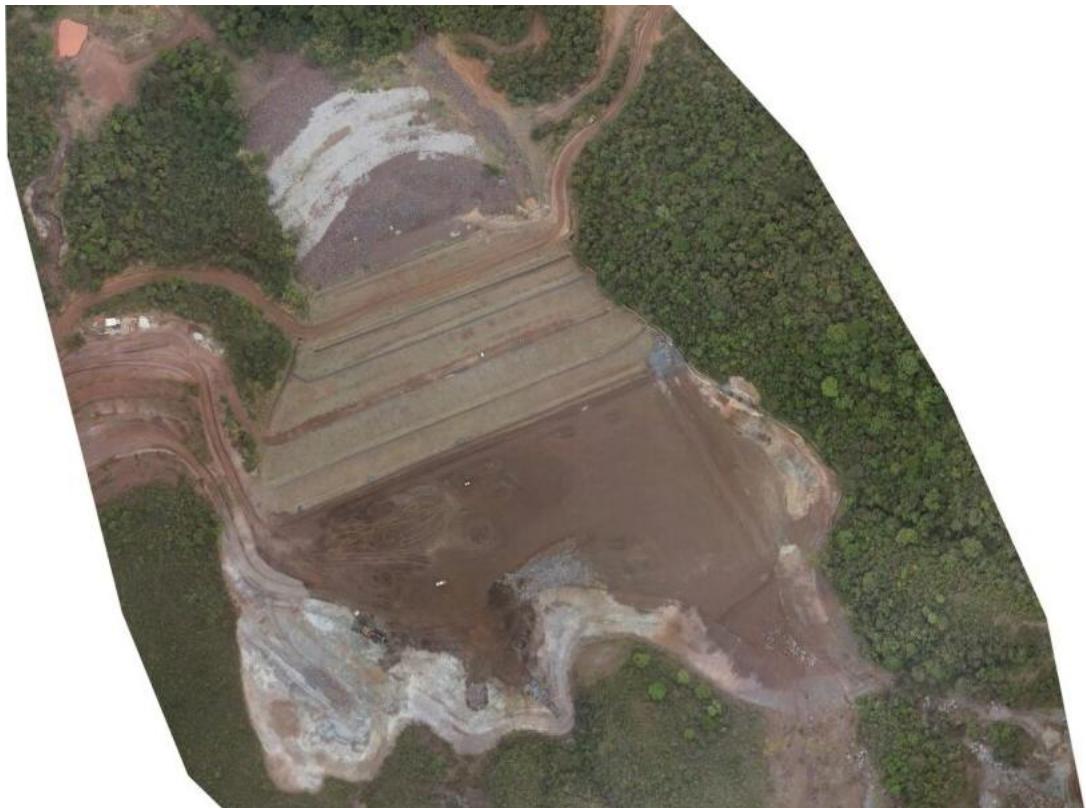


BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO



RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

**NOVEMBRO
2025**



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.																									
Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353						BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO – NOVEMBRO/25																			
CONTROLE DE REVISÃO DAS FOLHAS																									
Rev doc	00	01				Rev doc	00	01			Rev doc	00	01			Rev doc	00	01			Rev doc	00	01		
Revisão da folha				Revisão da folha				Revisão da folha				Revisão da folha													
1	X	X				26	X	X				51	X	X			76	X	X						
2	X	X				27	X	X				52	X	X			77	X	X						
3	X	X				28	X	X				53	X	X			78	X	X						
4	X	X				29	X	X				54	X	X			79	X	X						
5	X	X				30	X	X				55	X	X			80	X	X						
6	X	X				31	X	X				56	X	X			81	X	X						
7	X	X				32	X	X				57	X	X			82	X	X						
8	X	X				33	X	X				58	X	X			83	X	X						
9	X	X				34	X	X				59	X	X			84	X	X						
10	X	X				35	X	X				60	X	X			85	X	X						
11	X	X				36	X	X				61	X	X			86	X	X						
12	X	X				37	X	X				62	X	X			87	X	X						
13	X	X				38	X	X				63	X	X			88	X	X						
14	X	X				39	X	X				64	X	X			89	X	X						
15	X	X				40	X	X				65	X	X			90	X	X						
16	X	X				41	X	X				66	X	X			91	X	X						
17	X	X				42	X	X				67	X	X			92	X	X						
18	X	X				43	X	X				68	X	X			93	X	X						
19	X	X				44	X	X				69	X	X			94	X	X						
20	X	X				45	X	X				70	X	X			95	X	X						
21	X	X				46	X	X				71	X	X			96	X	X						
22	X	X				47	X	X				72	X	X			97	X	X						
23	X	X				48	X	X				73	X	X			98	X	X						
24	X	X				49	X	X				74	X	X			99	X	X						
25	X	X				50	X	X				75	X	X			100	X	X						
REV.	T.E	Descrição das revisões																							
00	B	EMISSÃO PARA COMENTÁRIOS																							
01	I	APROVADO																							



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.											
Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353						BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO – NOVEMBRO/2025					
CONTROLE DE REVISÃO DAS FOLHAS											
Rev doc	00	01				Rev doc	00	01			Rev doc
101	X	X				126	X	X			151
102	X	X				127	X	X			152
103	X	X				128	X	X			153
104	X	X				129	X	X			154
105	X	X				130	X	X			155
106	X	X				131	X	X			156
107	X	X				132	X	X			157
108	X	X				133	X	X			158
109	X	X				134	X	X			159
110	X	X				135	X	X			160
111	X	X				136	X	X			161
112	X	X				137	X	X			162
113	X	X				138	X	X			163
114	X	X				139	X	X			164
115	X	X				140	X	X			165
116	X	X				141	X	X			166
117	X	X				142	X	X			167
118	X	X				143	X	X			168
119	X	X				144					169
120	X	X				145					170
121	X	X				146					171
122	X	X				147					172
123	X	X				148					173
124	X	X				149					174
125	X	X				150					175
REV.	T.E	 DESCRIÇÃO DAS REVISÕES									
00	B	EMISSÃO PARA COMENTÁRIOS.									
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.
DATA	20/11/2025	27/11/2025									
EXECUTADO	FCP	FCP									
VERIFICADO	WPM	WPM									
APROVADO	RPT	RPT									

SUMÁRIO

1. Introdução	6
2. Documentos de referência.....	7
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 pelo acompanhamento da obra de descaracterização	10
4.8 Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização.....	11
4.9 Responsável pelo Acompanhamento das Obras de Descaracterização.....	11
4.10 Localização da Barragem.....	11
4.11 Função atual.....	12
4.12 Características Gerais	12
4.13 Classificação da Barragem.....	17
5. Projeto de Descaracterização	22
5.1 Descrição do Projeto	23
5.2 Alterações de Projeto	28
5.3 Gerenciamento e Controle das Águas Durante a Execução das Obras de Descaracterização	28
5.3.1 Serviços Complementares	29
5.3.2 Drenagem Superficial	29
5.4 Riscos Geológicos-Geotécnicos.....	31
5.5 Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes	41
5.5.1 Estabilidade Física	41
5.5.2 Estabilidade Química	41
5.6 Protocolos Adotados para Garantia da Segurança dos Trabalhadores Durante as Obras	
41	
6. Obras de Descaracterização	43
6.1 Memorial Descritivo	44
6.1.1 Acompanhamento das Obras	44
6.1.2 Sequência Construtiva e Detalhamento das Obras Realizadas	45
6.1.2.1 Remoção do rejeito do reservatório	47

6.1.2.2	Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência referente à Etapa 1 – Fase 4B	47
6.1.2.3	Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B	48
6.1.2.4	Rebaixamento dos instrumentos na área de abrangência da obra de descaracterização	48
6.1.2.5	Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda	48
6.1.2.6	Reconstituição da parede do canal de contorno no desemboque do canal de conexão referente à fase anterior (Etapa 1 - Fase 3)	49
6.1.2.7	Aplicação de manta cimentícia na região próxima da conexão entre o canal de aproximação e o canal extravasor de emergência	49
6.1.2.8	Rebaixamento do instrumento INA-34	49
6.1.2.9	Rebaixamento do acesso ao reservatório na região da ombreira esquerda	50
6.1.2.10	Cominuição e reposicionamento de blocos na região dos talvegues	50
6.1.2.11	Regularização do piso do reservatório	51
6.1.2.12	Escavações complementares na região do reservatório	51
6.1.2.13	Rebaixamento de instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19)	52
6.1.2.14	Rebaixamento e revestimento do emboque do canal de conexão ao extravasor	52
6.1.3	Anomalias Verificadas	53
6.1.4	Não Conformidades	53
6.1.5	Projeto	53
6.1.5.1	Movimentação de Materiais	56
6.1.6	Levantamento Topográfico – Obras Executadas	56
6.1.7	Comparativo Projeto x Executado	58
6.1.8	Adequação do projeto durante as obras	65
6.1.8.1	Escavações complementares mantendo configuração do canal de conexão	65
6.1.8.2	Escavações complementares com rebaixamento do canal de conexão	66
6.2	Condição da Estrutura no Período Avaliado	68
6.2.1	Inspeções de Campo	68
6.2.2	Anomalias Detectadas Durante as Inspeções	68
6.2.3	Plano de Ação para anomalias	70
6.2.4	Instrumentação Instalada na Barragem	70
6.2.4.1	Leituras Instrumentação	78
6.2.5	Análise de Estabilidade	88
6.2.5.1	Premissas Adotadas nas Simulações	90
6.2.5.2	Sismicidade do Local da Barragem	91
6.2.5.3	Definição da Condição da Superfície Freática	95

