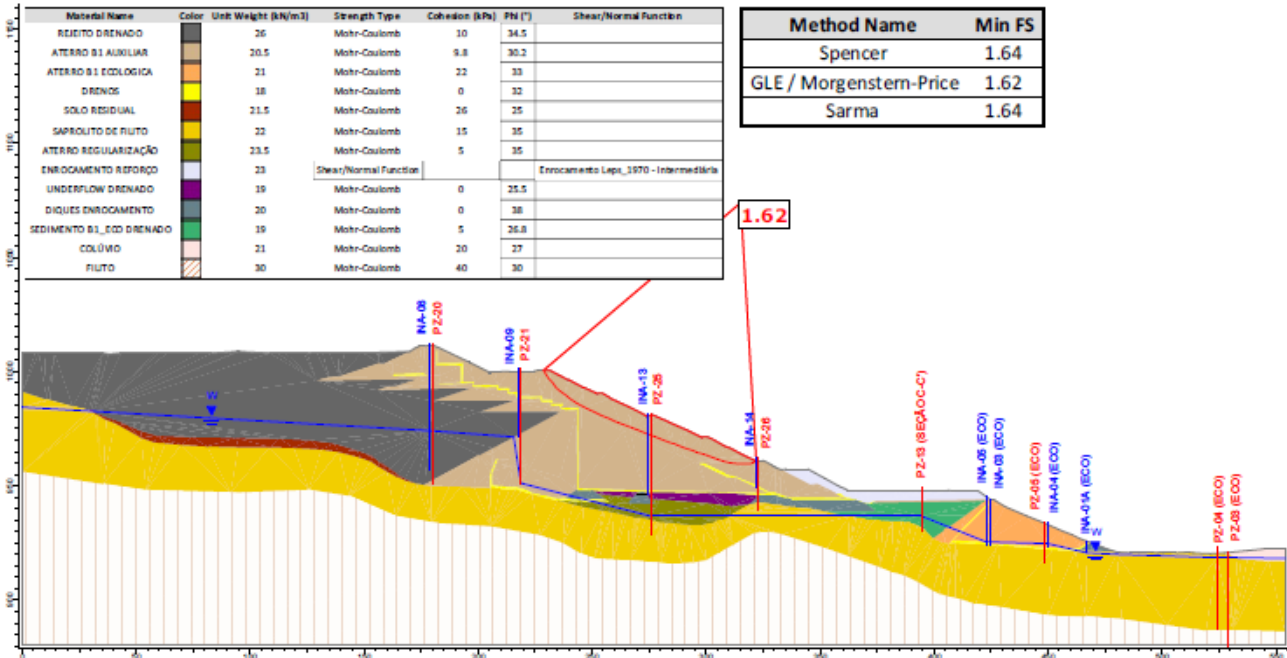


Figura 5.55 - Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

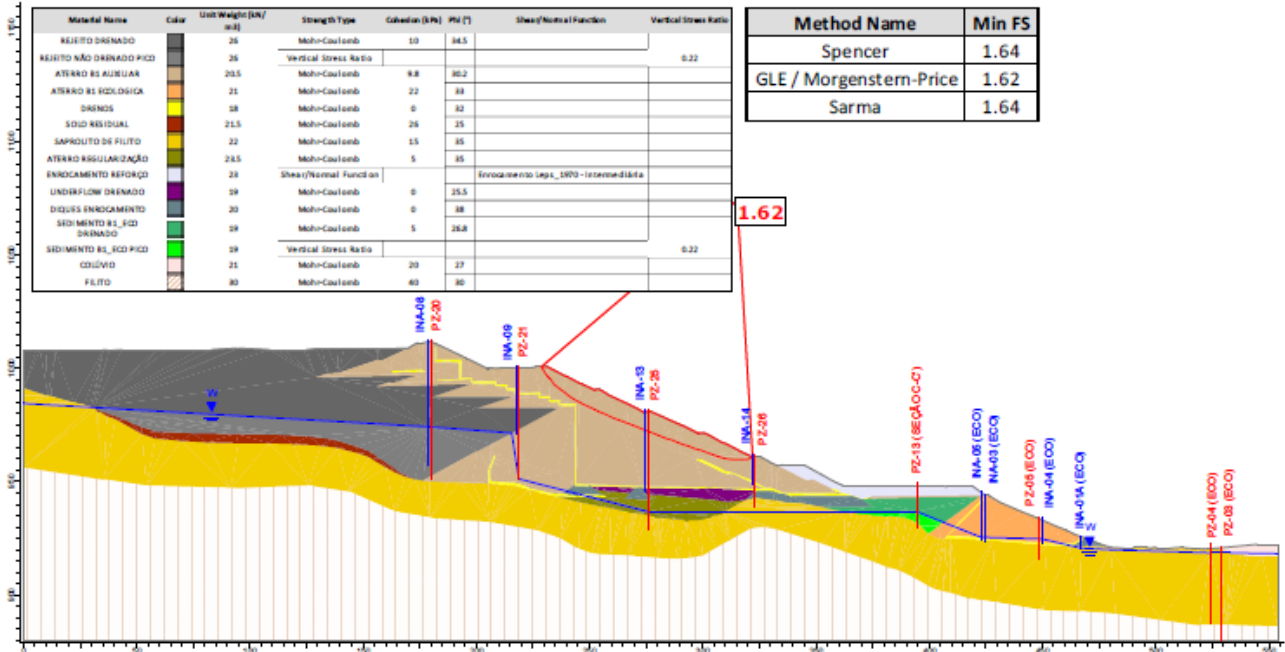


Figura 5.56 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico.

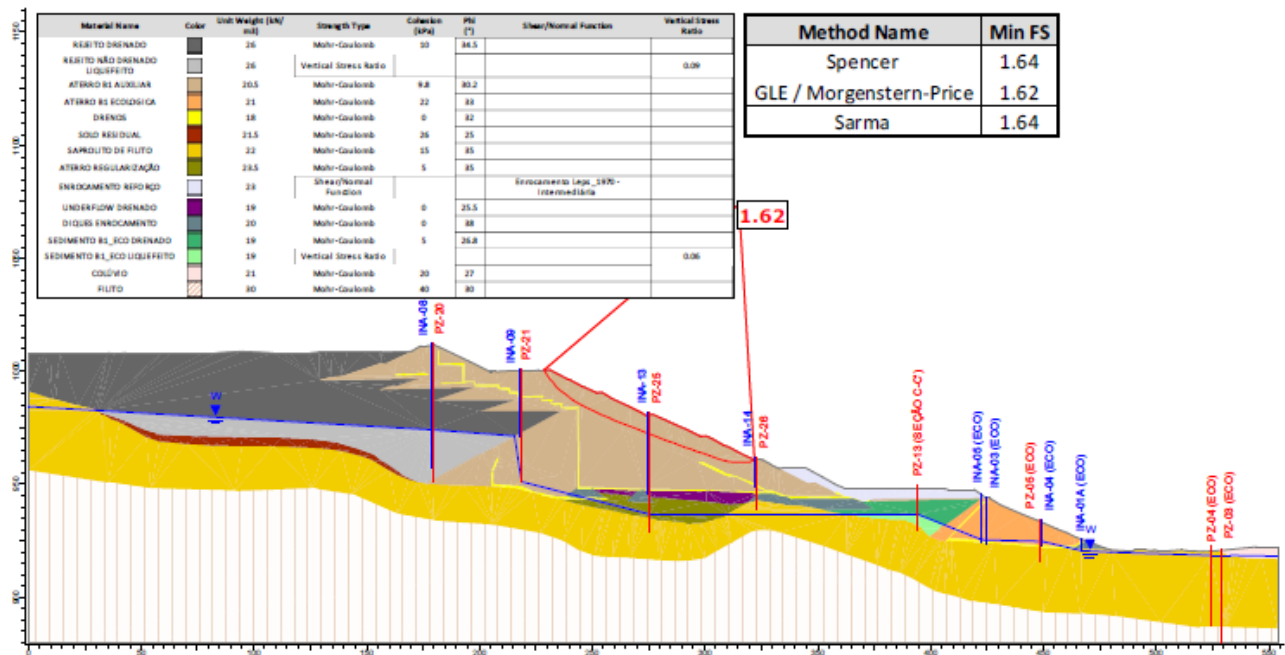


Figura 5.57 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

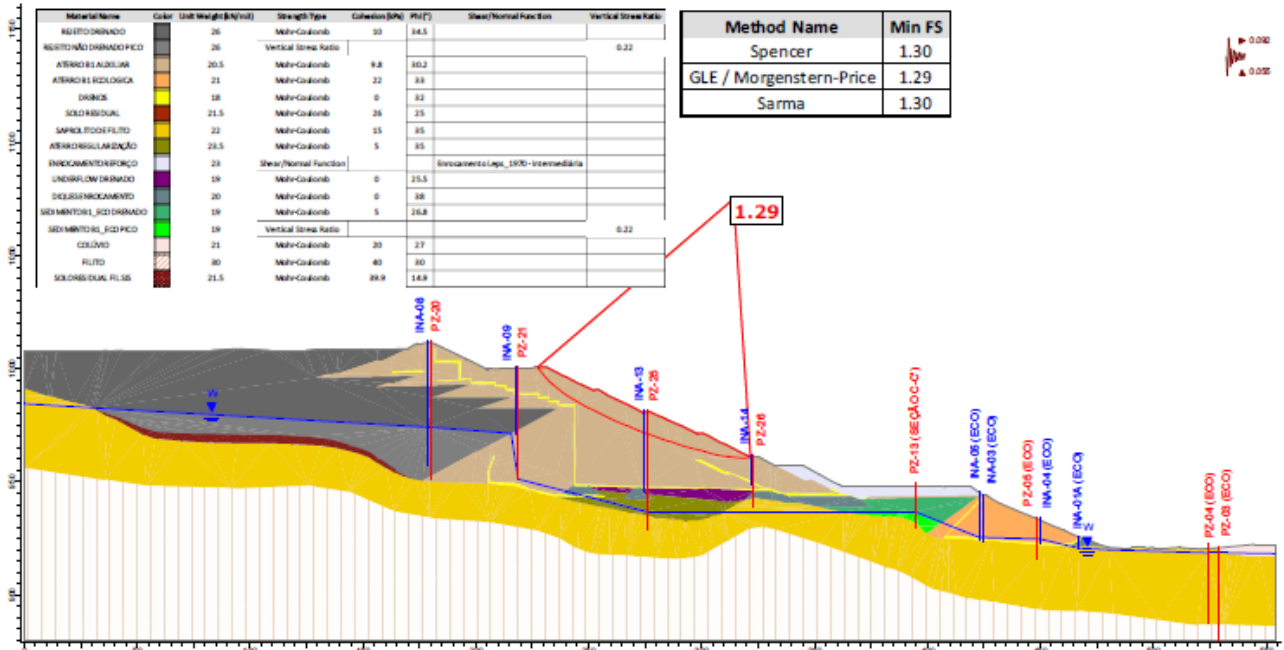


Figura 5.58 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/2026) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.

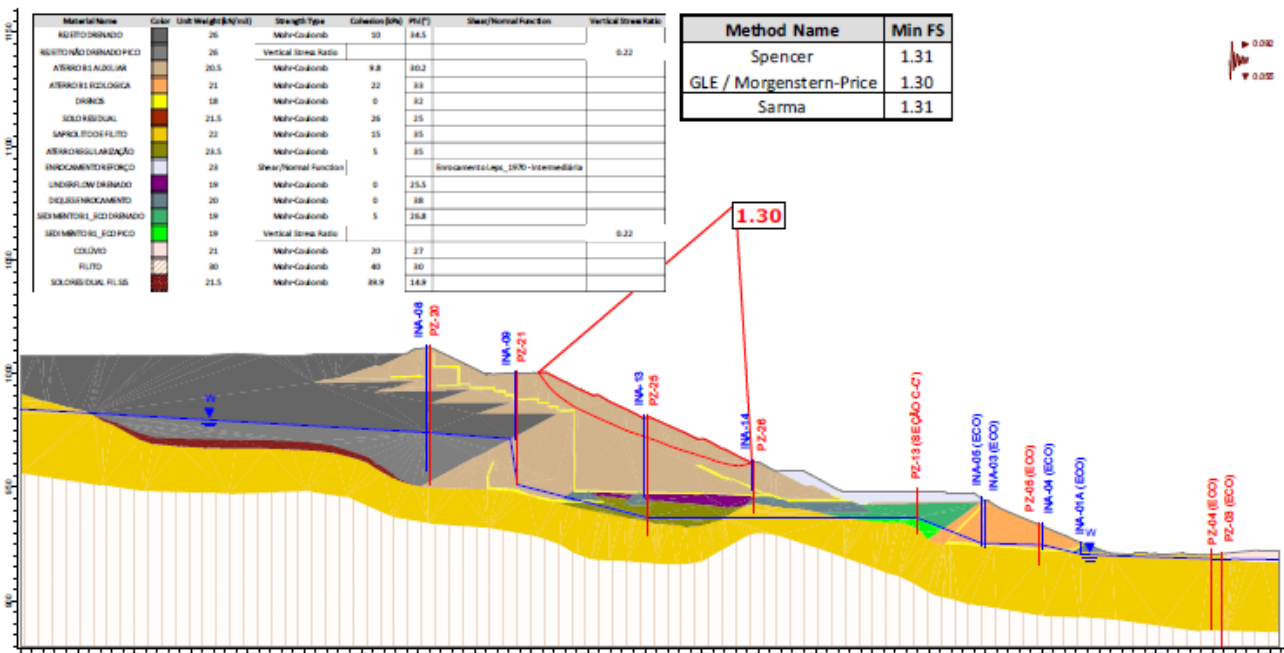


Figura 5.59 - Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/2026) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

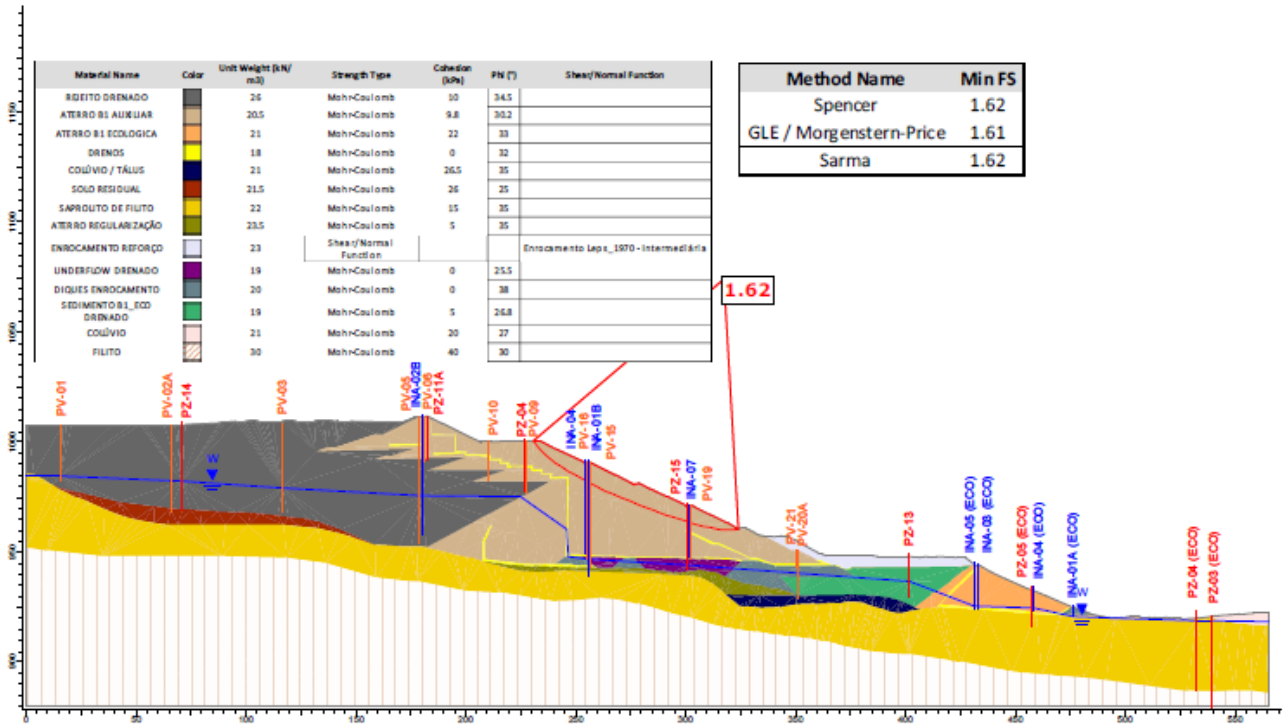


Figura 5.60 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).

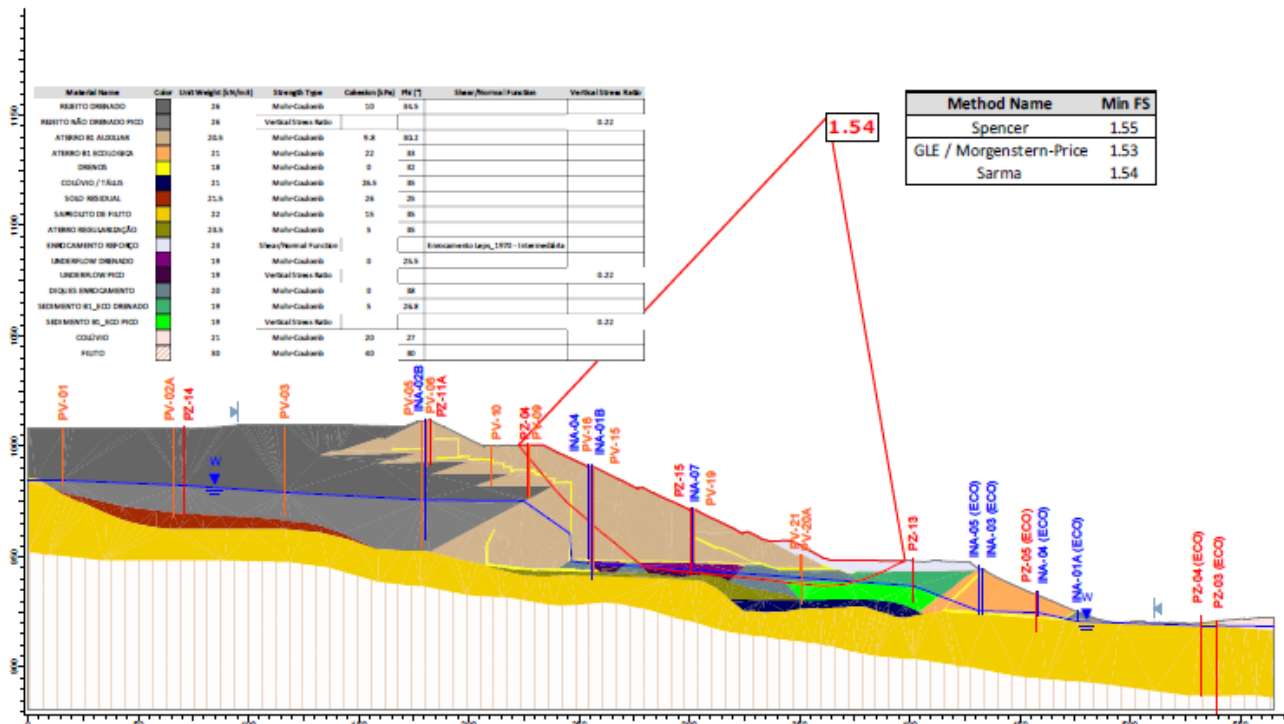


Figura 5.61 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico.

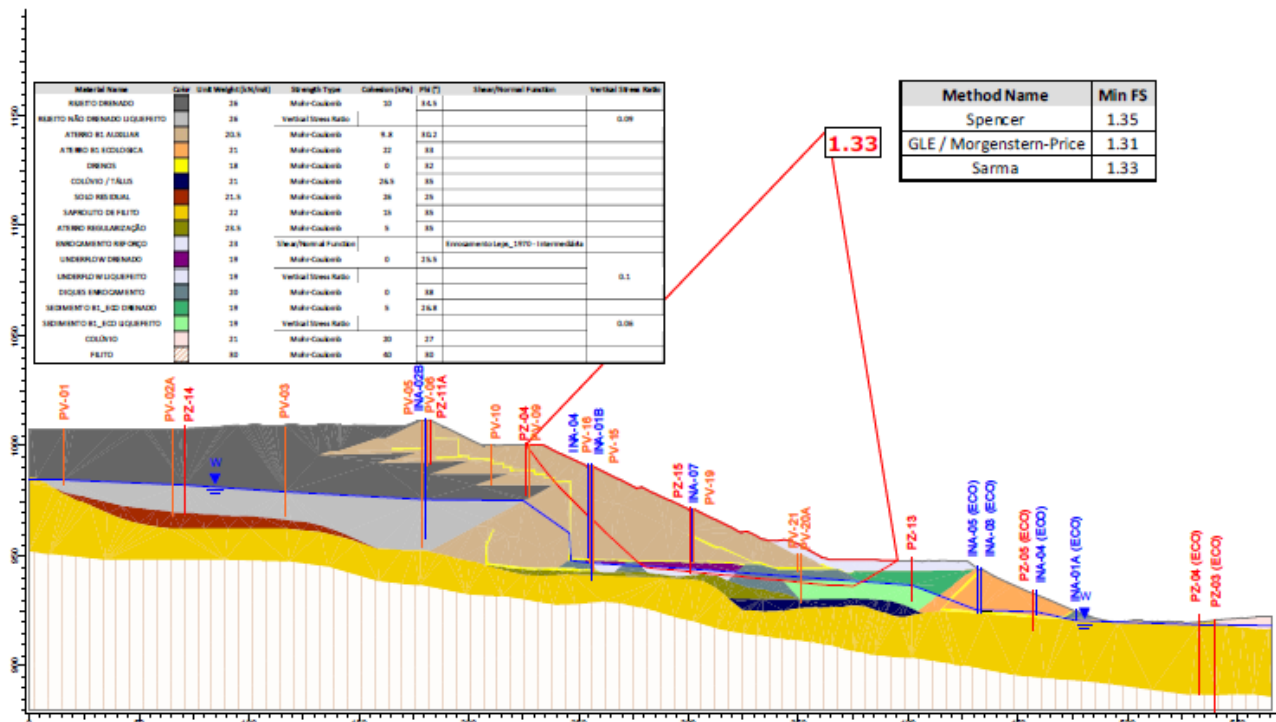


Figura 5.62 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.

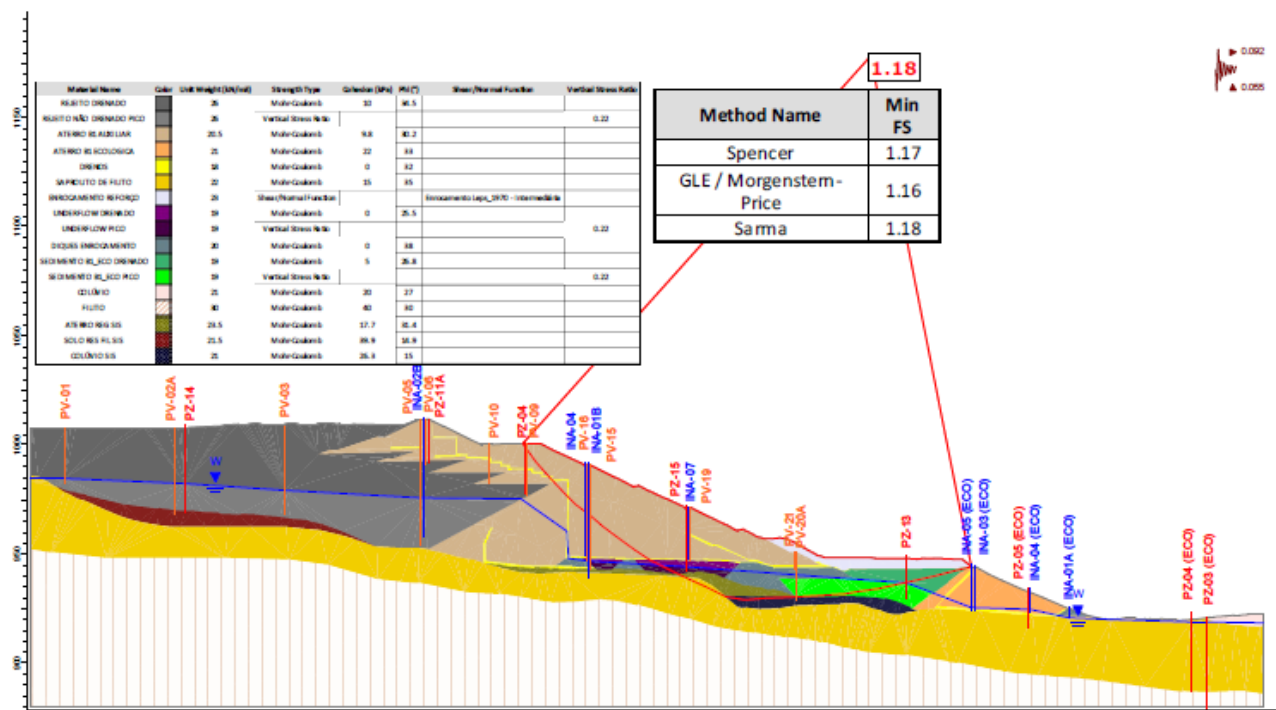


Figura 5.63 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.

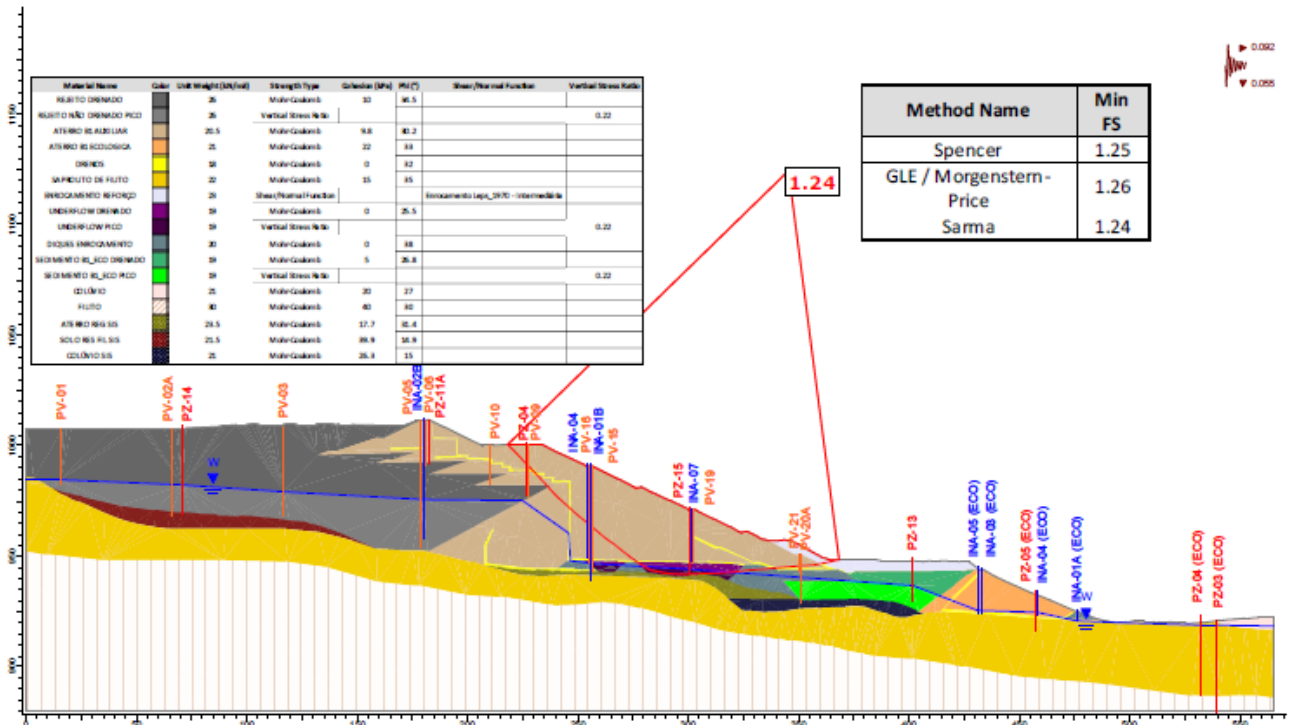


Figura 5.64 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

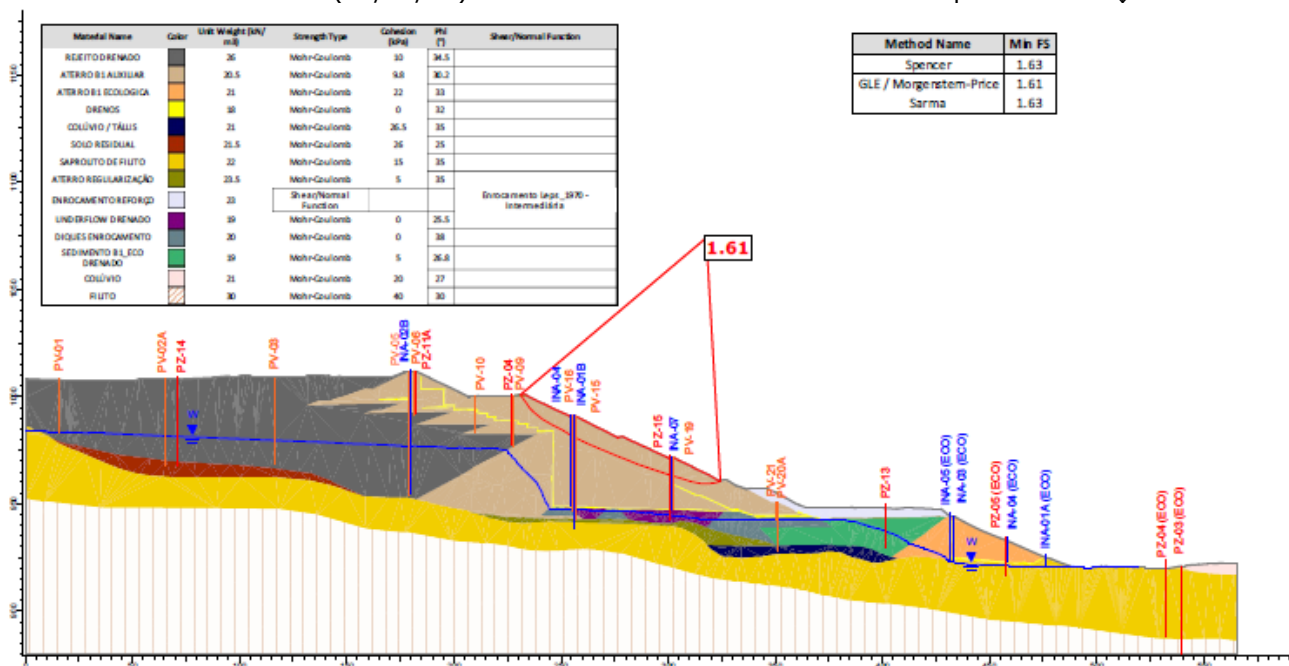


Figura 5.65 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno operante.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

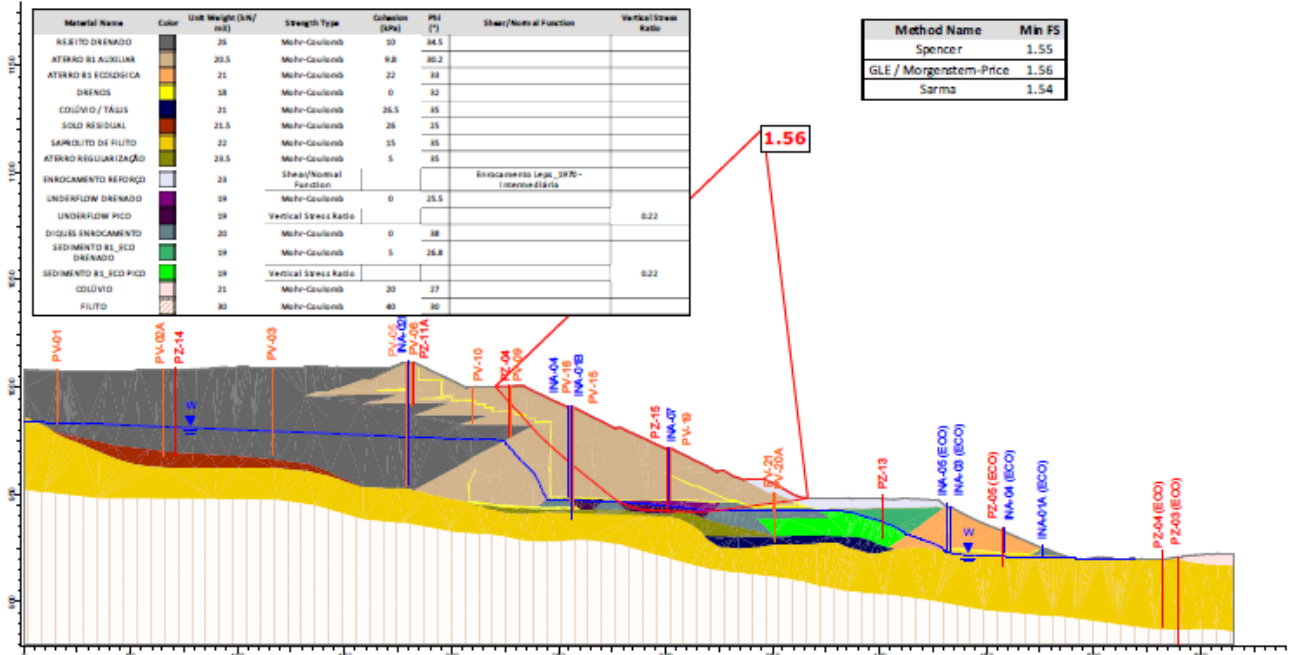


Figura 5.66 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno operante – Razão de resistência não drenada de pico.