6.2.5.4	Parâmetros de Resistência	96
6.2.5.5	Resultados	98
6.3	Controle do Nível Freático no Reservatório	113
6.4	Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização	114
6.4.1	Controle de Emissão de Materiais Particulados para a Atmosfera	114
6.4.2	Monitoramento da Qualidade do Ar	116
6.4.3	Controle de Emissão de Gases Poluentes	120
6.4.3.1	Controle das Emissões Geradas pelo Funcionamento de Motor a Diesel	120
6.4.3.2	Monitoramento de Fumaça Preta	120
6.4.4	Controle de Emissão de Ruídos Ambientais e Avaliação dos Níveis de Vibração	121
6.4.4.1	Ruídos Ambientais	123
6.4.4.2	Vibrações	125
6.4.5	Controle de Alteração da Dinâmica de Drenagem de Águas Pluviais	127
6.4.6	Monitoramento da Qualidade da Água	127
6.4.7	Gestão de Resíduos Sólidos	130
6.4.8	Supressão Vegetal – perda de Habitat para Fauna	131
6.5	Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização	132
6.5.1	Carta de Risco - Etapas de Descaracterização	134
6.6	Rotina de Monitoramento	140
6.7	Cronograma	141
7.	Assinaturas	143
8.	Anexos	144

1. Introdução

O presente documento corresponde ao Relatório Técnico de Acompanhamento do Processo de Descaracterização da **Barragem B2 - Mina Tico-Tico**, referente ao trimestre compreendido entre maio e julho de 2025, 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 B2 - Mina Tico-Tico, o qual foi emitido em maio 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).

2. Documentos de referência

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

- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1143_r0 – Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Níveis de Controle da Instrumentação. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Maio/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1323_r0 - Descaracterização Barragem B2 - Mina Tico-Tico – Relatório Mensal de Acompanhamento Técnico de Obra. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Outubro/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1293_r0 - Descaracterização Barragem B2 - Mina Tico-Tico – Relatório Mensal de Acompanhamento Técnico de Obra. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Setembro/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1288_r0 - Descaracterização Barragem B2 - Mina Tico-Tico – Relatório Mensal de Acompanhamento Técnico de Obra. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Agosto/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.553_r4 – Barragem B2 – Mina Tico-Tico – Níveis de Controle da Instrumentação – Carta de Risco. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Março/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1281_r1 – Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR) – Barragem B2 – Mina Tico-Tico – ANM – 2º Semestre de 2025. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Setembro/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1306_r0 - Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança de Barragens (RTESB) – Barragem B2 – Mina Tico-Tico – FEAM – 2º Semestre de 2025. Dam Projetos de Engenharia Ltda. Setembro/2025;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.1065 – Barragem B2 – Mina Tico-Tico – Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – El. 1.119,40. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Novembro/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.676_r2 – Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Relatório Técnico do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Abril/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.677_r2 – Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização – Especificações Técnicas Construtivas. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Abril/2024;
- IPE.OP.RL.8000.DE.20.708 a IPE.OP.RL.8000.DE.20.756, IPE.OP.DE.8000.GT.20.813, IPE.OP.DE.8000.GT.20.814, IPE.OP.DE.8000.GT.20.1011, IPE.OP.DE.8000.GT.20.1012, IPE.OP.DE.8000.GT.20.1013 e IPE.OP.DE.8000.GT.20.1026 - Barragem B2 – Mina Tico-Tico – Projeto Executivo de Descaracterização. Desenhos do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. 2024.

3. Códigos e Normas

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

- Lei nº 12.334/2010 - Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens;
- Lei nº 14.066/2020 - Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração);
- Lei Estadual nº 23.291/2019 – Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens;
- Decreto nº 48.140/2021 - Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291/2019 - Estabelece medidas para aplicação do Art. 29 da Lei nº 21.972/2016 e dá outras providências;
- Resolução nº 95/2022 da ANM – Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração;
- Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.784/2019 - Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais e dá outras providências;
- Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante (SEMAD/FEAM) – Estabelece os requisitos mínimos de um Projeto para a Descaracterização de Barragens alteadas pelo método de montante no Estado de Minas Gerais a ser apresentado à Fundação Estadual de Meio Ambiente, conforme previsto na Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragem;
- Termo de Referência para Acompanhamento do Processo de Descaracterização de Barragens Alteadas a Montante no Estado de Minas Gerais (SEMAD/FEAM) – Estabelece os requisitos mínimos do relatório técnico de acompanhamento da descaracterização das barragens alteadas pelo método à montante no Estado de Minas Gerais, conforme o art. 13 da Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens;
- Norma ABNT NBR 13.028/2024 – Estabelece os requisitos para elaboração e apresentação de projeto de barragens de mineração para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos gerados por erosão e reserva de água.

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: casaipemineracao.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: casaipemineracao.com

4.3 Endereço para Envio de Correspondência

Destinatário: Welington Pereira Maximiano

Vínculo: Coordenador de Geotecnia

Endereço: Rodovia BR 381, KM 520, S/Nº
Brumadinho – MG – 35460-000

4.4 Identificação do Representante Legal do Empreendimento

Nome: Cristiano Monteiro Parreiras

CPF: 030.102.416-23

Formação: Advogado

Cargo/Função: Diretor de Assuntos Corporativos

Telefone: (31) 99194-8589

E-mail: cristiano.parreiras@ipemineracao.com

4.5 Responsável Técnico pela Segurança da Barragem

Nome: Welington Pereira Maximiano

Formação: Engenheiro Civil

Registro Nacional Profissional: 1411469151 (CREA-MG)

Cargo: Coordenador de Geotecnia

Telefone: (31) 3614-1840

E-mail: welington.maximiano@ipemineracao.com

4.6 Responsável Técnico pela Elaboração do Projeto para Descaracterização

Nome: Elias Josafá Cota

Formação: Engenheiro Civil / Geotécnico

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

Telefone: (31) 3786-4226

E-mail: elias@terracota.pro

4.7 Equipe técnica responsável pelo acompanhamento da obra de descaracterização

Nome	Cargo	Área	CREA
Roberto Pasquale da Cruz Trotta	Geólogo - Gerente de Geotecnia e Geologia	Geotecnia	2016517646
Welington Pereira Maximiano	Engenheiro Civil - Coordenador de Geotecnia	Geotecnia	1411469151
Rayanne Emanuele Silva	Engenheira de Minas Júnior	Geotecnia	-
Fabio Castellan Pinto	Engenheiro de Minas Júnior	Geotecnia	1421939673
Henrique Victor Costa Silva Rosendo	Analista Geotecnia Sênior	Geotecnia	-
Roberta Lopes Vieira	Analista Administrativo Pleno	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	-

4.8 Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização

Empresa responsável pela elaboração do projeto de descaracterização

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

Equipe que participou da elaboração do projeto de descaracterização

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

4.9 Responsável pelo Acompanhamento das Obras de Descaracterização

Nome: Welington Pereira Maximiano

Formação: Engenheiro Civil

Registro Nacional Profissional: 1411469151 (CREA-MG)

Cargo: Coordenador de Geotecnia

Telefone: (31) 3614-1840

E-mail: welington.maximiano@ipemineracao.com

4.10 Localização da Barragem

A Barragem B2 – Mina Tico-Tico localiza-se no vale do córrego Olaria, no município de Igarapé-MG, em torno das coordenadas UTM (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S) 574.570m E e 7.776.150m N à montante da estrutura descaracterizada da Barragem B1 Ecológica – Mina Tico-Tico e da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico.

Na Figura 4.1 é apresentada a localização da barragem.



Sistema de coordenadas UTM
DATUM SIRGAS 2000

0 250 500 m

Figura 4.1 – Localização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

4.11 Função atual

As funções da barragem englobaram: 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 8062/2021, 8070/2021 e 8078/2021.

O lançamento de rejeitos na barragem foi encerrado no ano de 2007, estando a barragem na condição descomissionada e desativada, conforme definição da Resolução ANM 95/2022, Art. 2º VIII.a e IX e definição do Art. 1º do Decreto 48.140/2021.

4.12 Características Gerais

A Barragem B2 – Mina Tico-Tico foi construída em 12 etapas, sendo o maciço inicial e onze alteamentos a montante até a elevação final 1.127,00 m. Com o avanço das obras de descaracterização, foi realizada a remoção do 11º e 10º alteamentos, dessa forma a crista da estrutura se encontra na elevação 1.119,40 m.

Devido ao fato de a barragem ter sido construída e operada entre os anos de 1990 e 2006 não foram encontrados documentos relacionados às obras de construção inicial e das etapas de alteamento da barragem tais como registros fotográficos, ensaios dos materiais, controle de compactação do aterro e os documentos “como construído” das diversas etapas de operação da barragem.