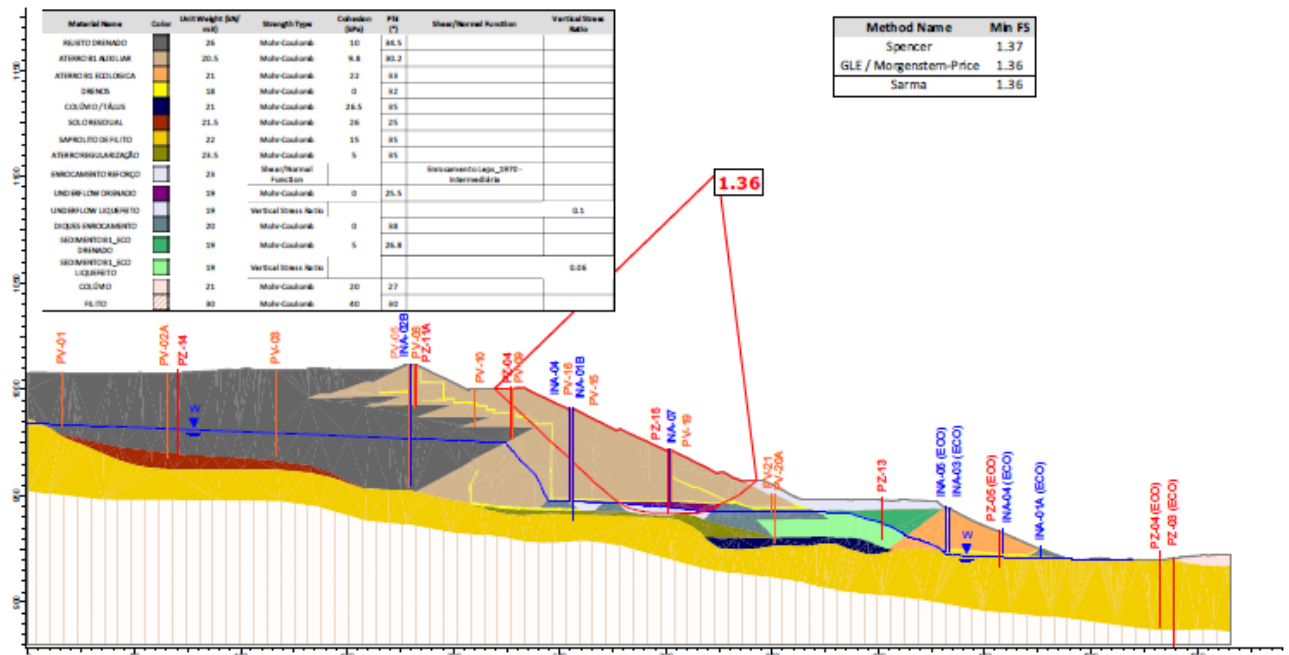


Figura 5.67 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno operante – Razão de resistência não drenada liquefeita.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

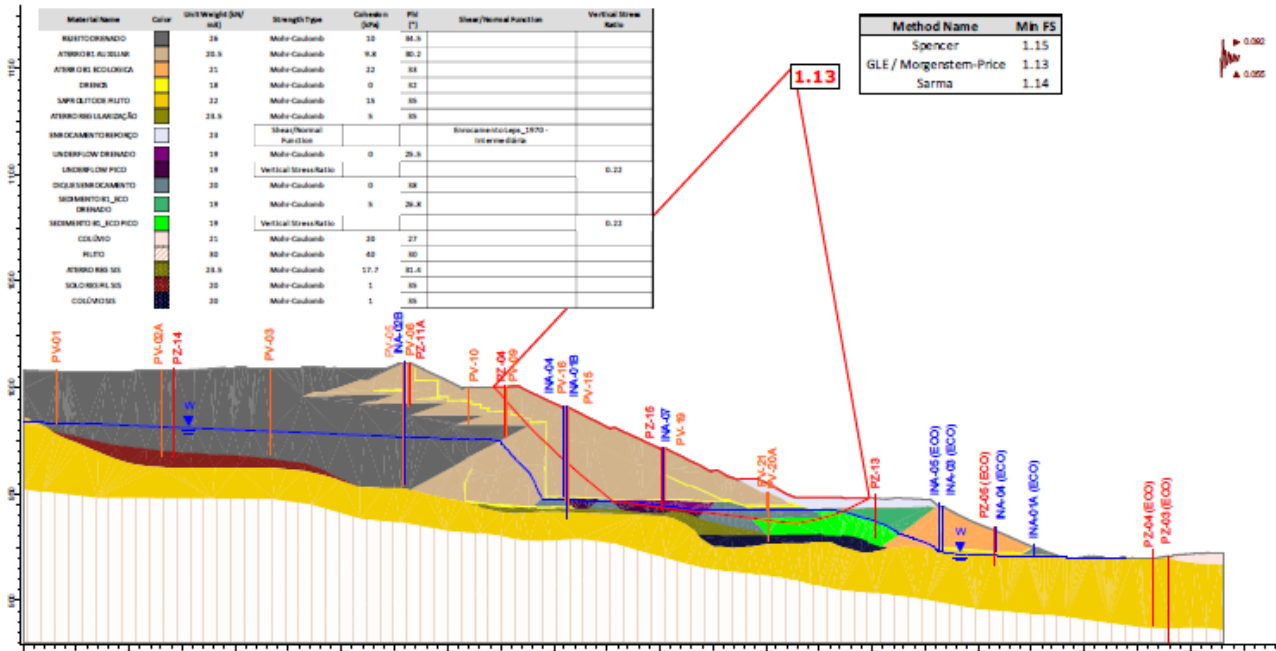


Figura 5.68 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno operante – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.

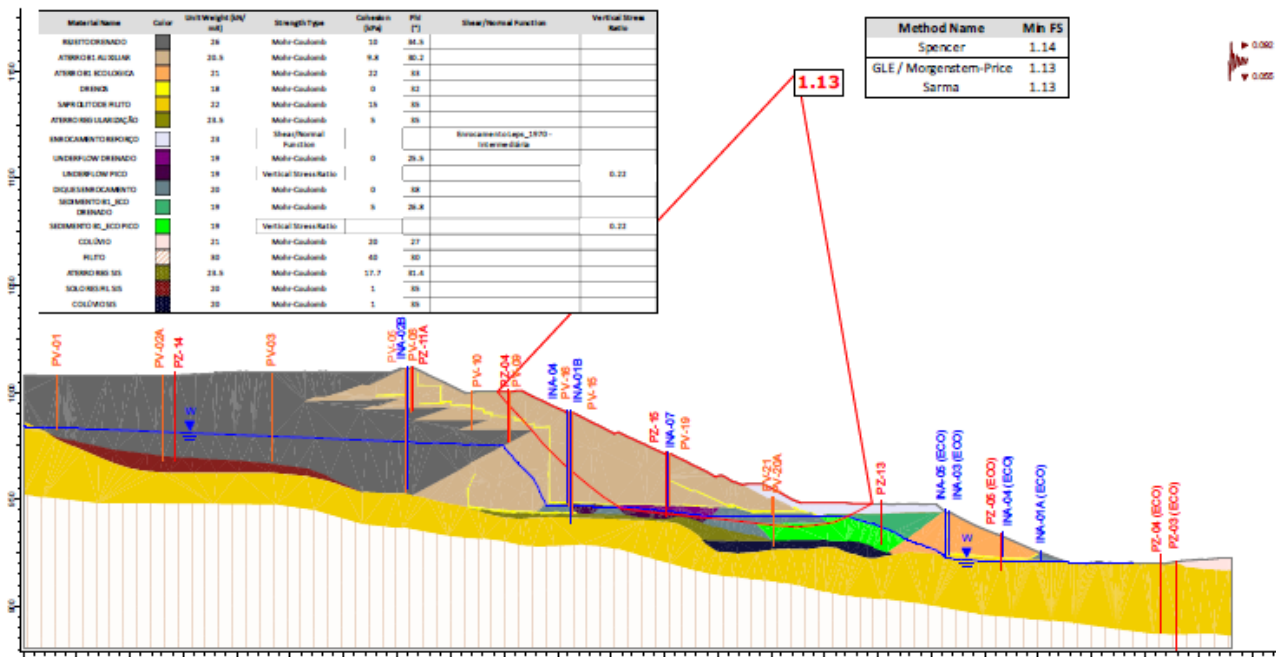


Figura 5.69 - Seção C-C' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno operante – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

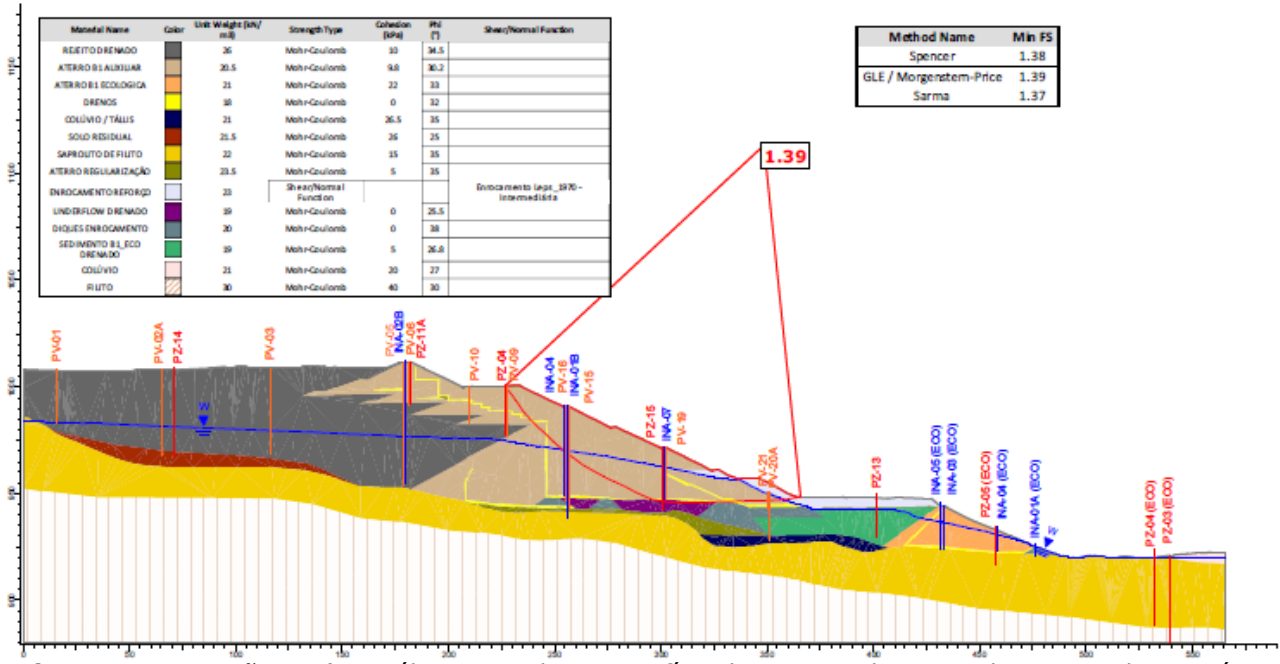


Figura 5.70 - Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática percolação com dreno colmatado.

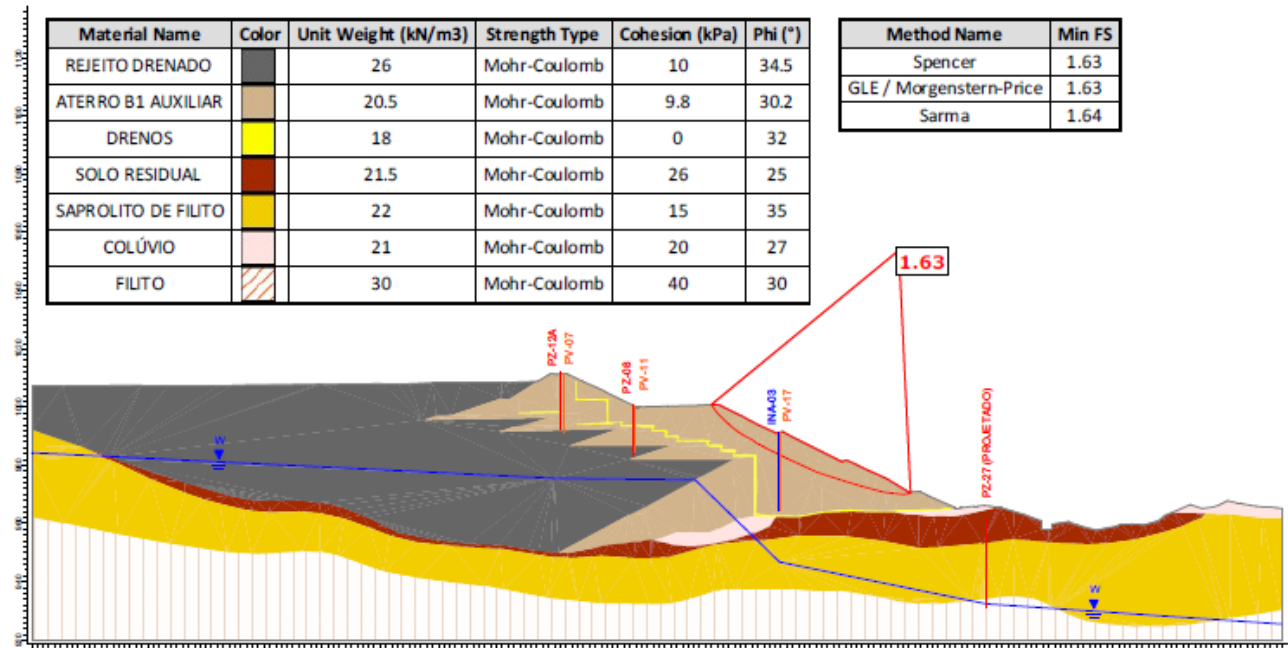


Figura 5.71 - Seção D-D' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).

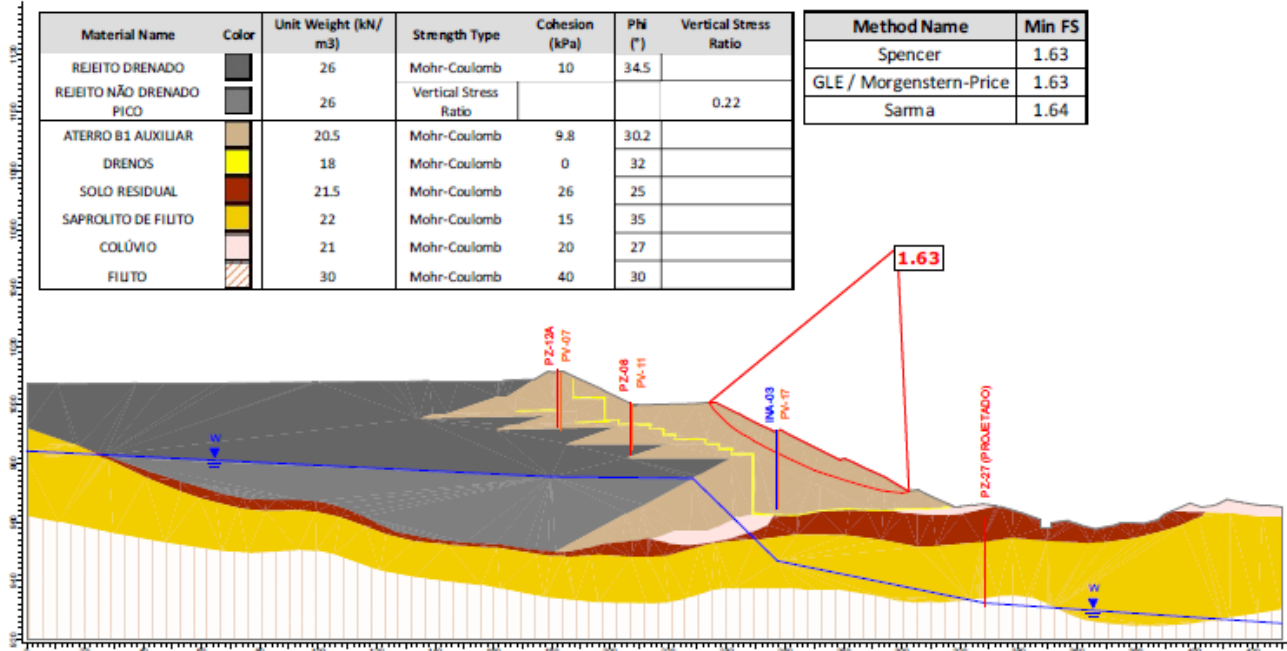


Figura 5.72 - Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico.

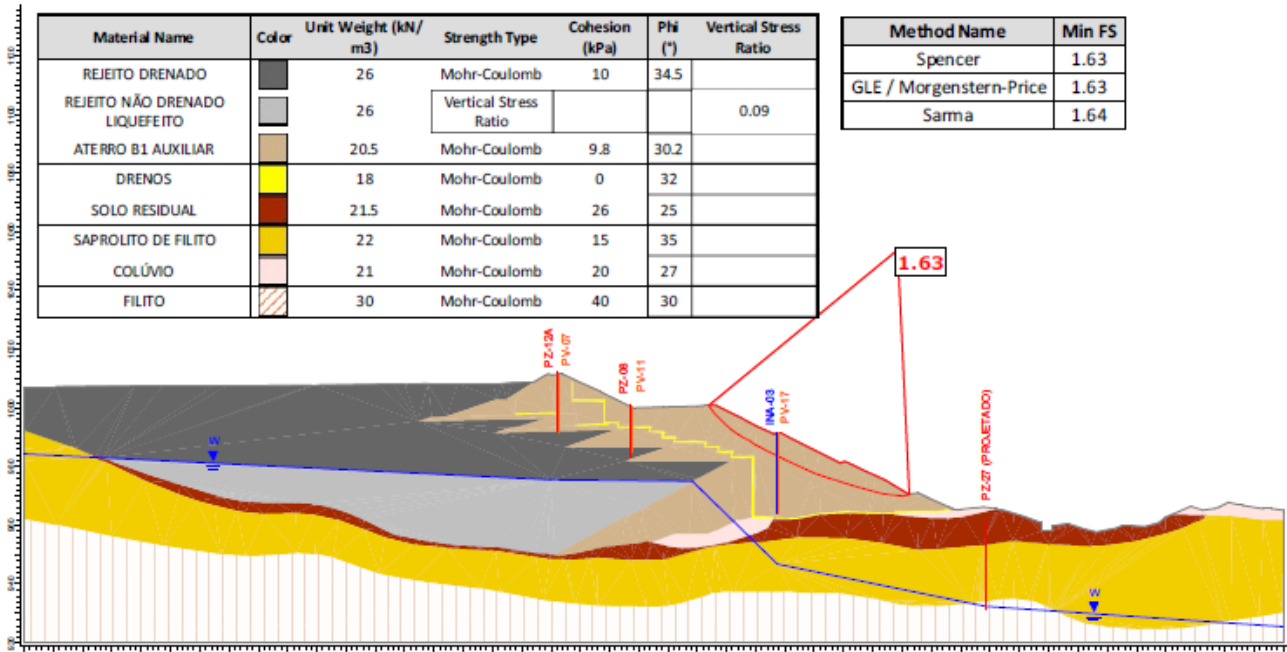


Figura 5.73 - Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.

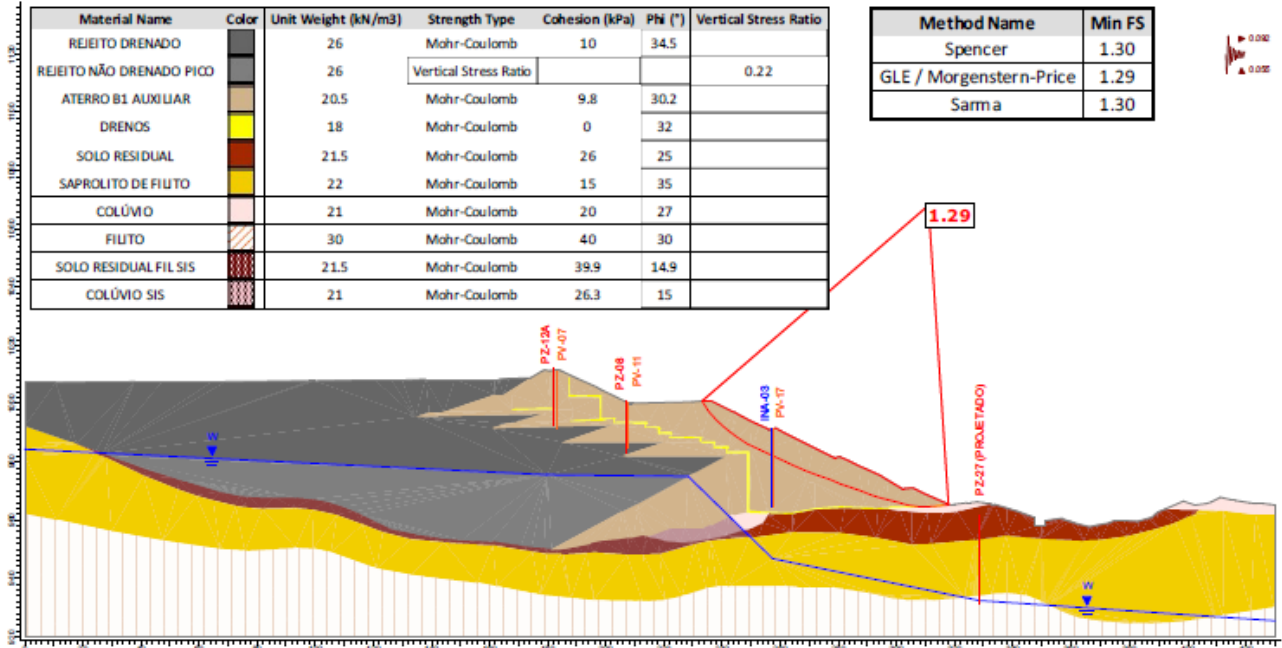


Figura 5.74 - Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.

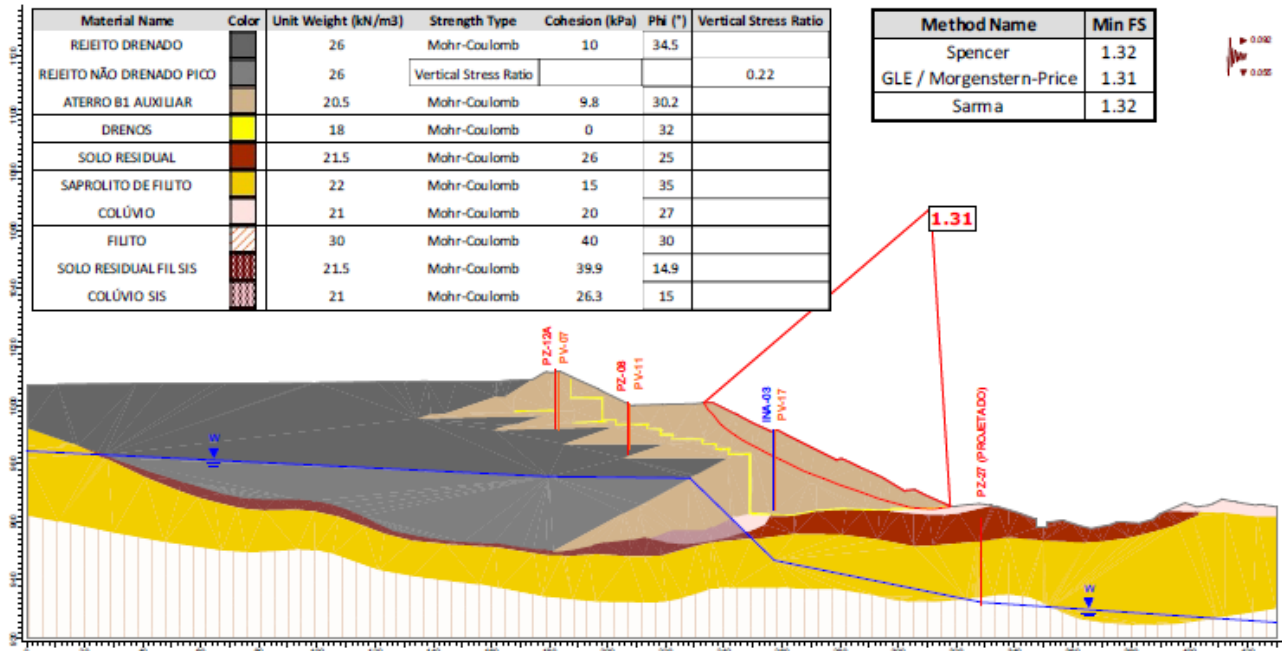


Figura 5.75 - Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

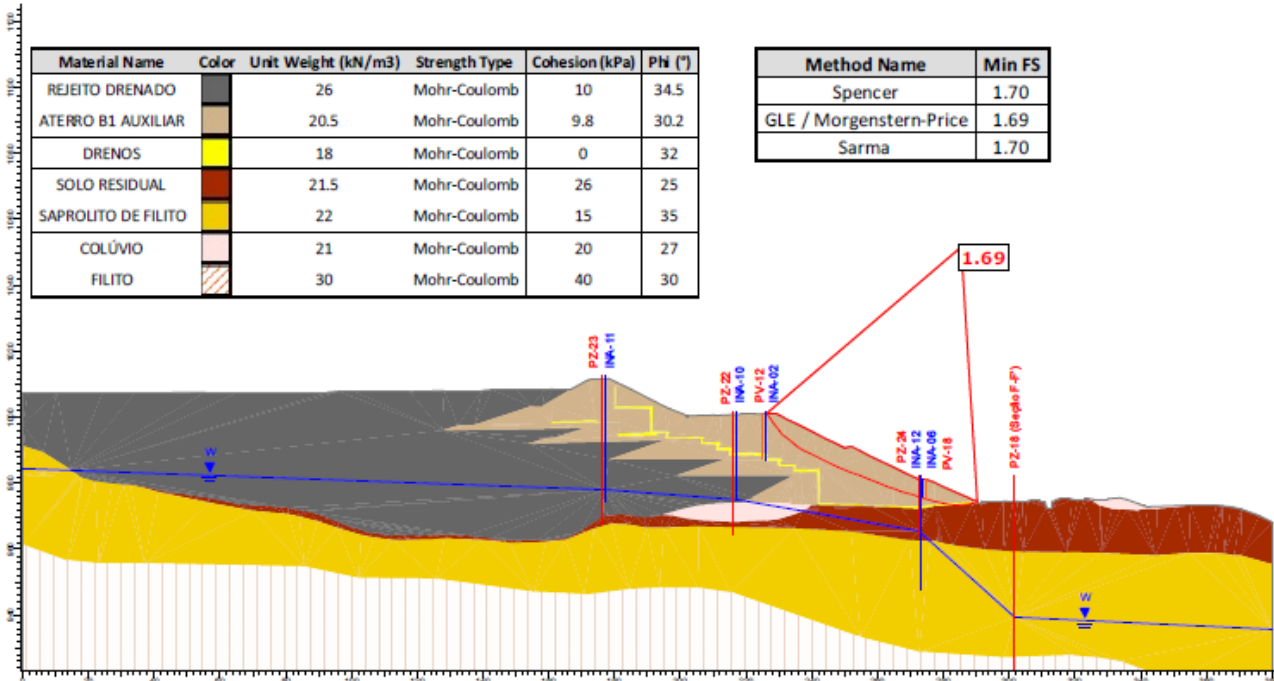


Figura 5.76 - Seção E-E' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).

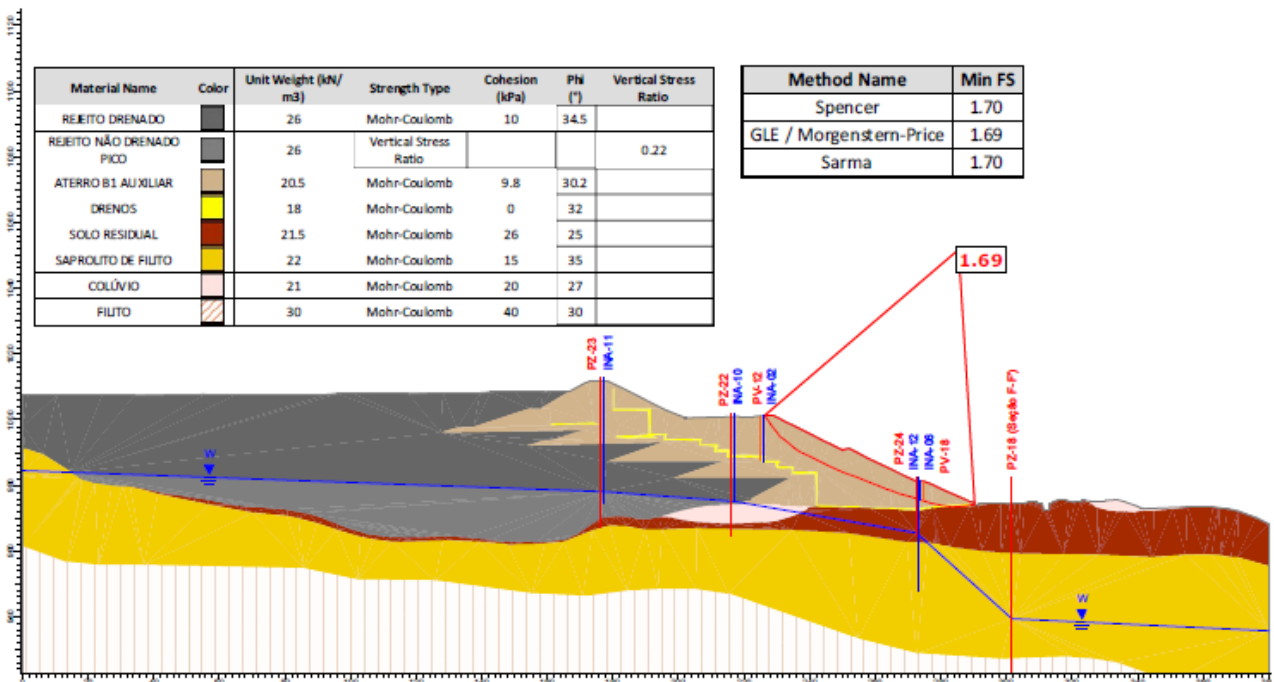


Figura 5.77 - Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico.

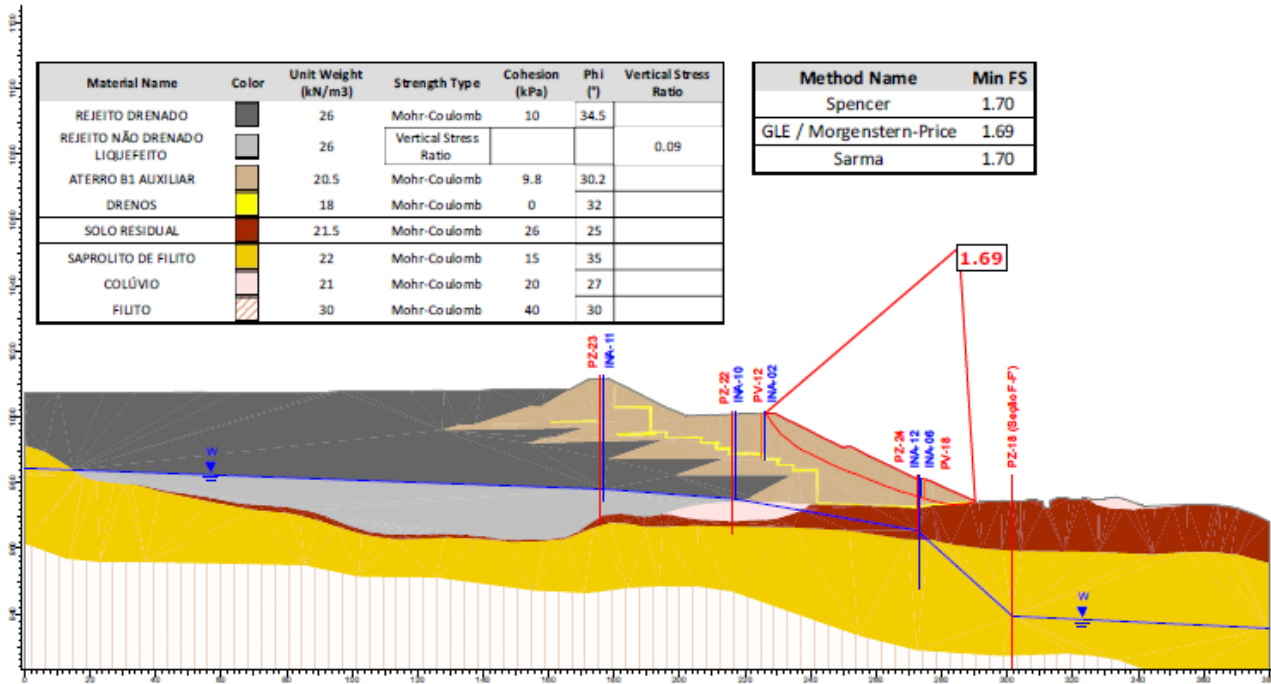


Figura 5.78 - Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.