A Tabela 4-1 abaixo apresenta a relação das etapas construtivas da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

Tabela 4-1 – Etapas construtivas da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

Etapa	Elevação Atual Aproximada (m)
Dique de Partida	1.060,0
1º Alteamento	1.069,0
2º Alteamento	1.076,0
3º Alteamento	1.079,0
4º Alteamento	1.084,3
5º Alteamento	1.093,5
6º Alteamento	1.102,5
7º Alteamento	1.109,0
8º Alteamento	1.115,0
9º Alteamento	1.119,5
10º Alteamento	1.124,3
11º Alteamento	1.127,0

As principais características da barragem são apresentadas na Tabela 4-2, sendo as informações existentes atualizadas a partir dos levantamentos topográficos de 2022 (IPE.OP.DE.8000.GT.20.455.dwg), de 2020 (IPE.OP.DF.8000.GT.20.019.J - 06/10/20 - ERG Engenharia dwg) e o levantamento cadastral após obra de ampliação do reforço e adequação do canal extravasor (CAD_PLANIALTIMETRICO_BARRAGEM_B2_TT_16DEZ23.dwg), além do levantamento cadastral de acompanhamento das obras de descaracterização da estrutura (ACAD_TOPO_B2_TT_31JUL25.dwg).

Na Figura 4.2 é apresentada uma imagem de satélite da estrutura e a Figura 4.3 apresenta a seção D-D' de maior altura da barragem.

Tabela 4-2 – Principais características da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

DADOS GERAIS	
Nome da Estrutura	Barragem B2 – Mina Tico-Tico
Código FEAM	406
Localização	Mina Tico-Tico – Igarapé/MG
Coordenadas geográficas do ponto central da crista do barramento	Latitude: -20°06'37.550" Longitude: -44°17'12.020"

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

DADOS GERAIS

Coordenada projetada (UTM) do ponto central da crista do barramento (DATUM SIRGAS2000 – Fuso 23S)	574.570m E / 7.776.150m N
Finalidade do Barramento	Armazenamento de Rejeito Fino de Minério de Ferro
Ano de Início de Implementação	1990
Ano de Início de Operação	1990
Ano de Término de Operação	2007
Ano de Término de Descaracterização	2027 (previsão)
Situação (status) de operação atual da barragem	Em descaracterização (obras)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Volume Total – maciços + reservatório + amortecimento (m ³)	1.172.484 (*)
Volume Total de maciços (m ³)	319.192 (*)
Capacidade total do reservatório (m ³) – até elev. 1.109,0 m	853.292 (*)
Volume do reservatório ocupado com rejeitos (m ³)	822.872 (*)
Volume de rejeitos já retirados na descaracterização (m ³)	634.417 (*)
Volume de amortecimento do reservatório (m ³)	30.420 (*)
Área do reservatório (m ²) - elev. 1.109,0 m	17.614 (*)
Elevação do coroamento (m)	1.109,0
Elevação do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)	1.016,0
Altura atual da barragem (m);	97,0
Extensão do coroamento (m)	280,0
Largura do coroamento (m)	7,0
Largura das bermas (m)	5,0
Alteamentos realizados e seus métodos empregados	Alteamentos a montante
Inclinação geral do talude jusante	2,5(H):1(V) (21,6º)
Inclinação talude de montante	1,6(H):1(V) (32º)
Elevação da soleira do vertedouro (m)	1.104,00 (**)
Nível d'água máximo maximorum (PMP) (m)	1.105,87 (**)
Borda livre mínima (PMP) (m)	1,87 (**)
Descarga do vertedouro (PMP) (m ³ /s)	6,50 (**)
Capacidade de descarga do vertedouro (m ³ /s)	37,5 (**)
Área da bacia de contribuição (km ²)	0,188 (**)

(*) Dados aproximados.

(**) Dados de projeto. Necessário verificação após conclusão da etapa.



Figura 4.2 – Imagem da Barragem B2 – Mina Tico-Tico. (Fonte: Ortofoto MMI – Outubro/2025).

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

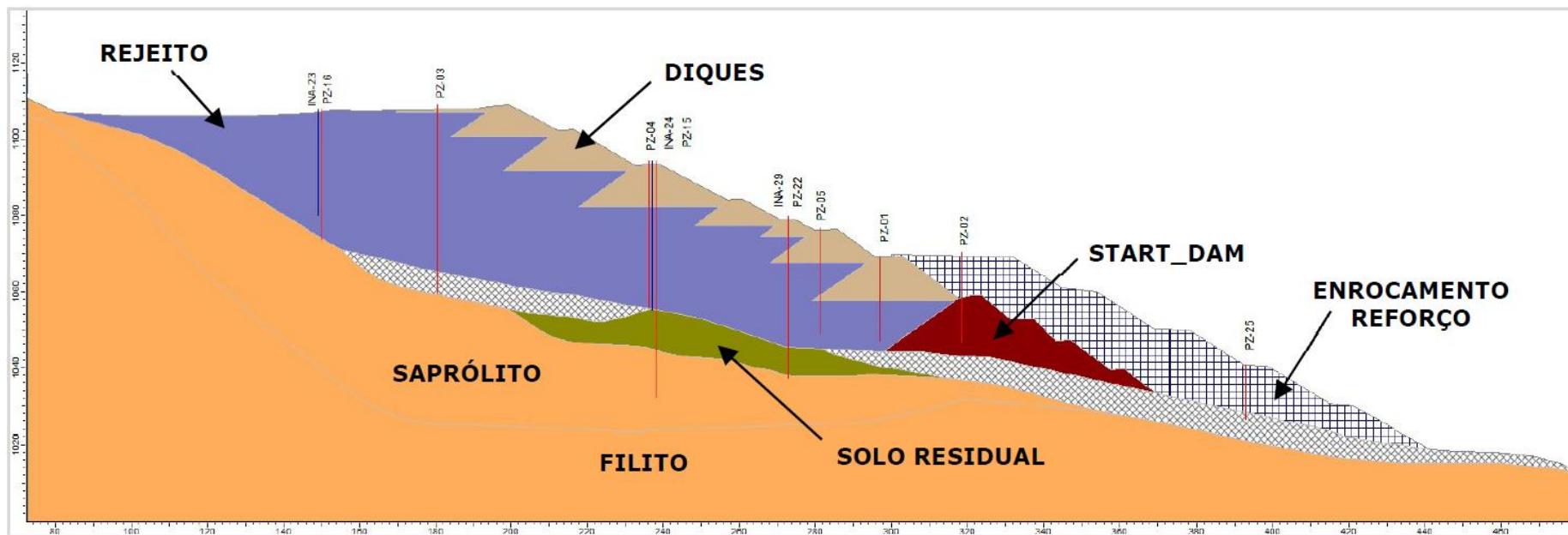


Figura 4.3 – Seção de maior altura (D-D') da Barragem B2 – Mina Tico-Tico (Condição em outubro de 2025).

4.13 Classificação da Barragem

De acordo com a Matriz para Classificação de barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração segundo Anexo II do Decreto 48.140/2021 que regulamenta a Lei Estadual 23.291/2019, a **Barragem B2 – Mina Tico-Tico** foi classificada, conforme RTESB referente ao 2º semestre/2025 (IPE.OP.RL.8000.GT.20.1306), com Potencial de Dano Ambiental Alto e Categoria de Risco Baixo, conforme tabelas a seguir.

Tabela 4-3 – 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 (PSB)	3
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PSB		26
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 4-4 – 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

Tabela 4-5 – 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				

Tabela 4-6 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – Estado de Conservação.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

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)

$$EC = \Sigma (f \text{ até } i) = 0$$

Tabela 4-7 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – Plano de Segurança da Barragem.

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

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 4-8 – Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração).

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

$$PDA = \Sigma (a \text{ até } d) = 23$$

Faixa de Classificação (>=13) = Alto

Tabela 4-9 - Matriz de classificação

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

5. Projeto de Descaracterização

- O conceito do projeto de descaracterização é o de remoção parcial dos rejeitos dispostos no reservatório, além dos maciços até o nível do coroamento do 1º alteamento de montante, em torno da elevação 1.069,0 m, nível este correspondente ao topo do aterro de reforço executado com enrocamento;
- O projeto de descaracterização será concebido para ser executado em três etapas macro de remoção (três períodos secos), sendo a primeira com remoção dos rejeitos do reservatório e alteamentos a montante até a elevação 1.109,0 m, a segunda removendo os materiais até a elevação 1.093,3 m e a terceira e última etapa, concluindo a remoção, até o nível do topo da estrutura de reforço na elevação 1.069,0 m;
- As etapas estão previstas para serem executadas durante os períodos secos, com duração mínima de 6 meses (abril a setembro), podendo se estender em função das condições climáticas desde que haja tempo hábil para atender as premissas de conclusão de etapa e executar os serviços para a passagem do período chuvoso. Mesmo assim, o projeto contempla a escavação de *sumps* próximo ao emboque do sistema extravasor para contenção de água e sedimentos nos casos de chuvas eventuais;
- O projeto considera que a escavação e remoção dos rejeitos e maciços será realizada com a utilização de equipamentos convencionais de terraplenagem (escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes). Em hipótese alguma poderá ser utilizado métodos de detonação para fragmentação e remoção de blocos rochosos eventualmente encontrados durante as escavações;
- O projeto considera que a escavação e remoção dos rejeitos e maciços será realizada em camadas de espessura média de 2,0 m, que poderá ser ajustada em campo, condicionada à capacidade de suporte do material, podendo ser necessária a execução de valas drenantes para deságue do rejeito saturado com o objetivo de garantir condições de segurança e operação para trafegabilidade dos equipamentos durante a atividade de lavra. Nos casos em que o material permanecer saturado também poderá ser realizada a construção de um lastro com rejeito seco (aterro de conquista) de forma a viabilizar a trafegabilidade dos equipamentos e remoção do material;

- O volume total geométrico de remoção previsto, desconsiderando-se o fator de empolamento, é de aproximadamente 1.487.709 m³;
- 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 declividade de 2% para montante de forma a direcionar os fluxos incidentes nesta superfície para o canal de contorno;
- Deverá ser realizada a recomposição vegetal da área do terreno natural exposta pelas escavações após remoção dos rejeitos e maciços, com utilização de materiais apropriados. Conforme item 3.6 da TR de Descaracterização da FEAM, a técnica será determinada com embasamento no diagnóstico da área pós-descaracterização à medida que avançam as obras e se tenha as reais condições da superfície exposta com objetivo final de reintrodução da área ao contexto da paisagem local.