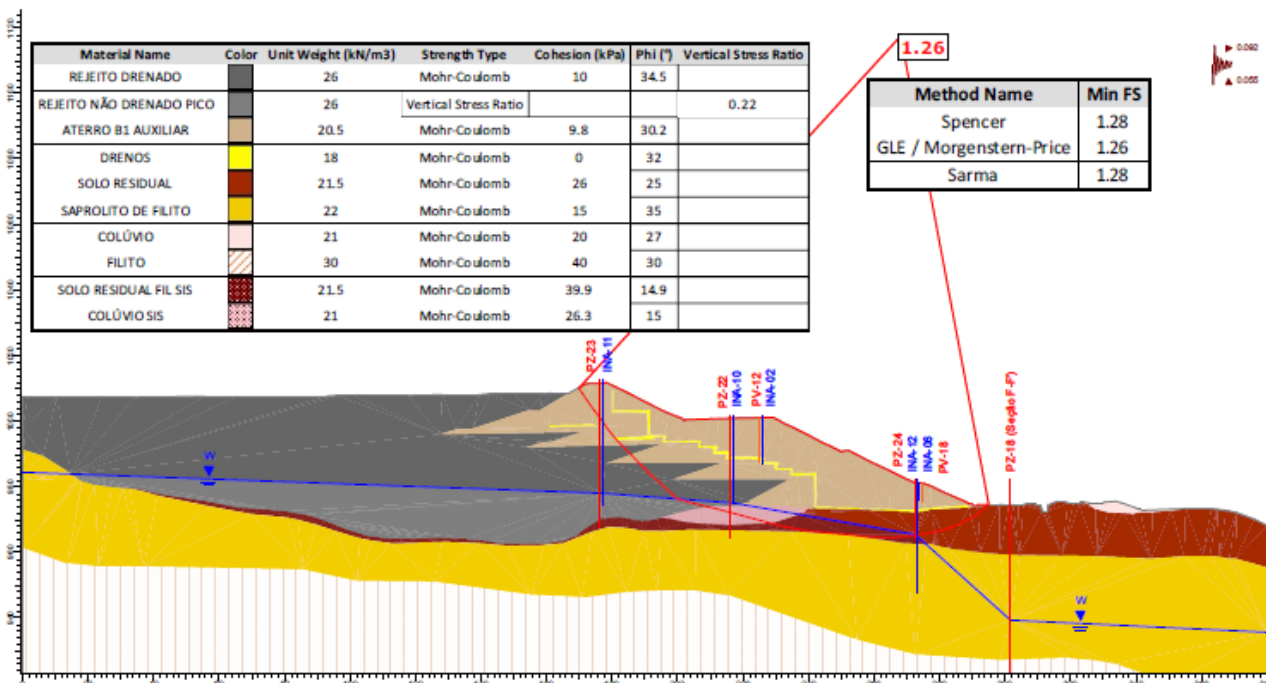


Figura 5.79 - Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

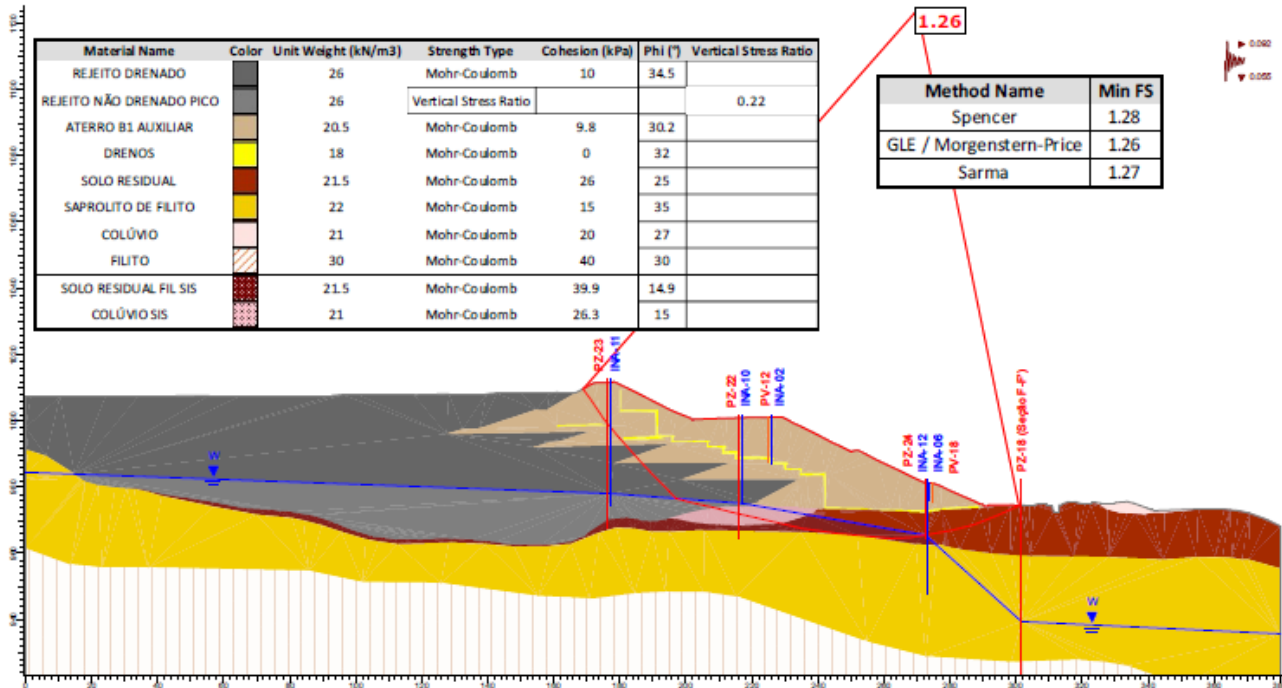


Figura 5.80 - Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

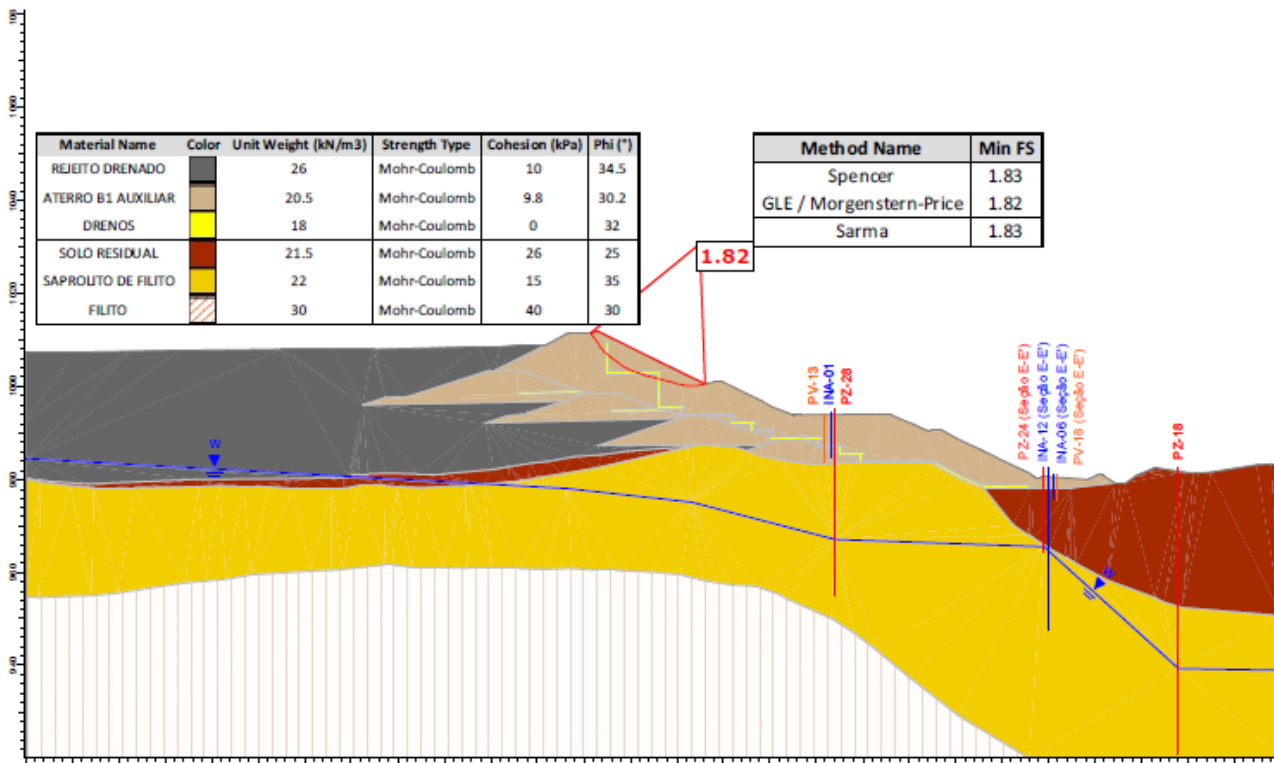


Figura 5.81 - Seção F-F' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26).

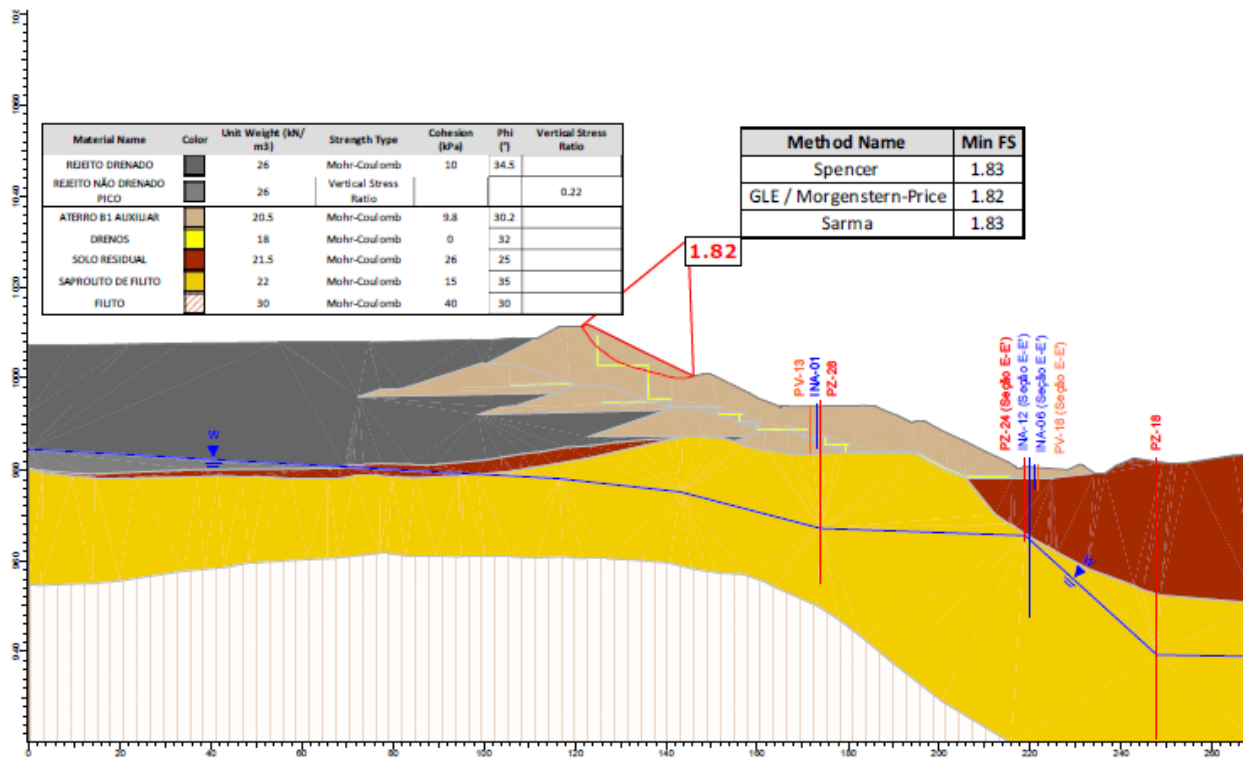


Figura 5.82 - Seção F-F' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico.

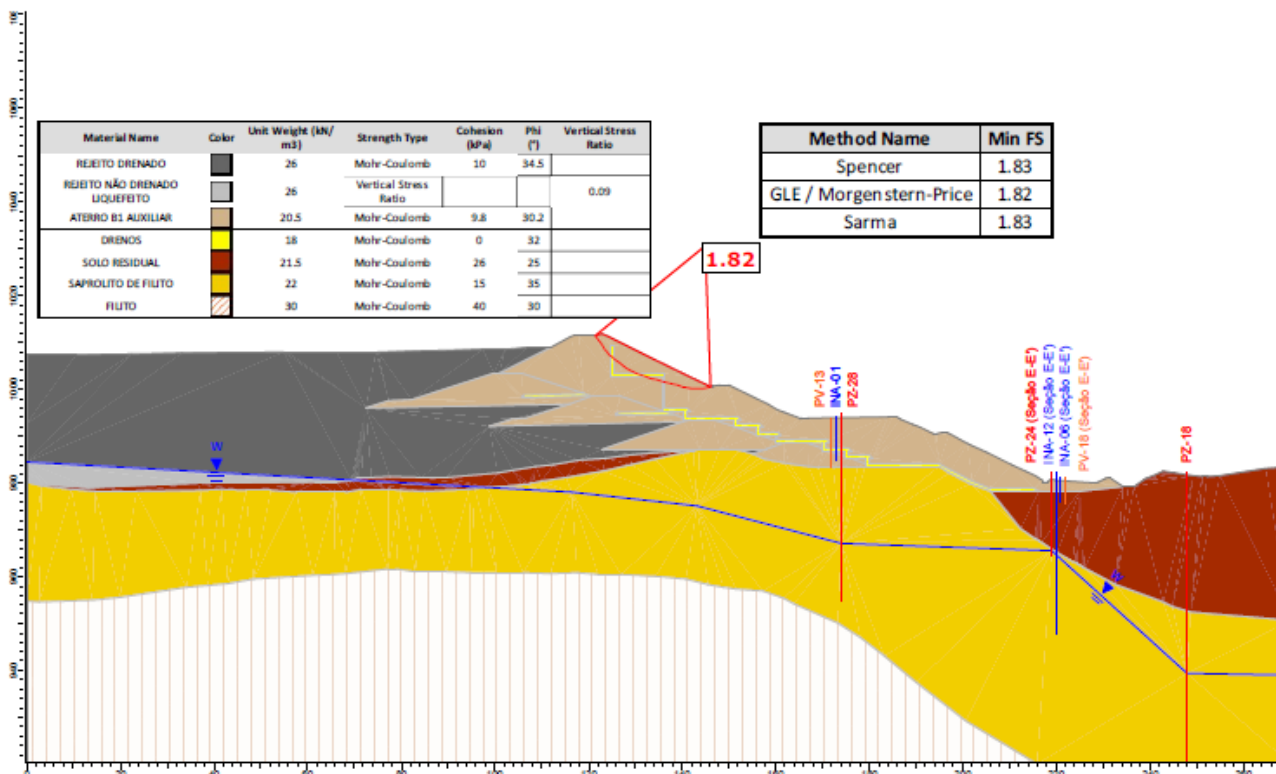


Figura 5.83 - Seção F-F' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada liquefeita.

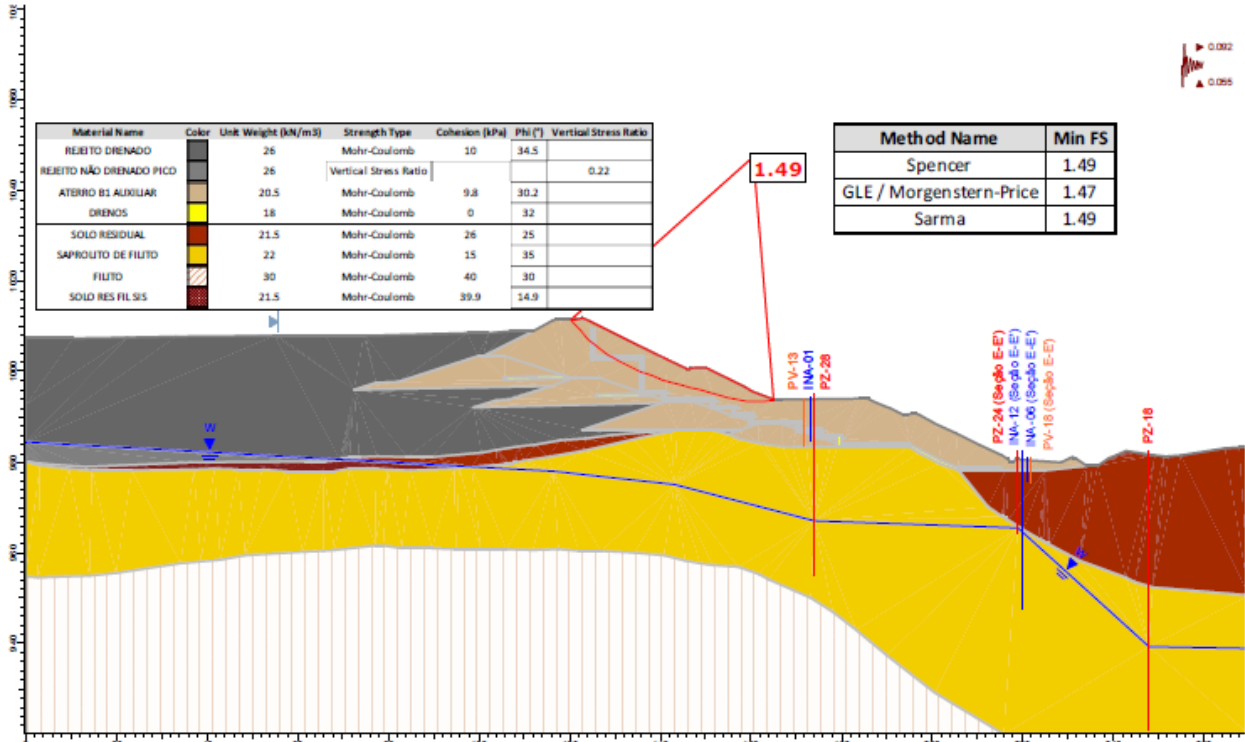


Figura 5.84 - Seção F-F' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑.

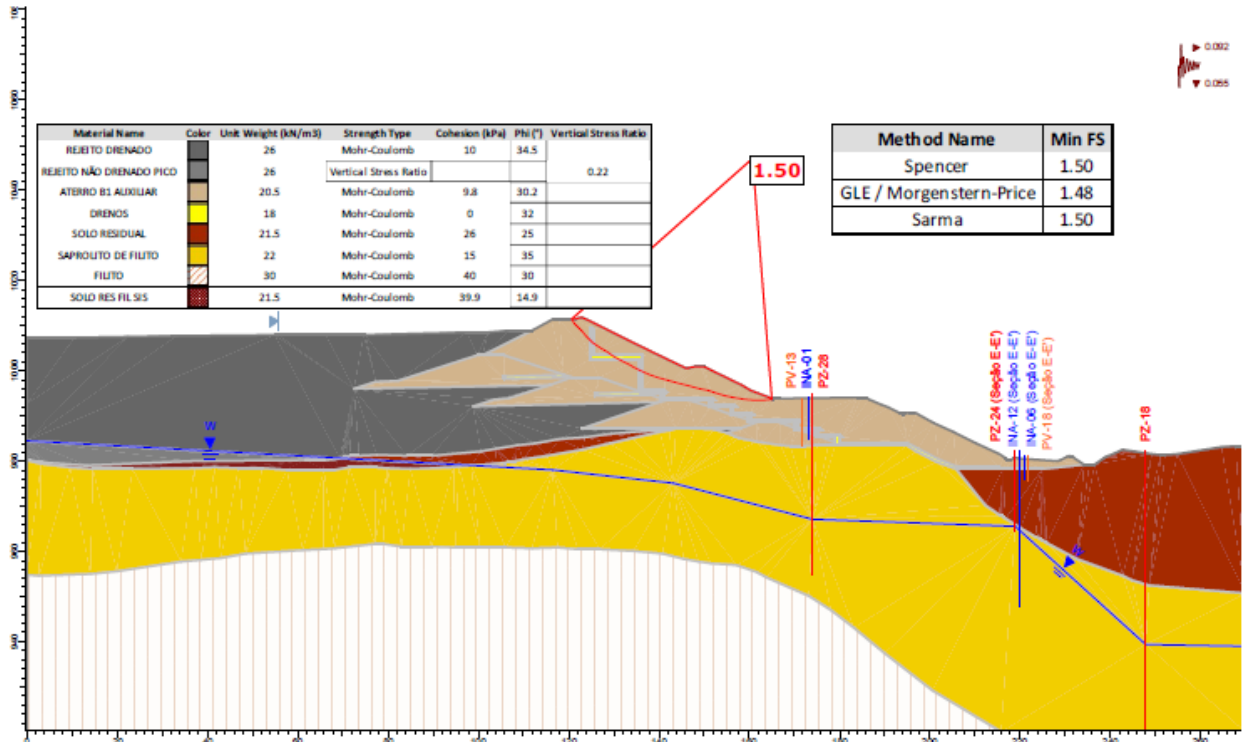


Figura 5.85 - Seção F-F' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática atual (25/02/26) – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓.