5.1 Descrição do Projeto

O projeto de descaracterização da Barragem B2 – Mina tico-Tico é composto por 03 (três) etapas macro, conforme descrito no relatório do projeto (IPE.OP.RL.8000.GT.20.676): a Etapa 1 contempla as escavações dos rejeitos dispostos no reservatório até a elevação 1.104,0 m e o rebaixamento dos maciços dos alteamentos até a elevação 1.109,0 m; já a Etapa 2, abrange a remoção dos rejeitos até a elevação 1089,0 m e rebaixamento dos maciços até a elevação 1093,3 m; e a Etapa 3, finalizando com a remoção dos rejeitos até a elevação 1068,0 m e rebaixamento dos maciços até a elevação 1069,0 m.

Em termos gerais, a remoção prevista no projeto será realizada em três etapas macro compreendendo:

- **Etapa 1** - Remoção parcial da estrutura (maciços de rejeito compactado e rejeito depositado no reservatório) a partir do 11º alteamento até o 8º alteamento por montante. Ao fim desta etapa, o coroamento da barragem estará na elevação 1.109,0 m, correspondendo a um rebaixamento de aproximadamente 18,0 m;
 - Volume de rejeitos a serem removidos do reservatório: 463.643.m³;
 - Volume de maciço a ser removido da estrutura: 103.200.m³.
 - Volume total de remoção da etapa: 566.843 m³
- **Etapa 2** - Remoção parcial da estrutura (maciços de rejeito compactado e rejeito depositado no reservatório) do 7º alteamento e do 6º alteamento por montante. Ao fim

desta etapa, o coroamento da barragem estará na elevação 1.093,3 m, correspondendo a um rebaixamento adicional de aproximadamente 15,7 m; e,

- Volume de rejeitos a serem removidos do reservatório: 368.276.m³;
- Volume de maciço a ser removido da estrutura: 82.498.m³.
- Volume total de remoção da etapa: 450.774 m³

- **Etapa 3** – Última etapa prevista, remoção parcial da estrutura (maciços de rejeito compactado e rejeito depositado no reservatório) do 5º alteamento ao 2º alteamento por montante. Ao fim desta etapa, o coroamento da barragem estará na elevação 1.069,0 m, correspondendo a um rebaixamento adicional de aproximadamente 24,3 m.

- Volume de rejeitos a serem removidos do reservatório: 386.202.m³;
- Volume de maciço a ser removido da estrutura: 83.889.m³.
- Volume total de remoção da etapa: 470.091 m³

Com base na taxa de escavação média entre 2.800 e 3.100 m³ por dia, fornecida pela MMI, cada etapa está prevista para ser executada em um período seco (ciclo de 6 meses, de abril a setembro), podendo ser estendido ou antecipado em função do regime de chuvas e data de início das obras.

Os taludes de escavação terão inclinação de 3H:1V, quando for executado em rejeito disposto no reservatório, e 2H:1V, quando resultantes das escavações em rejeito dos maciços compactados. A Figura 5.1 e a Figura 5.2 apresentam o resumo da sequência construtiva de remoção do rejeito em camadas.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

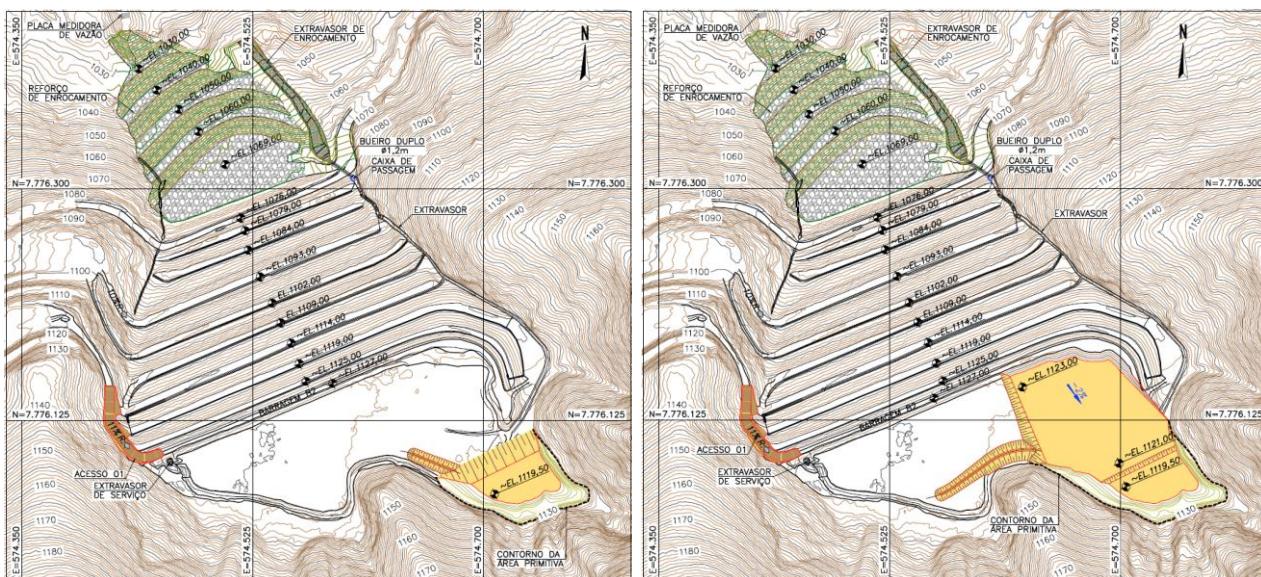


Figura 5.1 – Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente à primeira fase.

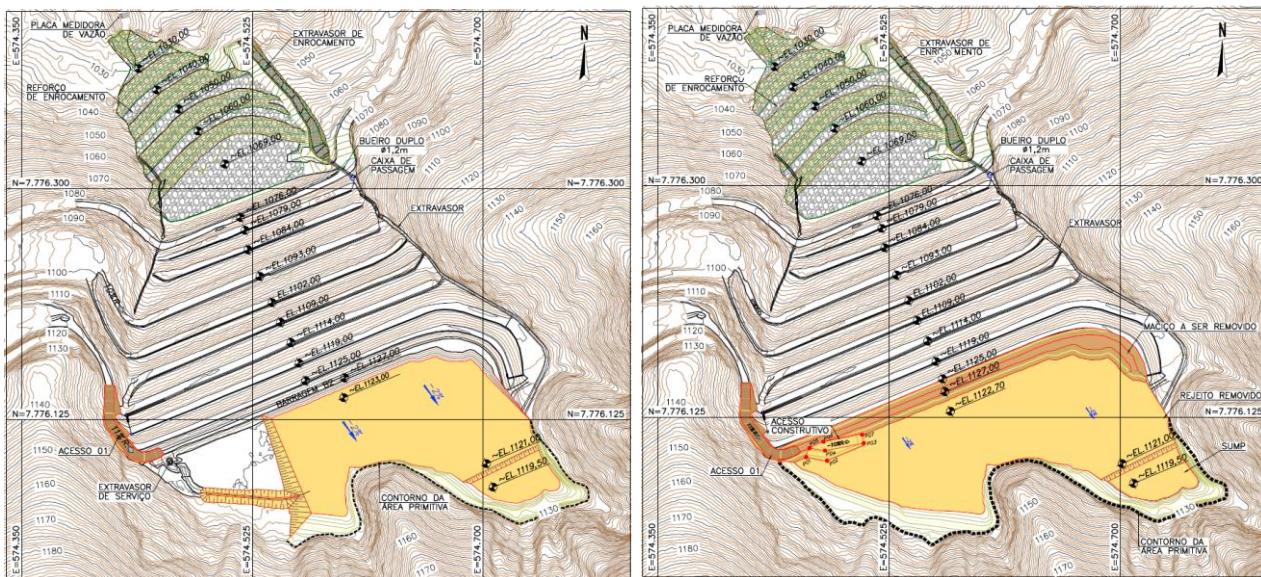


Figura 5.2 – Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente à primeira fase.

Ao término das obras, com a remoção dos rejeitos e maciços de alteamentos até a elevação final de projeto, será realizada a regularização da superfície do reservatório escavada com declividade de 2% para montante. Após essa regularização, será implantada camada de impermeabilização da superfície do reservatório com solo argiloso compactado. Com a conclusão da regularização e impermeabilização do reservatório remanescente, será executado canal de contorno com revestimento em enrocamento, em que toda a base do canal deverá receber camada de geomembrana, de forma a reduzir a percolação, além de proteção com geotêxtil antes de receber os blocos.

Também faz parte das obras a adequação do emboque do sistema extravasor de emergência, em todas as fases de remoção intermediária da barragem.

A execução das obras deverá cumprir com as diretrizes apresentadas na especificação técnica, nos desenhos de projeto e no relatório técnico do projeto executivo. Ressalta-se que as especificações detalhadas no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.677 poderão ser ajustadas conforme experiência adquirida em campo durante a execução das obras, desde que aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Durante a execução de todas as fases deverá ser realizada a remoção e limpeza dos rejeitos do reservatório e alteamentos / maciços até o terreno natural nos encontros com as ombreiras e encosta natural a montante.

As áreas expostas do terreno natural deverão receber recomposição vegetal como forma de proteção contra erosões/ravinamento, sendo que os talvegues remanescentes da limpeza no meio do vale deverão receber proteção com enrocamentos.

O volume a ser escavado de rejeitos no reservatório será de aproximadamente 1.218.122 m³. O volume a ser escavado de aterros compactados dos alteamentos da barragem, também executados com rejeitos, será de aproximadamente 269.587 m³. A soma de todos os materiais a serem removidos durante as obras de descaracterização totalizam aproximadamente 1.487.708 m³.

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

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

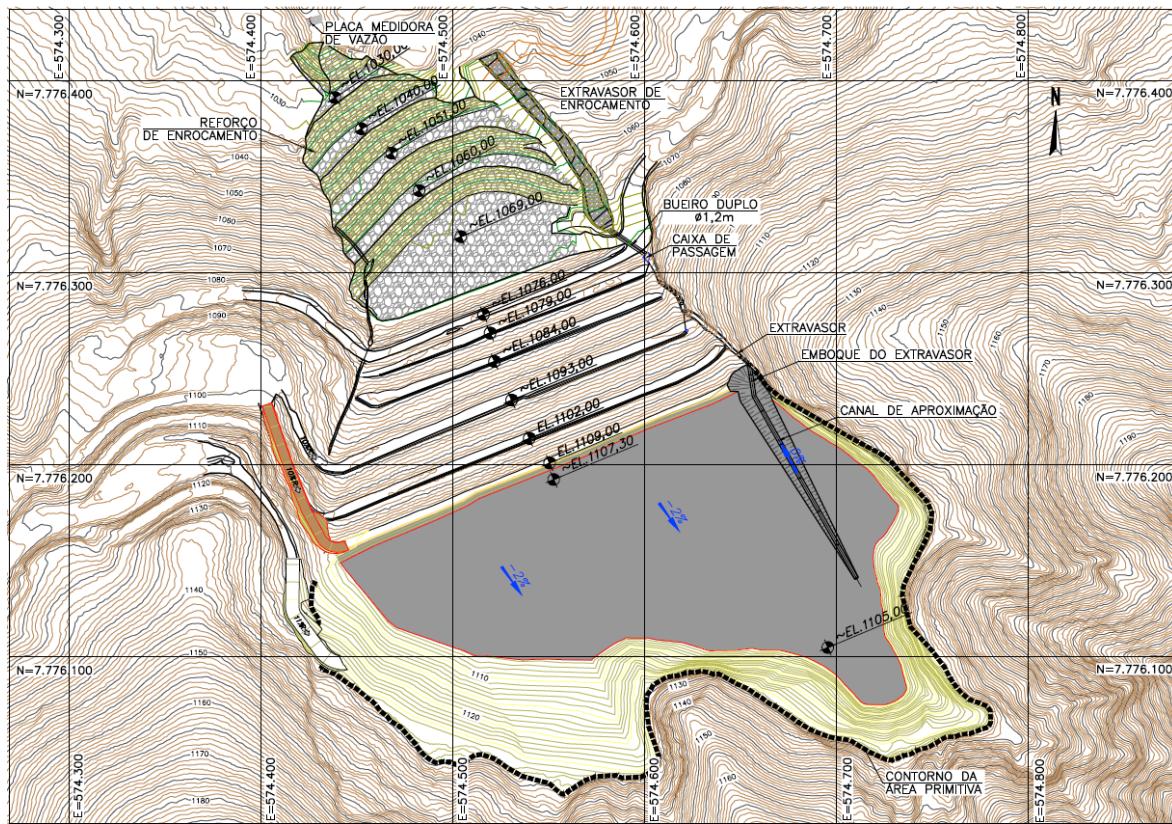


Figura 5.3 – Etapa 1 – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços entre o 11º e 8º alteamentos por montante.

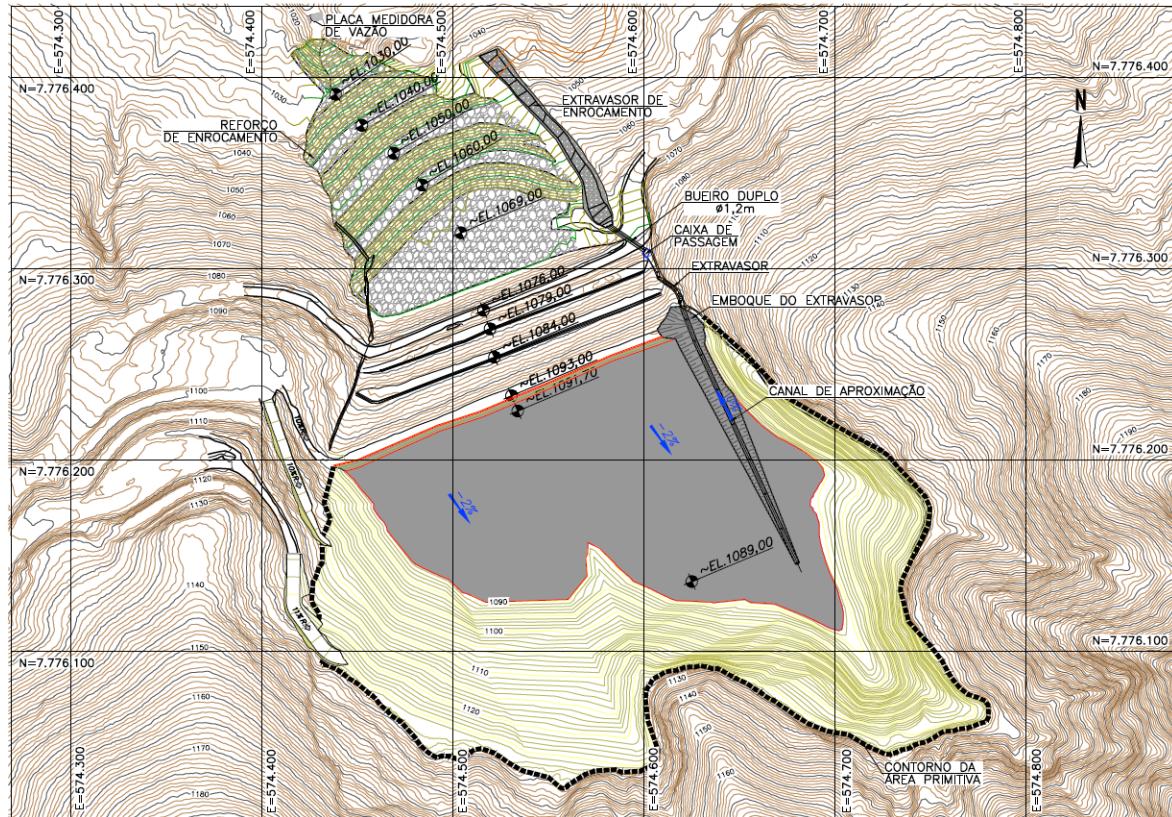


Figura 5.4 – Etapa 2 – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços do 7º e 6º alteamentos por montante.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