Para as condições drenadas e não drenadas de pico, histórico de leituras da instrumentação referência do dia 25/02/2026, as simulações mostraram fatores de segurança compatíveis com



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

os mínimos admitidos pela norma e legislação vigente aplicável (NBR 13.028-2/2025 e Resolução Nº 95/2022 da ANM), implicando estabilidade satisfatória dos taludes de jusante.

No caso das análises com carregamento sísmico, considerando parâmetro de resistência não drenada do rejeito e redução de 20% dos parâmetros totais do solo residual, aterro de regularização, colúvio e colúvio/tálus, foram obtidos para todas as seções, fatores de segurança acima do limite estabelecido de 1,0 para CDA (2014), Eletrobrás (2003) e os autores Hynes-Griffin & Franklin (1984), Bray et al (1998), Kavazanjian et al (1997) etc, e de 1,1 para a NBR 13.028-2/2025.

Para as condições não drenadas liquefeita e histórico de leituras da instrumentação com referência ao dia 25/02/2026, as simulações mostraram fatores de segurança que atendem aqueles sugeridos pela ANCOLD/2012, CDA/2014 (Comitê Nacional Australiano de Barragens) e pelo Termo de Referência (SEMAD/FEAM) para descaracterização da barragem.

A seguir são apresentados os históricos dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade realizadas com as seções de controle da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

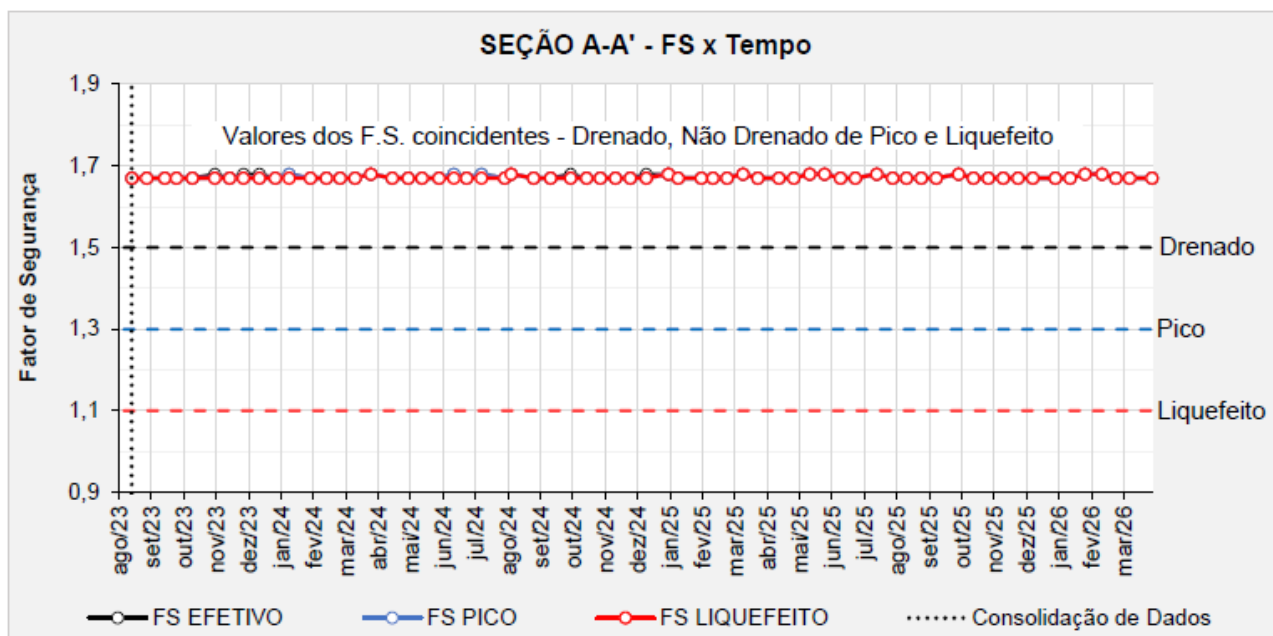


Figura 5.86 – Seção A-A' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

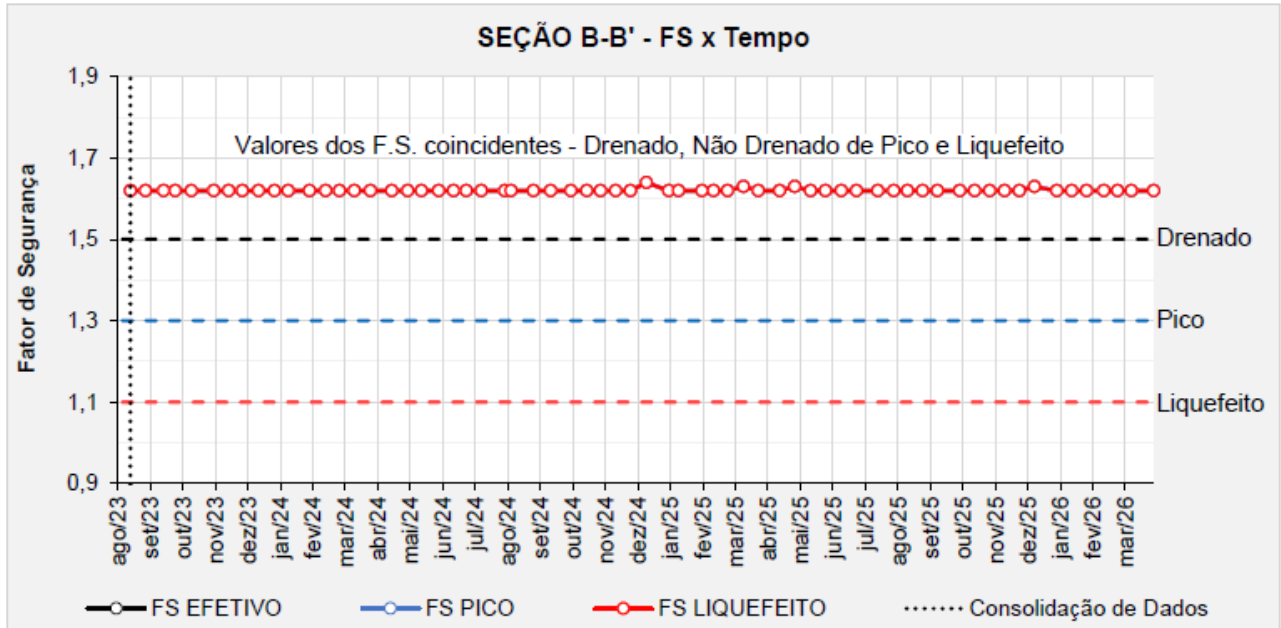


Figura 5.87 – Seção B-B' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

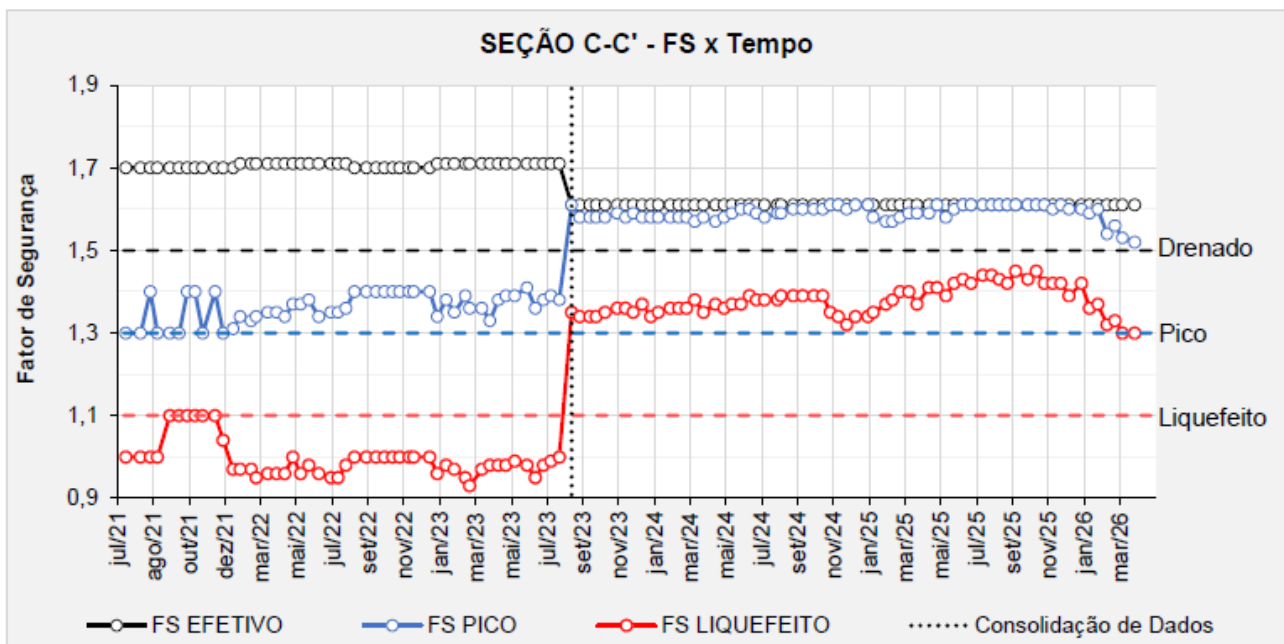


Figura 5.88 – Seção C-C' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

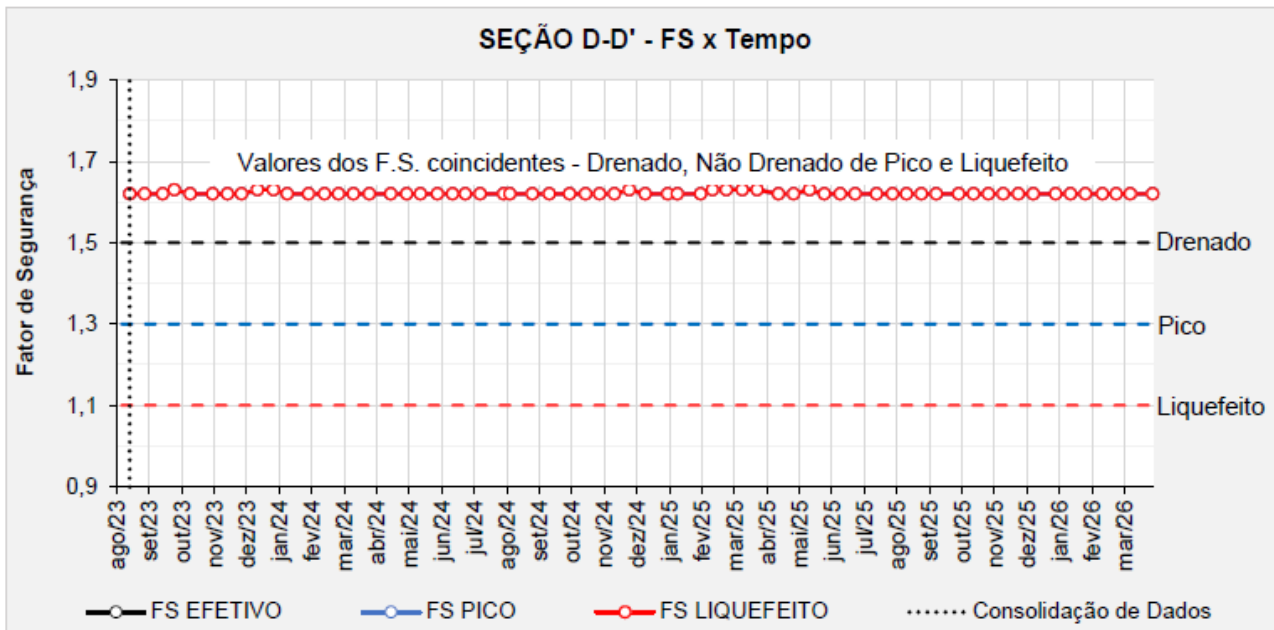


Figura 5.89 – Seção D-D' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

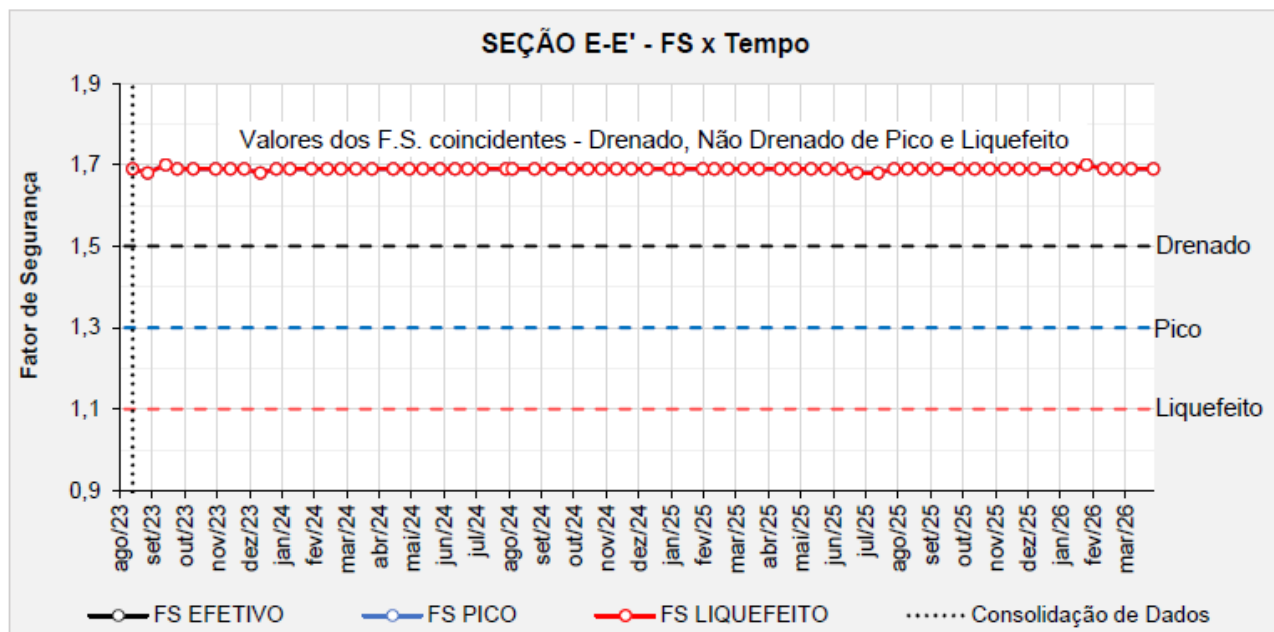


Figura 5.90 – Seção E-E' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

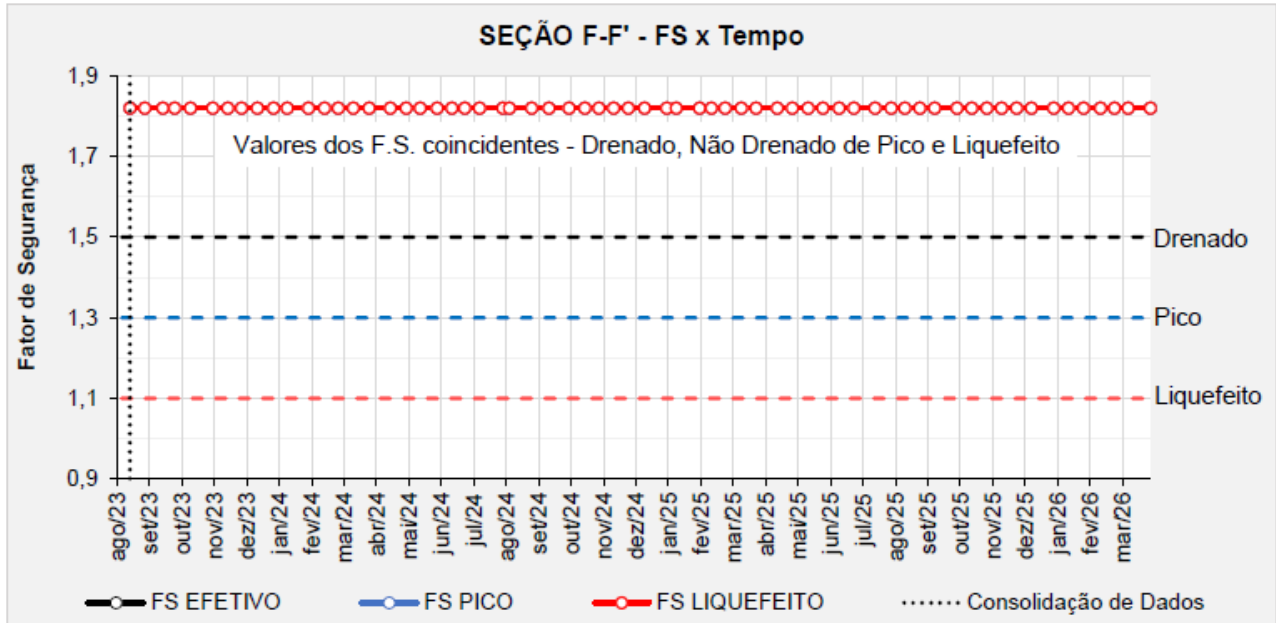


Figura 5.91 – Seção F-F' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

5.7 Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização

5.7.1 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 é feito pela 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 faz com que haja um espalhamento da umidade, permitindo a homogeneização da superfície umidificada.

A umectação nas vias não pavimentadas é 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 5.1 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.



Foto 5.2 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

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.

5.7.2 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 Separador Inercial de Partículas. AGV PM2,5.
- Partículas Totais em Suspensão (PTS) através do Amostrador de Grandes Volumes – AGV PTS;

Na Tabela 5.11 são apresentados os métodos de referência adotados no monitoramento.

Tabela 5.11 – 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
PM10	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
PM2,5	PN039	Amostragem e determinação de PM10, PM2,5 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 5.12), estruturado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).

Tabela 5.12 – Estrutura do IQAR - FEAM.

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

Parâmetro	Qualidade do Ar				
	Boa	Moderada	Ruim	Muito Ruim	Péssima
Índice IQAR (adimensional)	0 - 40	>40 - 80	>80 - 120	>120 - 200	>200
PM10 (µg/m ³)	0 - 50	>50 - 100	>100 - 150	>150 - 250	>250



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Parâmetro	Qualidade do Ar				
	Boa	Moderada	Ruim	Muito Ruim	Péssima
PM2,5 (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 5.13.

Tabela 5.13 – Padrões de Qualidade do Ar – CONAMA 506/24.
(Fonte: Relatório Técnico de Monitoramento Técnico da Qualidade do Ar – Mar./26)

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
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 5.14 – 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



Figura 5.92 – Ponto P-01 – Casa do João Batista - SJB.



Figura 5.93 – Ponto P-02 – Sítio do Sr. Ronaldo.



Figura 5.94 – Ponto P-03 – E.M. Maria das Graças Dias Maldonado - SJB.



Figura 5.95 – Ponto P-04 – Projeto Voluntários da Esperança - IGA.



Figura 5.96 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar. Fonte: ECOAR 2025.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Conforme apresentado na conclusão do relatório referente ao mês de outubro/2025, foram realizadas coletas com intervalos de 5 (cinco) dias e obteve-se as seguintes conclusões:

- Os resultados de concentração diária de Partículas Totais em Suspensão (PTS) ficaram abaixo do limite de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o padrão de qualidade do ar final (PF);
- Os resultados de concentração diária de Partículas Inaláveis (PM10) ficaram abaixo do limite de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Dessa forma, quando iniciadas as obras de descaracterização o monitoramento da qualidade do ar deverá ser mantido e comparado com os resultados das coletas fora do período de descaracterização, de modo a avaliar o impacto da obra na qualidade do ar nas regiões adjacentes.

5.7.3 Controle de Emissão de Gases Poluentes

5.7.3.1 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.

5.7.3.2 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.

RELATÓRIO TÉCNICO**BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO**
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

**Foto 5.3** – Monitoramento em equipamento com escala.**Foto 5.4** – 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 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.

5.7.4 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.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

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 – 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 5.15 e a Figura 5.97 apresentam as locações dos pontos de monitoramento de ruído e vibração.



Figura 5.97 – Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração. Fonte: ECOAR 2025.

Tabela 5.15 – 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
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.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.7.4.1 Ruídos Ambientais

A Tabela 5.16 apresenta os limites de níveis de pressão sonora (RL_{Aeq}) para cada tipo de área habitada.

Tabela 5.16 – 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 realizado entre os dias 30 e 31 de outubro de 2025.

Tabela 5.17 – 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} (som residual)	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq} (esp.) (2)	Limite (3)
					dB	dB	dB	dB
RV01	17/03/2026	21:44	0,7	15:00	44,6	44,6	-	40
RV02	16/03/2026	13:57	0,5	15:00	46,5	46,5	-	40
RV03	16/03/2026	14:50	0,6	15:00	42,2	42,2	-	55
RV04	16/03/2026	17:38	0,7	15:00	46,4	46,4	-	70
RV05	16/03/2026	14:25	0,7	15:00	36,8	36,8	-	55
RV06	16/03/2026	15:03	0,5	15:00	44,9	44,9	-	40
RV07	16/03/2026	11:40	0,8	15:00	34,5	34,5	-	40
RV08	16/03/2026	21:19	0,7	15:00	37,8	37,8	-	55
RV09	16/03/2026	20:54	0,6	15:00	36,8	36,8	-	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 5.18 – Níveis de pressão sonora verificados no período noturno.

Ponto	Data do ensaio	Horário Inicial	Velocidade dos Ventos	Tempo Total de Medição	L_{res}	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq}	Limite (3)
-------	----------------	-----------------	-----------------------	------------------------	-----------	-------------	-----------	------------



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

			(m/s)	(minutos)	(som residual)		(esp.) ⁽²⁾	
					dB	dB	dB	dB
RV01	17/03/2026	22:02	0,7	10:00	44,2	44,2	-	35
RV02	17/03/2026	22:32	0,8	10:00	37,3	37,3	-	35
RV03	17/03/2026	23:11	0,9	10:00	41,7	41,7	-	50
RV04	16/03/2026	22:00	0,8	10:00	46	46	-	60
RV05	17/03/2026	22:54	0,8	10:00	35,3	35,3	-	50
RV06	17/03/2026	23:30	0,7	10:00	41,4	41,4	-	35
RV07	16/03/2026	23:27	0,6	10:00	35,3	35,3	-	35
RV08	16/03/2026	22:33	0,9	10:00	34,7	34,7	-	50
RV09	16/03/2026	22:56	0,6	10:00	34,5	34,5	-	50

(1) Não foi captado pelo medidor de pressão sonora nenhum tipo de ruído proveniente do empreendimento, e, portanto, os valores de som residual (Lres) são iguais aos valores de LAeq. 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) Conforme mencionado no Tópico 5, quando o LAeq,T(total) medido for superior ao limite RL_{Aeq} para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 4.1, deve-se calcular o nível de pressão sonora específico LAeq(específico) da fonte sonora objeto de avaliação. Se a diferença aritmética entre o LAeq,T(total) e o Lres for menor que 3 db, não é possível determinar com precisão o nível de pressão sonora do som específico, e, com isso, o valor do LAeq(específico) será igual ao valor do Lres.

(3) Limite definido 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%.

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 de 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 nas tabelas do tópico 5, 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 (Lres) são iguais aos valores de LAeq.

5.7.4.2 Vibrações

A Tabela 5.19 apresenta os limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.



RELATÓRIO TÉCNICO
 BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.19 – 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 entre os dias 30 e 31 de outubro de 2025.

Tabela 5.20 – 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	17/03/26	21:44	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	16/03/26	13:57	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	16/03/26	14:50	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	16/03/26	17:38	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	16/03/26	14:25	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	16/03/26	15:03	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	16/03/26	11:40	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	16/03/26	21:19	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	16/03/26	20:54	< 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.

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

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

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%

Tabela 5.21 – 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	17/03/26	22:02	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

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)		
RV02	17/03/26	22:32	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	17/03/26	23:11	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	16/03/26	22:00	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	17/03/26	22:54	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	17/03/26	23:30	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	16/03/26	23:27	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	16/03/26	22:33	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	16/03/26	22:56	< 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.

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

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

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 março/2026:

Comparando-se os resultados encontrados nesse monitoramento com o limite estabelecido pela norma brasileira ABNT NBR 9653:2018 - Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, 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.

5.7.5 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.

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



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

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.

5.7.6 Monitoramento da Qualidade da Água

O monitoramento da qualidade da água na saída do vertedouro da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico, 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 19/05/2025; 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.

A MMI também realiza monitoramento da turbidez da água na saída da drenagem interna da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico, com coleta diária de amostras por parte da equipe interna de monitoramento geotécnico.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Tabela 5.22 – Resultados da amostragem realizada no dia 10/03/26 na saída da saída do vertedouro da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

Fonte: Terra Consultoria e Análises Ambientais

ANÁLISE	UNIDADE	LQ	LD	RESULTADO	VMP	MÉTODO
Condutividade (Campo)	µs/cm	0,6	0,18	148,300	--	SMEWW 2510 A
Cor Real	mg/L Pt/Co	5,0	1,5	< 1,5	--	SMEWW 2120 C
Oxigênio Dissolvido (Campo)	mg O ₂ /L	0,1	0,01	5,0	--	SMEWW 4500 O C
pH (campo)	UpH	0,60 a 12,80	0,6	6,7	5,0 a 9,0	SMEWW 4500 H+ B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	1,5	142,0	--	SMEWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,0	0,0	< 1,0	máx. 1,0	SMEWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	1,5	< 5	máx. 100	SMEWW 2540 D
Sólidos Totais	mg/L	5,0	1,5	145,0	--	SMEWW 2540 B
Temperatura da Amostra (campo)	°C	0	0	22,3	máx. 40,0	SMEWW 2550 B
Turbidez (campo)	NTU	1,0	0,3	8,0	--	SMEWW 2130 B
Vazão (Campo)	m³/h	-	-	9,82	--	ABNT NBR 13403 - 1995
Fosfato Total	mg/L	0,02	0,01	< 0,01	--	SMEWW 4500 P E
Nitrito	mg/L	0,002	0,0002	0,0440	--	SMEWW 4500 NO ₂ ⁻ B
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,5	0,15	< 0,15	máx. 20,00	SMEWW 4500 NH ₄ ⁺ B e C
DBO	mg O ₂ /L	2,0	0,6	< 2,0	máx. 60,0	S.M.E.W.W - 5210 B
Óleos e Graxas (Animal e Vegetal)	mg/L	1,00	0,30	< 1,00	máx. 50,00	SMEWW 5520 B
Óleos e Graxas (Mineral)	mg/L	1,00	0,30	< 0,30	máx. 20,00	SMEWW 5520 B
Óleos e Graxas Visuais (Campo)	P/A	Ausência	Ausência	Ausência	--	SMEWW 2110 - 2012
Ferro Dissolvido	mg/L	0,01	0	0,07	máx. 15,0	SMEWW 3500 Al B
Ferro Total	mg/L	0,01	0,00	0,30	--	SMEWW 3500 Fe B
Manganês Solúvel	mg/L	0,05	0,01	< 0,01	máx. 1,00	SMEWW 3500 Mn B
Manganês Total	mg/L	0,05	0,01	< 0,01	--	SMEWW 3500 Mn B
Coliformes Termotolerantes Quantitativo	NMP/100mL	1,8	< 1,8	49,0	--	SMEWW 9221 B, C, E
Streptococcus Fecais Quantitativo	NMP/100mL	< 1,0	-	1200,0	--	SMEWW 9230 D e C

LQ - Limite de Quantificação LD - Limite de Detecção VMP - Valores Máximos Permitidos

Ensaio subcontratado VMP: Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG N.º 8, 21 de novembro de 2022 - Artigo 32 para lançamento de efluentes



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.7.7 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.

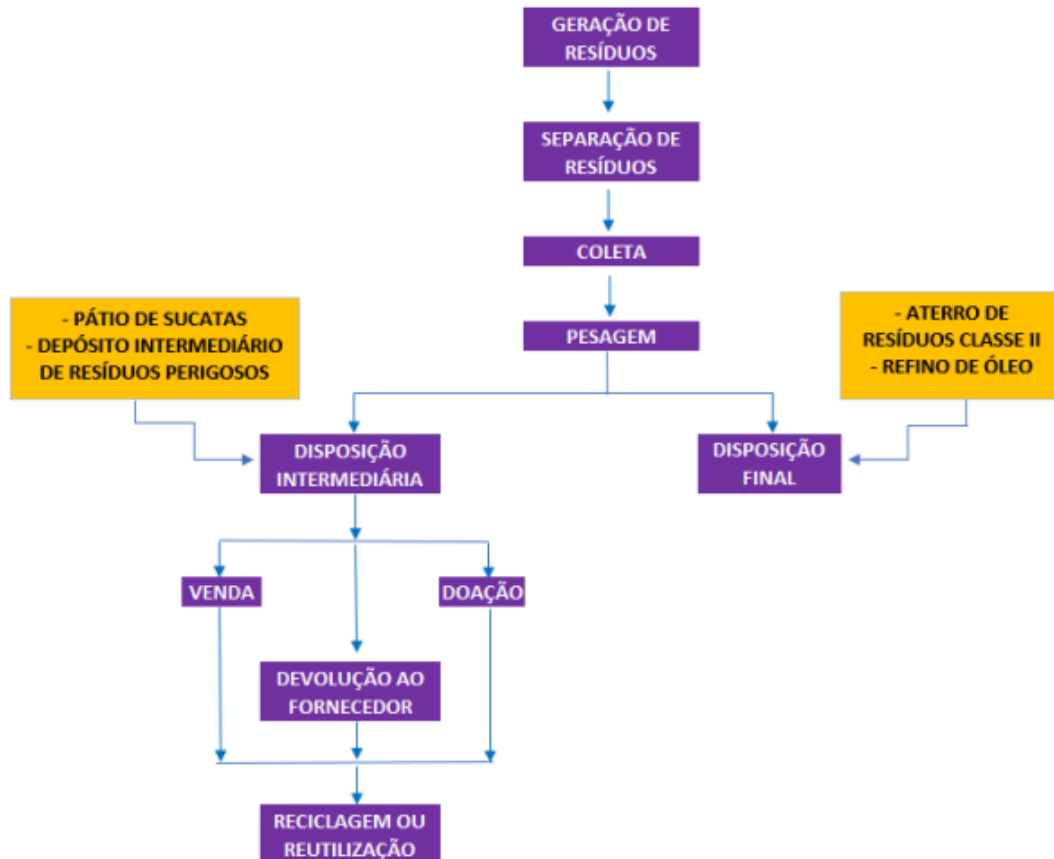


Figura 5.98 – Fluxograma de gerenciamento de resíduos.

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.

5.8 Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização

O monitoramento do comportamento da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico será fundamental durante as 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-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

Conforme discutido nos documentos de consolidação e diagnóstico, o material contido no reservatório da barragem, o underflow utilizado na fundação e os sedimentos no interior do reservatório da barragem descaracterizada B1-Ecológica são compostos por rejeitos ou sedimentos que foram caracterizados como materiais contráteis a partir da análise de ensaios CPTu. Os materiais contráteis estão suscetíveis a carregamentos não drenados e devem ser avaliados admitindo-se parâmetro de resistência não drenada de pico e liquefeita.

Os fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade para todas as seções de controle da barragem na fase de diagnóstico, tanto para a condição não drenada de pico e condição não drenada liquefeita são superiores aos critérios constantes no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante, emitido pela SEMAD/FEAM em 2020, ou seja, se encontram acima de 1,3 e 1,1, respectivamente. Mesmo apresentando uma condição confortável atualmente, o monitoramento da superfície freática atuante na estrutura se constitui da principal premissa de controle da execução do projeto de descaracterização.

Com base nos resultados das análises de estabilidade, considera-se que a estrutura da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico já atende a todos os requisitos legais em termos de segurança estrutural para que se inicie as obras de descaracterização.

Ressalta-se a importância da realização e manutenção das seguintes atividades:

- a) Análise de estabilidade que demonstre fatores de segurança iguais ou superiores àqueles admitidos pela legislação vigente, a ser realizada antes do início das obras;
- b) Monitoramento contínuo da instrumentação de controle (indicadores de nível d'água, piezômetros, marcos de deformação, prismas e radar), cujas leituras manuais devem ter periodicidade mínima semanal;
- c) Realização de análises de estabilidade quinzenal;
- d) Paralisação imediata da obra no caso de verificação de leituras anômalas não justificadas em qualquer um dos 04 (quatro) sismógrafos instalados na barragem;
- e) Paralisação imediata da obra no caso de alerta de movimentação do maciço da barragem ou do aterro de reforço 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 estabelecida na legislação, inspeção visual de campo e parecer favorável por parte da projetista/consultoria que permita autorizar o retorno das atividades.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

5.9 Rotina de Monitoramento

Devido às condições atuais de estabilidade da estrutura nas análises de estabilidade com carregamento não drenado de pico e liquefeito e devido à complexidade de execução de um projeto de descaracterização, a equipe técnica da MMI e a 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, fundações e maciço da barragem para avaliação da estabilidade da estrutura.

O nível d'água dos instrumentos existentes na estrutura e que são lidos manualmente deverá ser verificado no mínimo uma vez por semana durante o período a execução do aterro de reforço.

A MMI irá dispor de um profissional qualificado para atuação no centro de monitoramento com dedicação exclusiva aos instrumentos instalados na Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico. O encarregado deverá alertar a equipe de campo no caso de alterações abruptas nas leituras dos instrumentos automatizados instalados bem como o técnico responsável pela leitura manual deverá reportar imediatamente qualquer anomalia nas leituras realizadas.

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

- 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 04 (quatro) sismógrafos instalados na barragem
- 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.

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

Os parâmetros e limites e a TARPS utilizadas devem ser seguidas conforme as Cartas de Controle arquivadas no VOLUME III do PSB, para os prismas (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1019_r0), marcos topográficos (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1162), piezômetros e INA'S (IPE.OP.RL.8000.GT.20.554_r4), e sismógrafos (IPE.OP.RL.8000.GT.20.620 - Revisão 00.I).