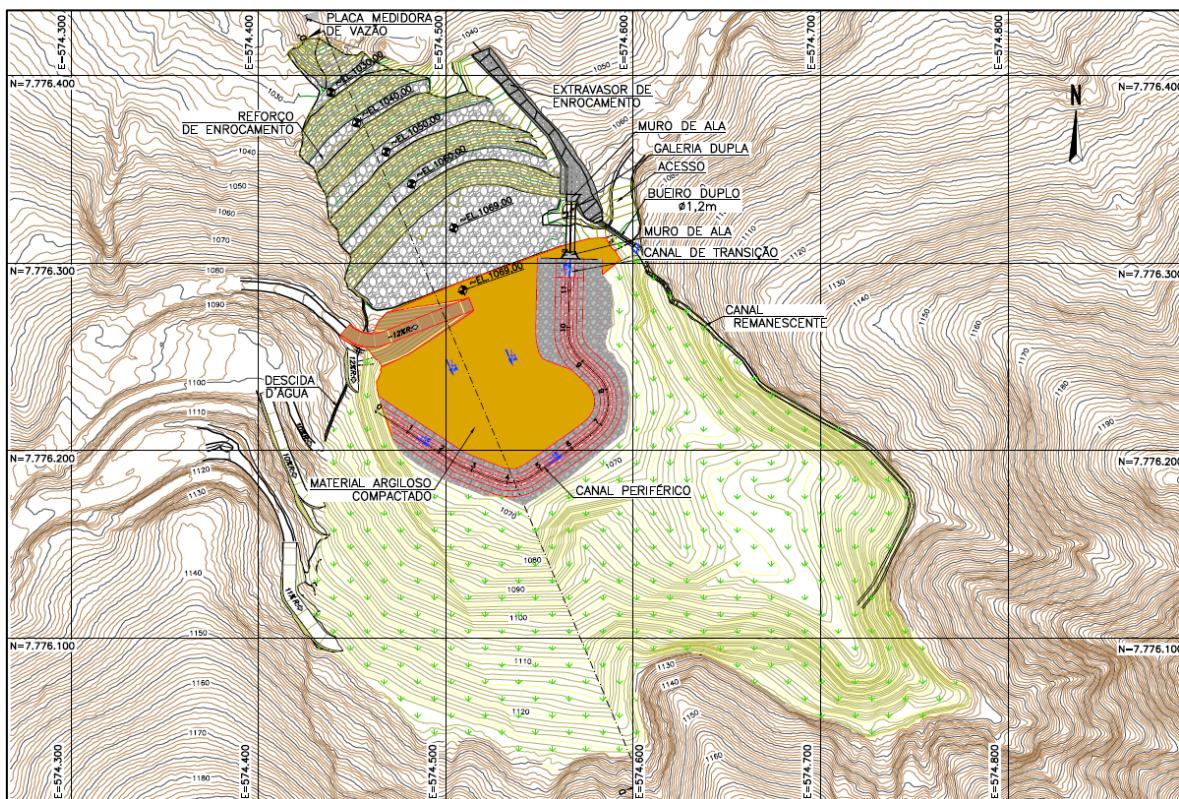


Figura 5.5 – Etapa 3 (Condição Final) – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços entre o 5º e o 2º alteamentos por montante.

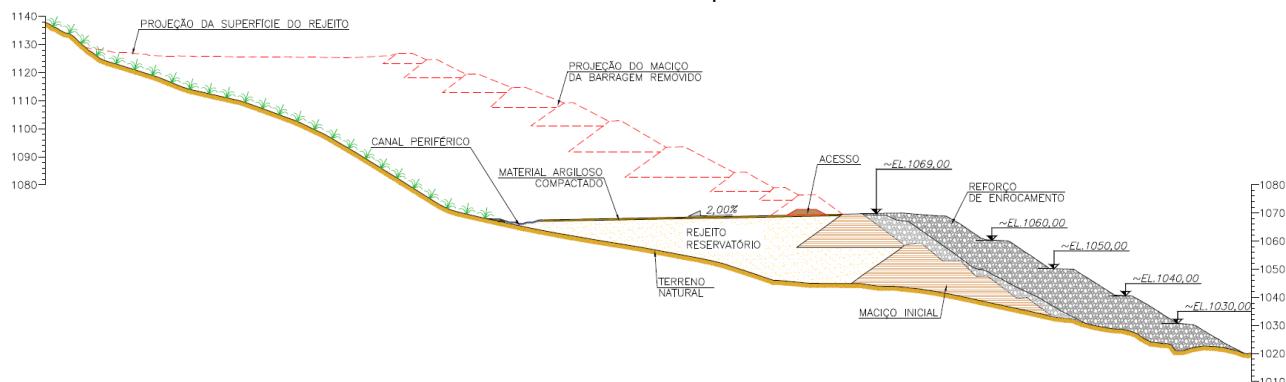


Figura 5.6 – Seção transversal D-D' passando pelo vale após a conclusão da Etapa 3.

5.2 Alterações de Projeto

Durante o período avaliado (agosto a outubro/2025), não foram realizadas alterações no projeto de descaracterização.

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

As condições de controle e manejo das águas pluviais incidentes na bacia de contribuição e sobre o reservatório da barragem, durante as obras de descaracterização, são direcionadas para o

canal extravasor próximo a ombreira direita, com a inclinação direcionada nesse sentido a partir da regularização do reservatório ao final de cada etapa.

5.3.1 Serviços Complementares

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

- a) Manutenção do canal extravasor de emergência existente (ombreira direita) permitindo seu funcionamento como canal de coleta e condução da drenagem da encosta da margem direita. Será necessária a recomposição da seção atual em pedra argamassada à medida que avançam a conclusão das diversas fases intermediárias de descaracterização da estrutura;
- b) Demolição das canaletas e descidas d'água da drenagem superficial;
- c) Remoção do extravasor tubular de serviço. Não se prevê a utilização dessa tubulação durante as obras. Portanto, o tubo deverá ser cortado a maçarico a cada nova fase das obras e receber tamponamento provisório;
- d) Remoção da instrumentação de controle;
- e) Recuperação ambiental dos taludes naturais expostos pela escavação.

5.3.2 Drenagem Superficial

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

Durante as diversas fases de descaracterização, poderá ser implantado um sump operacional próximo ao emboque do sistema extravasor para captação das águas pluviais e/ou de deságue dos rejeitos. O sump, caso exista, deverá ser mantido com o mínimo de acumulação de água possível, devendo ser provido de sistema de bombeamento, caso necessário na fase em que se encontram as obras, que direcionará os fluxos clarificados para o canal do sistema extravasor.

O sistema de bombeamento, caso haja necessidade, será operado à medida da necessidade durante as obras devendo ter capacidade para suportar vazões médias afluentes ao reservatório no período seco uma vez que o extravasor de emergência continuará responsável pela condução dos fluxos gerados em eventos chuvosos extremos.

Antes do fim de cada fase, como atividade que antecede à remoção completa de um dos maciços de alteamento por montante, será ser escavado um canal provisório (canal de aproximação) de conexão do reservatório com o extravasor existente. A elevação do emboque do canal foi definida

em função da capacidade do reservatório de forma que garanta a segurança hidráulica da estrutura nas fases intermediárias.

Será construído um novo trecho do canal extravasor, conforme geometria de projeto, de forma a atender os critérios hidrológicos-hidráulicos exigidos pela legislação de segurança de barragens.

O projeto prevê um canal de contorno no contato com a encosta natural sobre a plataforma final da descaracterização. O canal deverá ter seção trapezoidal dupla com largura total de 13,0 m, taludes com inclinação correspondente a 3H:1V e altura total de 1,25 m em enrocamento. A seção menor com largura inferior de 1,5 m e 0,50 m de altura será responsável por conduzir os fluxos resultantes de cheias até TR 500 anos e a seção maior para as vazões até a CMP. Os blocos devem ser compostos por rocha sã de gnaisse ou itabirito compacto com D50 de 15 cm e espessura final de 30 cm. Toda a base do canal deverá receber camada de geomembrana (Nortene com espessura de 1 mm ou similar), com possibilidade de reaproveitamento do material removido das etapas anteriores. Esta impermeabilização terá a função de evitar a percolação para o rejeito remanescente ao longo da calha do canal de contorno e deverá ser protegida com geotêxtil antes de receber o revestimento de enrocamento.

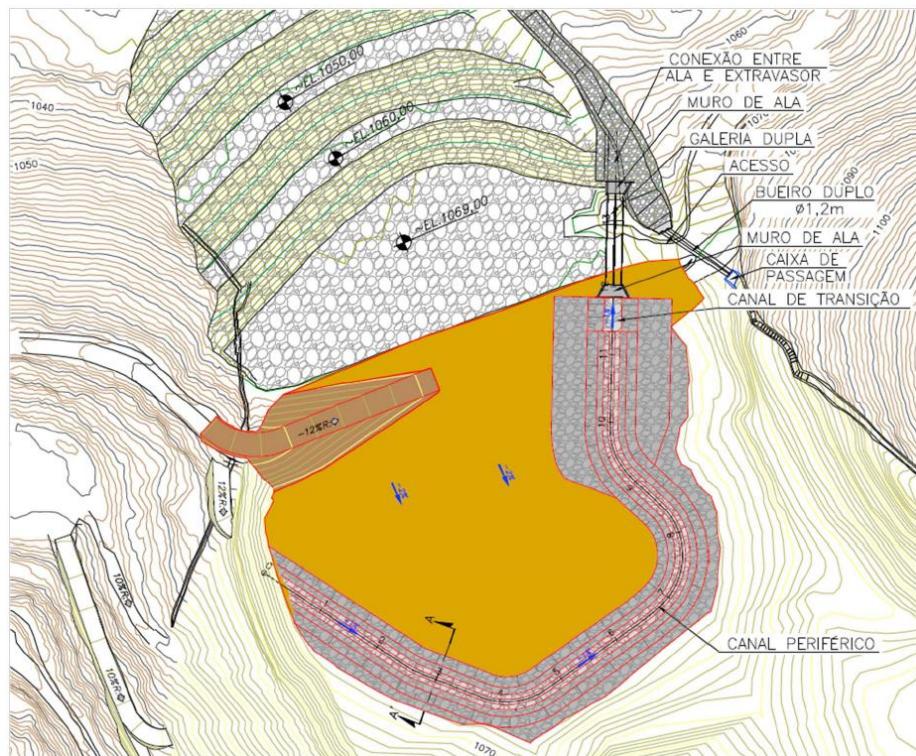


Figura 5.7 - Canal de contorno – Planta

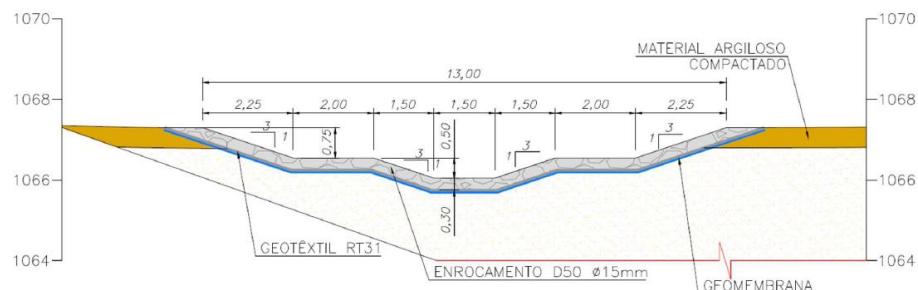


Figura 5.8 - Canal de contorno – Seção tipo A-A'

Os fluxos conduzidos pelo canal serão direcionados a uma galeria dupla de aduelas pré-moldadas em concreto armado com dimensões de 2,0 m x 2,0 m e deságue no trecho final do canal extravasor de emergência atual construído em enrocamento com D50 de 60 cm.

O aporte subterrâneo na área da Barragem B2 é irrelevante, visto que existe um poço de bombeamento instalado à jusante, na Barragem B1 Auxiliar, e os instrumentos de monitoramento de nível d'água e piezometria nunca apontaram um elevado N.A. na estrutura. O monitoramento pós-obra de descaracterização prevê a continuidade da instrumentação para controle do nível d'água subterrâneo.

5.4 Riscos Geológicos-Geotécnicos

Em função do desconhecimento do “as built” das diversas etapas construtivas dos alteamentos da Barragem B2 – Mina Tico-Tico, não se pode garantir que a topografia primitiva reconstituída, apresentada no desenho IPE.OP.DE.8000.GT.20.709, inferida a partir de furos de sondagem, representa fidedignamente a morfologia da encosta natural final após as intervenções para a remoção dos rejeitos dispostos e dos maciços dos alteamentos.

Desta forma, os eventuais efeitos do desconfinamento ou até mesmo devido a escavações realizadas na época de construção da barragem para ampliar o reservatório ou como área de empréstimo local poderão exigir projetos específicos e obras complementares de estabilização. Atualmente, existe uma superfície de escorregamento, do tipo circular, aberta na encosta natural situada a montante do reservatório da barragem, na sua margem esquerda. No local ocorrem os filitos cinza prateado, com lentes de quartzito ferruginoso (Figura 5.9).



Figura 5.9 – Filito da Formação Cercadinho no local do escorregamento.

A direção dos planos de xistosidade é, aproximadamente, leste – oeste, com mergulho de cerca de 50° a 60° para sul, ou seja, para dentro da encosta (montante).

A cunha de escorregamento é superficial, pouco profunda, e provavelmente ocorreu devido à escavação de um acesso no pé da encosta, circundando o reservatório, com taludes muito íngremes, o que provocou a instabilidade.



Figura 5.10 – Vista do escorregamento situado na encosta a montante do reservatório.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



Figura 5.11 – Imagem de satélite delimitando a área onde se desenvolveu a superfície de escorregamento.

Durante o mês de julho/2024 foi executada uma berma de equilíbrio em enrocamento (Foto 5-1) e de forma a estabilizar a massa rompida localizada na encosta a montante próximo a ombreira esquerda. Em outubro de 2024, a berma foi ampliada até os pontos da descida da drenagem superficial de modo a proteger o ponto de deságue.

Além da berma, em outubro/2024 foi concluída a instalação de dispositivos de drenagem superficial (Foto 5-2) no contato entre a cunha de ruptura e o terreno natural de forma a reduzir a infiltração de água e assim reduzir a saturação do material e consequentemente, possíveis movimentações.



Foto 5-1 – Berma de equilíbrio em enrocamento na encosta próxima a ombreira esquerda.



Foto 5-2 – Dispositivos de drenagem superficial no contato da cunha de ruptura com o terreno natural, na margem esquerda.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



Foto 5-3 – Detalhe da berma de equilíbrio em enrocamento na encosta na margem esquerda.



Foto 5-4 – Detalhe da berma de equilíbrio em enrocamento na encosta na margem esquerda.

Entre 31 de julho e 01 de agosto se deu o início a intervenção na ombreira esquerda, seguindo o recomendado na Nota Técnica IPE.OP.RL.8000.GT.20.1249 elaborada pela Terracota. Está sendo realizado adequação e remoção do material solto na superfície da encosta até encontrar contato com o filito (Foto 5-5).

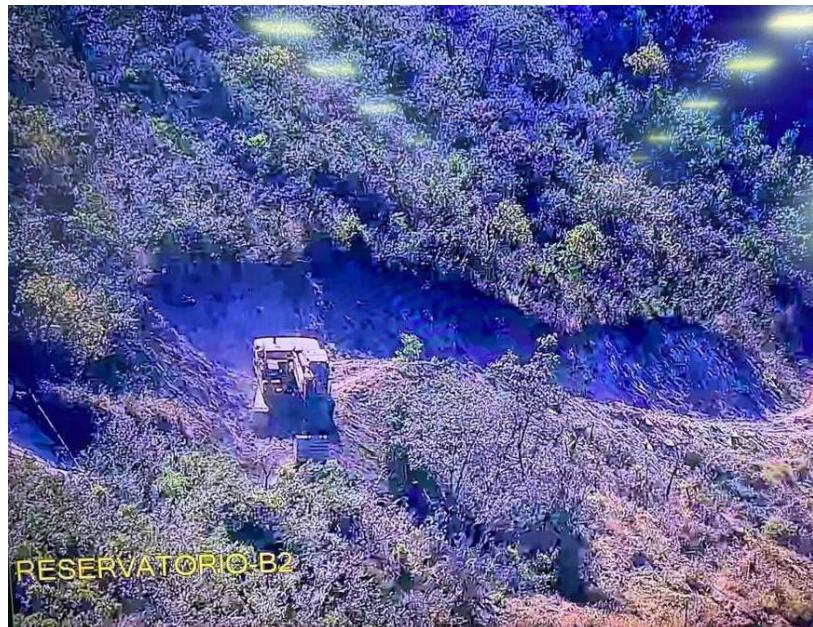


Foto 5-5 – Início da regularização na encosta ombreira esquerda

No mês de agosto, foi dada a sequência na tratativa da ombreira esquerda com a finalização do descarregamento do material solto, a atividade foi finalizada e a situação atual pode ser conferida na Foto 5-6. Nos próximos meses será aplicada a solução de bioengenharia no local, de acordo com a Nota Técnica mencionada.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



Foto 5-6 - Ombreira Esquerda regularizada com material superficial removido

A região era monitorada através de 13 marcos superficiais, que foram todos removidos no mês de julho/25 para início das obras de regularização da encosta.

A seguir, são apresentados os históricos de deslocamentos dos marcos de monitoramento da encosta, até o início das obras no local e retirada dos instrumentos.

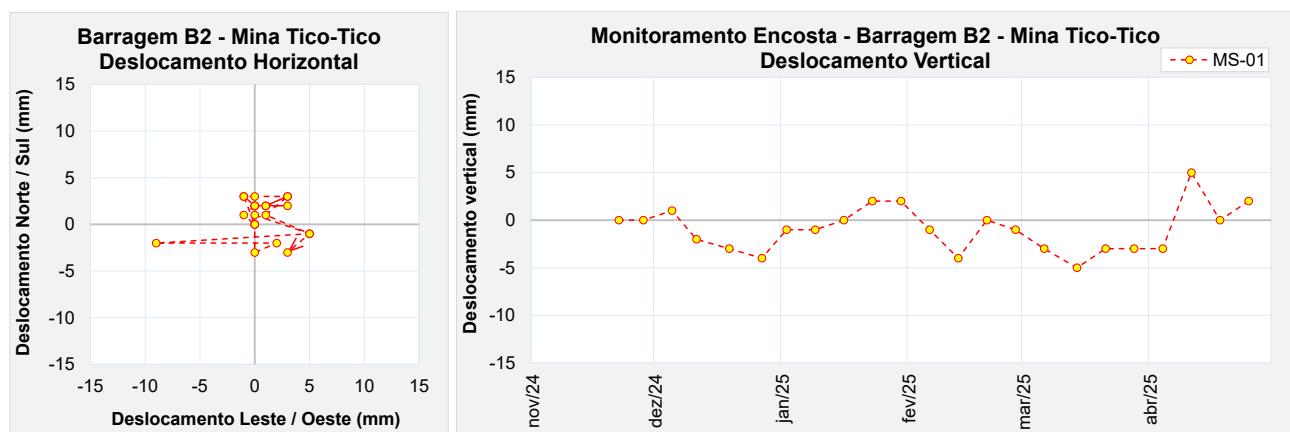


Figura 5.12 – **Histórico do marco de controle de monitoramento da encosta – MS-01.**