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

6. Obras de Descaracterização

A fase atual da descaracterização da Barragem B1-Auxiliar compreende na etapa de Contratação da Empreiteira, com previsão de início das obras para 22/04/2026, conforme pode ser observado no cronograma do item 5.4.

6.1 Medidas Adotadas para Descaracterização

O projeto de descaracterização (IPE.OP.RL.8000.GT.20.763), elaborado pela Terracota, descreve detalhadamente as medidas adotadas para descaracterização da Barragem B1-Auxiliar.

De forma resumida, o projeto se constitui no contrapilamento da estrutura (aterro de reforço) até o nível do coroamento com estéril rochoso (enrocamento de itabirito compacto), o preenchimento e a regularização do reservatório com rejeito filtrado e com selagem da superfície final com solo argiloso, além da construção do canal de desvio (canal de contorno) da drenagem superficial que não permitirá a formação de lago na estrutura e, por fim, o tamponamento do extravasor operacional.

Em termos gerais, o projeto de descaracterização será realizado em quatro etapas macro compreendendo:

- **Etapa 1** – Construção da estrutura em concreto armado do canal extravasor ao longo da ombreira esquerda da barragem;
- **Etapa 2** – Conformação e drenagem da área do reservatório. Envolve a regularização da superfície com aterro de rejeito filtrado, a escavação para construção do canal principal e canais secundários e interligação com o trecho em concreto, execução de selo com solo argiloso, revestimento dos canais sobre o reservatório com gabiões colchão;
- **Etapa 3** – Tamponamento do sistema extravasor operacional;
- **Etapa 4** – Execução do aterro de reforço. Abrange também a realização de supressão vegetal, tratamento das fundações e construção de dispositivo de drenagem interna. A construção do aterro de reforço está prevista para ser executada em um período de 3 (três) anos – 2026 a 2028.

6.2 Materiais de Empréstimo

De acordo com o método de descaracterização, não haverá necessidade de áreas de bota-fora ou bota-espera. Ao invés disso, o projeto prevê a necessidade de obtenção de materiais de empréstimo na área do empreendimento: blocos de enrocamento (estéril rochoso de itabirito compacto) para a construção do aterro de reforço; rejeito filtrado para preenchimento do reservatório e solo argiloso para a camada cobertura do reservatório. Esses materiais serão



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

obtidos diretamente das frentes de lavra, de pilhas de estoque ou pilhas de estéril. As obras também demandarão de agregados graúdos de gnaiss equivalentes a pedra de mão e brita 2, e areia lavada para construção dos dispositivos de drenagem interna.

6.3 Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes

6.3.1 Estabilidade Física

No contexto do processo de descaracterização da Barragem B1-Auxiliar, a estabilidade física se dá pelo próprio método de contrapilhamento. O reforço na estrutura visa garantir de forma completa a estabilidade física, tanto da estrutura, quanto do seu entorno.

Atualmente, para controle de deslocamento em superfície, existem 70 prismas fixos instalados no maciço da barragem e monitorados por uma estação robótica fixa instalada no terreno natural na ombreira esquerda da barragem. Além disso, a barragem também conta com 8 marcos de controle de deslocamento. Esse monitoramento continuará na estrutura remanescente no período pós-obras de no mínimo 2 anos.

6.3.2 Estabilidade Química

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.

Durante o monitoramento pós-obras serão mantidas as análises periódicas da qualidade da água, ar e solo, realizados por empresa externa contratada, hoje realizadas por ECOAR e Terra, como demonstrado no decorrer deste relatório, a fim de comprovar a ausência de impactos químicos e garantir a segurança ambiental da estrutura descaracterizada remanescente.

6.4 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.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

- 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.
 - 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.

6.5 Controle Pós-obra de Descaracterização

Após a conclusão das obras de descaracterização, conforme exigido na Resolução ANM 95/2022, a estrutura remanescente da barragem deverá ser monitorada por um período mínimo de 2 (dois) anos, que compreende a fase de monitoramento ativo, assegurando a eficácia das medidas de estabilização e de controle hidrológico e hidrogeológico. Este monitoramento contínuo a longo prazo terá a função de:

- a) Validar as premissas do projeto;
- b) Avaliar o desempenho e a conformidade da estrutura com os critérios de projeto;
- c) Fornecer os dados para futuras alterações de projeto;
- d) Fornecer as informações sobre possíveis alterações na estabilidade da estrutura.

O monitoramento pós descaracterização consistirá no acompanhamento da superfície freática através dos indicadores de nível d'água e piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande e automatizados que permanecerem funcionais após a execução do aterro de reforço e regularização e no acompanhamento do fluxo de água pelo maciço e fundação através da placa indicadora de vazão a ser implantada na saída da drenagem interna.

Além do monitoramento também deverá ser mantido o plano de inspeções visuais de campo sempre atendendo aos critérios exigidos na legislação.

Considera-se que a manutenção necessária na estrutura remanescente da barragem, que se integrará ao meio ambiente de forma semelhante a uma pilha de estéril após a conclusão das obras de descaracterização, será mínima, uma vez que os taludes de jusante do aterro de reforço serão formados por blocos de enrocamento de grandes dimensões. Alguns pontos que merecerão atenção para manutenção de rotina nas estruturas acessórias durante o período de monitoramento ativo abrangem:

- Conformação de superfícies erodidas;
- Melhorias pontuais na impermeabilização do reservatório;
- Desassoreamento e/ou reconformação dos canais principal e secundários;
- Limpeza do canal extravasor e desassoreamento da bacia de dissipação;
- Reparos nas estruturas de concreto;
- Poda de vegetação invasora no platô final e interior dos canais em gabião colchão;
- Limpeza da saída da drenagem interna;
- Teste de vida na instrumentação de controle;



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

- Reparos ou troca de equipamentos de automatização de leituras;
- Manutenção em acessos e dispositivos de drenagem superficial;
- Retaludamento de taludes naturais e reaplicação de proteção vegetal;
- Recuperação de focos erosivos;
- Controle de entrada de animais etc.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

7. Plano de Ação

ID	AUDITORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS.	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.AU.000.01	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	I. b) Memorial Descritivo e layout das soluções geotécnicas empregadas durante as obras, incluindo a necessidade de esgotamento da água acumulada no interior da barragem e, caso haja, da infraestrutura de apoio das frentes de obras.	Alerta	-	a definir	Em andamento	29/mai	-
B1.AU.000.02	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	I. d) Descrições das ações de movimentação de terra, incluindo localização e caracterização das áreas de empréstimo e bota-fora utilizadas.	Normal	-	08/05/2026	Concluído	30/abr	O detalhamento para atendimento do item em questão encontra-se apresentado no Relatório Técnico – Projeto Executivo de Descaracterização, no tópico 16, página 266.
B1.AU.000.03	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	VII. Apresentar o andamento das obras para: a) Remoção das infraestruturas associadas à barragem, exceto aquelas destinadas à garantia da segurança da estrutura;	Normal	-	08/05/2006	Concluído	30/abr	O lançamento de rejeitos na barragem foi paralisado em janeiro de 2019, tendo sido realizada a remoção integral da tubulação e dos espigotes. A estrutura encontra-se descomissionada e desativada, em conformidade com o disposto na Resolução ANM nº 95/2022, Art. 2º, incisos VIII, alínea "a", e IX, bem como com o Art. 3º do Decreto Estadual nº 48.140/2021. Ressalta-se que a operação de disposição de rejeitos não será retomada. Toda a infraestrutura remanescente na barragem possui uso exclusivamente restrito às atividades de monitoramento, controle e segurança da estrutura, não estando vinculada a qualquer atividade operacional. No ANEXO B, é apresentada evidência da inexistência de infraestrutura associada à operação da barragem.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

ID	AUDITORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS.	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.AU.000.04	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	O ano de término de descaracterização era 2028 e atualmente sofreu alterações de cronograma para 2029. Entretanto, a Tetra Tech questiona a efetividade e cumprimento do prazo limite acordado com órgãos para descaracterizar a estrutura. Sendo assim, devem ser trazidas informações estratégicas que demonstrem a capacidade de término dentro do prazo, que reduz drasticamente o desempenho das atividades em campo.	Normal	-	08/05/2006	Concluído	30/abr	O ano previsto para a conclusão da obra de descaracterização é 2027, razão pela qual não se aplica mais o questionamento referente ao item, uma vez que o cronograma foi devidamente atualizado. Ressalta-se que a MMI está empregando esforços para cumprir as datas estabelecidas no CRONOGRAMA protocolado junto aos órgãos competentes.
B1.AU.000.05	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	Foi apresentado no item de descrição da concepção de projeto, especificamente na etapa 4, menciona-se que a construção do aterro de reforço está prevista para ser executada em um período de 3 (três) anos – 2026 a 2028. Devido à divergência de data de término de 2028 e 2029, sugere-se que as datas sejam compatibilizadas entre cronograma e todos os itens apresentados no relatório.	Normal	-	08/05/2006	Concluído	30/abr	As datas foram ajustadas conforme o disposto no item 5.4, deste documento.
B1.AU.000.06	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	O relatório afirma que os materiais de empréstimo serão obtidos "nas frentes de lavra, em pilhas de estoque ou estéril", mas não informa localização e caracterização das áreas de empréstimo (caracterização dos materiais, volumes etc.). A Tetra Tech recomenda que essas informações sejam apresentadas no próximo relatório trimestral.	Normal	-	08/05/2006	Em andamento	30/abr	O detalhamento para atendimento do item em questão encontra-se apresentado no Relatório Técnico – Projeto Executivo de Descaracterização, no tópico 16.2, página 270.
B1.AU.000.07	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	No item 5.6.4 apresenta o quantitativo de instrumentos que compõe a estrutura. No entanto, tal quantitativo apresentado diverge do quantitativo apresentado na (Tabela 5.2). Neste sentido, a Tetra Tech recomenda a compatibilização das informações apresentadas no relatório.	Normal	-	08/05/2026	Concluído	30/abr	Ajustes realizados nos itens 5.6.4 e 5.2 deste documento.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

ID	AUDITORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS.	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.AU.000.08	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	No item 5.6.3 menciona que a estrutura conta com 21 (vinte e um) piezômetros elétricos equipados para automatização das leituras. Da forma como foi descrito não fica claro se os instrumentos são automatizados ou não. De acordo com a Resolução 95/2022, as barragens de mineração classificadas em DPA alto, o empreendedor é obrigado a manter sistema de monitoramento automatizado de instrumentação. Portanto, tal informação deve ser ajustada no relatório trimestral e caso a estrutura não conte com instrumentos automatizados, programar a automatização dos referidos, de modo a atender o que preconiza a legislação.	Normal	-	08/05/2026	Concluído	30/abr	A estrutura possui 21 piezômetros automatizados. O texto do item 5.6.4 foi ajustado, de modo a conferir maior clareza às informações apresentadas.
B1.AU.000.09	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	Com relação ao comportamento da instrumentação presente na estrutura deve ser informado também no relatório trimestral quais as medidas previstas quando os níveis de controle são atingidos. Além de incluir uma tabela resumo acerca do desempenho de cada instrumento no trimestre.	Normal	-	08/05/2026	Concluído	30/abr	As medidas previstas em relação aos níveis de controle são apresentadas no item 5.6.4.1.1.1 Protocolo de Ações – TARP (Plano de Ação e Respostas). Na Tabela 5.2 é apresentado o resumo do comportamento da instrumentação.
B1.AU.000.10	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	Com relação ao comportamento da instrumentação presente na estrutura foram apresentados os gráficos com as referidas leituras do trimestre (maio, junho e julho). Entretanto, não existe uma comparação entre as leituras e os limites de segurança. Ademais, não há indicação clara da periodicidade das leituras, apenas uma menção genérica referindo ao monitoramento rotineiro.	Normal	-	08/05/2026	Concluído	30/abr	No item 5.6.4.1, é detalhada a periodicidade de leitura da instrumentação, enquanto na Tabela 5.2 é apresentado o comparativo entre a última leitura trimestral e o respectivo limite de Atenção.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

ID	AUDITORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS.	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.AU.000.11	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	Segundo o relatório trimestral a Carta de Risco foi atualizada em março de 2025, pela Terracota, documento nº IPE.OP.RL.8000.GTL20.554, a qual se encontra no Anexo G do relatório. Entretanto, sinaliza-se que não é descrito no relatório quais seções geológico-geotécnicas foram adotadas para definição dos níveis de controle. Importante sinalizar se as seções geológicas-geotécnicas são as mesmas que estão sendo adotadas atualmente nas análises de estabilidade apresentadas no referido relatório. Sendo assim, devem ser incluídas tal informação na próxima emissão do relatório trimestral. Além de incluir os níveis de controle referentes a cada etapa/fase da descaracterização e não apenas os níveis de controle na condição atual da estrutura.	Alerta	-	a definir	Em andamento	29/mai	-
B1.AU.000.12	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	No item onde discorre sobre os prismas, mencionar quais foram os critérios adotados para que os 2 cm de deformação (horizontal) estejam dentro dos parâmetros de normalidades e/ou esperados, dos instrumentos determinados pela equipe da MMI com a equipe da Leica Geosystems, conforme mencionado no texto em relatórios anteriores. Além de incluir no relatório trimestral qual a definição dos eixos dos gráficos e a convenção dos sinais positivos e negativos dos resultados. Observa-se que são apresentados gráficos com limites de referências (laranja, verde e vermelho) os quais não deixam claros quais ações devem ser tomadas para cada nível de desempenho, no momento que são atingidos os níveis indicados. Portanto, tais informações devem ser incluídas na próxima emissão dos relatórios trimestrais. Importante apresentar uma tabela resumo acerca do desempenho de cada instrumento referente ao trimestre.	Normal	-	08/05/2026	Em andamento	30/abr	As informações detalhadas relativas aos prismas são apresentadas no documento integrante do ANEXO C.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

ID	AUDITORA	DOC. ORIGEM	RECOMENDAÇÃO	CLASS.	DATA DE ABERTURA	PRAZO	STATUS	DATA DE CONCLUSÃO	COMENTÁRIOS
B1.AU.000.13	TETRA TECH	23528-BB1A-ITG-RL071	É importante salientar que para a Etapa 1 – Construção do Sistema Extravasor, o término da atividade está previsto para 23/11/2026, e na tabela 6.1 que apresenta o período de atividades das obras, é possível observar que nos meses de outubro e novembro de 2026 é prevista a paralisação das obras diante do período chuvoso. Desta forma, recomenda-se a compatibilização de informações.	Normal	-	08/05/2026	Em andamento	30/abr	A construção irá avançar durante o período chuvoso, com previsão de conclusão em 23/11, conforme estabelecido no item 5.4 – Cronograma.
B1.AU.001.02	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1486	Realizar o redimensionamento e reposicionamento do medidor de vazão do extravasor de emergência.	Normal	17/03/2026	a definir	Em aberto	30/abr	O medidor de vazão atualmente instalado no extravasor de emergência não foi projetado nem implantado com a finalidade de monitoramento geotécnico. Sua instalação atende exclusivamente aos requisitos de coleta de dados para a equipe de meio ambiente, sendo utilizado no acompanhamento e controle de parâmetros de turbidez em atendimento às demandas de comunicação e interface com a comunidade.
B1.AU.001.03	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1486	Restringir e controlar o acesso de animais à estrutura.	Normal	17/03/2026	contínua	Em aberto	a definir	-
B1.AU.001.05	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1486	Apresentar documento com definição dos níveis de controle para os marcos superficiais ou justificativa com embasamento técnico para ausência.	Alerta	17/03/2026	a definir	Em aberto	29/mai	-
B1.AU.002.01	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1487	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 e carta de controle para a alteração de projeto do reforço parcial.	Alerta	26/03/2026	a definir	-	29/mai	-
B1.AU.002.02	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1487	Fornecer sequenciamento do projeto do reforço parcial.	Alerta	26/03/2026	a definir	-	a definir	-
B1.AU.002.03	SAFF	IPE.OP.RL.8000.GT.20.1487	Adequar o cronograma ao projeto de reforço e prazos acordados com o MPMG.	Alerta	26/03/2026	a definir	-	30/abr	O projeto de reforço é uma antecipação da Etapa 4, não sendo necessário incluir novo item no Cronograma.




RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

8. Assinaturas

- Responsável técnico pelo projeto de descaracterização:


DocuSigned by:

9A6C785904BE42F...

Elias Josafá Cota

Engenheiro Civil / Geotécnico

RNP 1403750408 (CREA-MG)

- Responsável técnico pelo acompanhamento das obras:


Assinado por:

364BC02948CD441...

Wellington Pereira Maximiano

Coordenador de Geotecnia / Engenheiro Civil

RNP 1411469151 (CREA-MG)

- Responsável técnico pelo relatório:


Signed by:

70FC658D532543C...

Roberto Pasquale da Cruz Trotta

Gerente de Geotecnia e Geologia

RNP 2016517646 (CREA-MG)

- Responsável pela elaboração do relatório:

Assinado por:

1B53D96003434B3...

Rayanne Emanuele Silva

Engenheiro de Minas / Geotécnico

RNP 1421939673 (CREA-MG)



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1355 - Revisão 00

9. Anexos

ANEXO A – ART – RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO – B1-AUXILIAR – MINA TICO-TICO (NOVEMBRO/25-MARÇO/26)

Formato: PDF
(2 PÁGINAS)

ANEXO B – BARRAGEM_B1_AUX_10ABR26.

Formato: JPG
(1 PÁGINA)

ANEXO C – AVALIAÇÃO NÍVEIS CONTROLE PRISMAS - EM RESPOSTA AO PARECER TÉCNICO 69/2024 DA ANM.

Formato: PDF
(33 PÁGINAS)