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

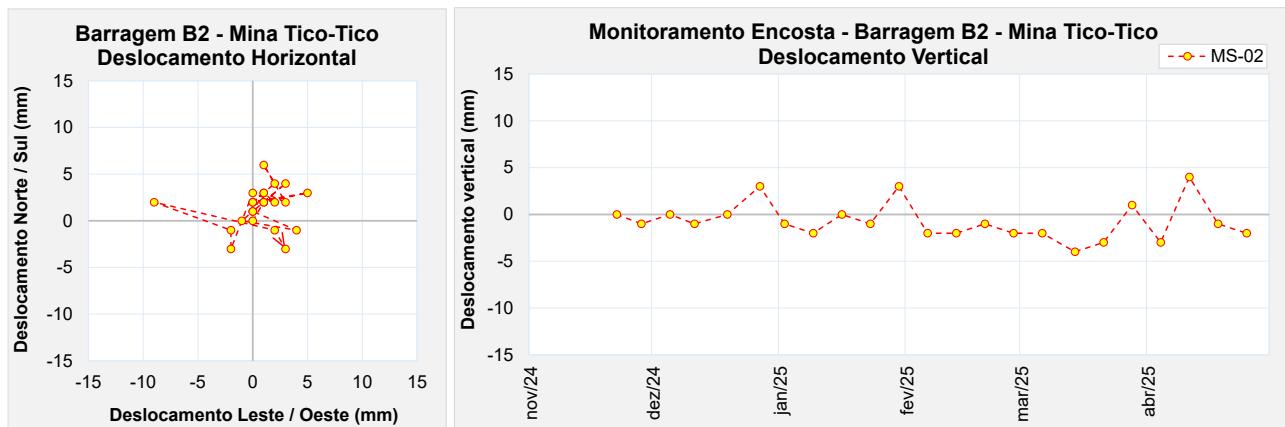


Figura 5.13 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-02.

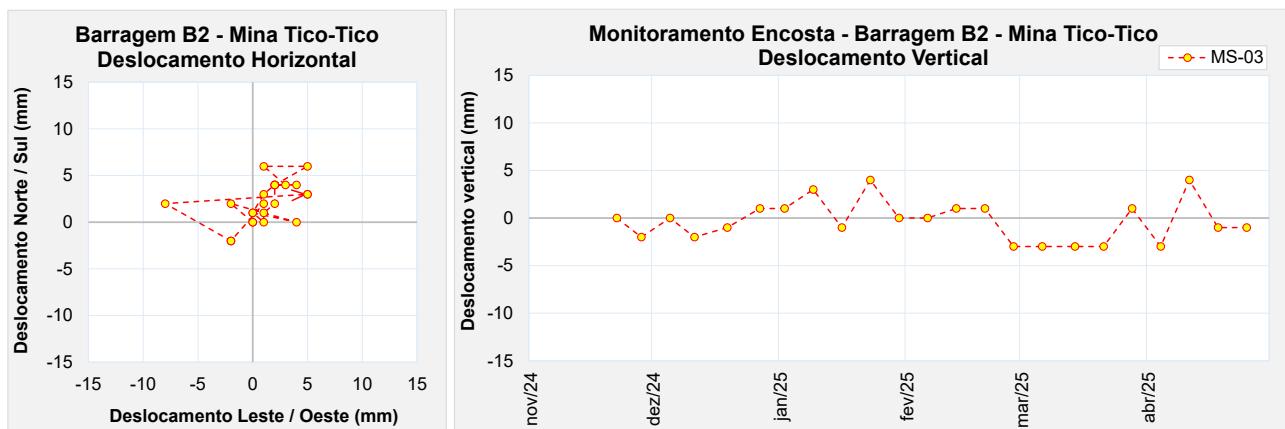


Figura 5.14 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-03.

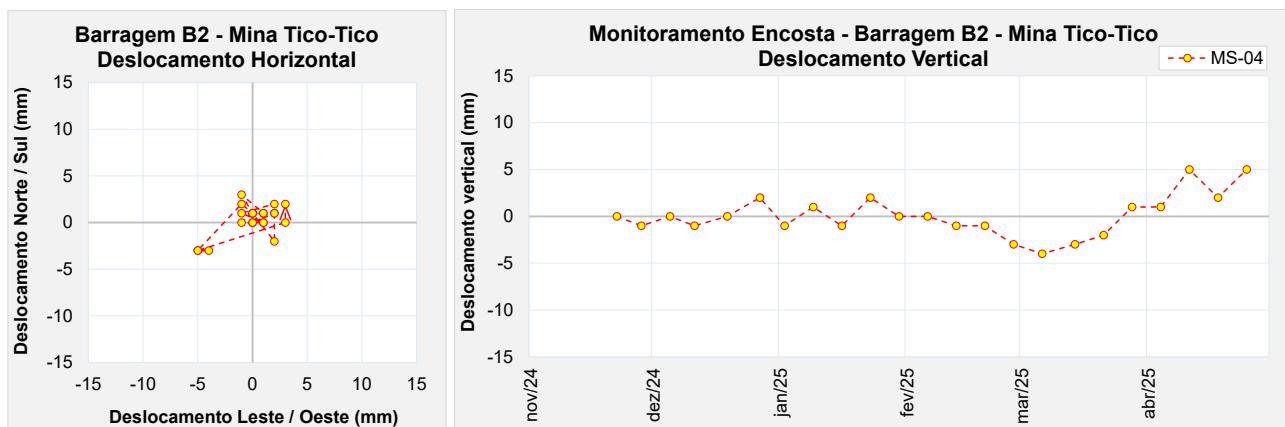


Figura 5.15 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-04.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

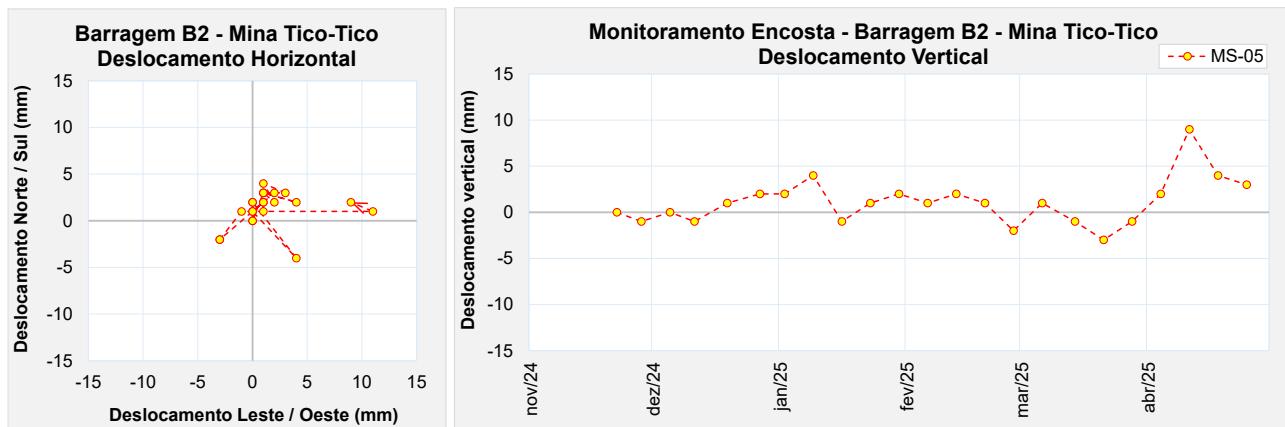


Figura 5.16 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-05.

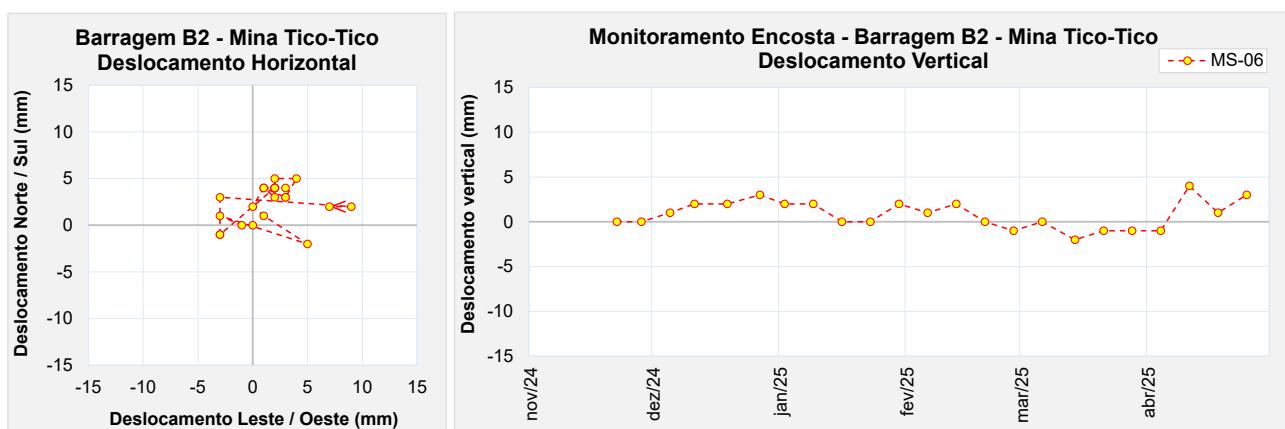


Figura 5.17 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-06.

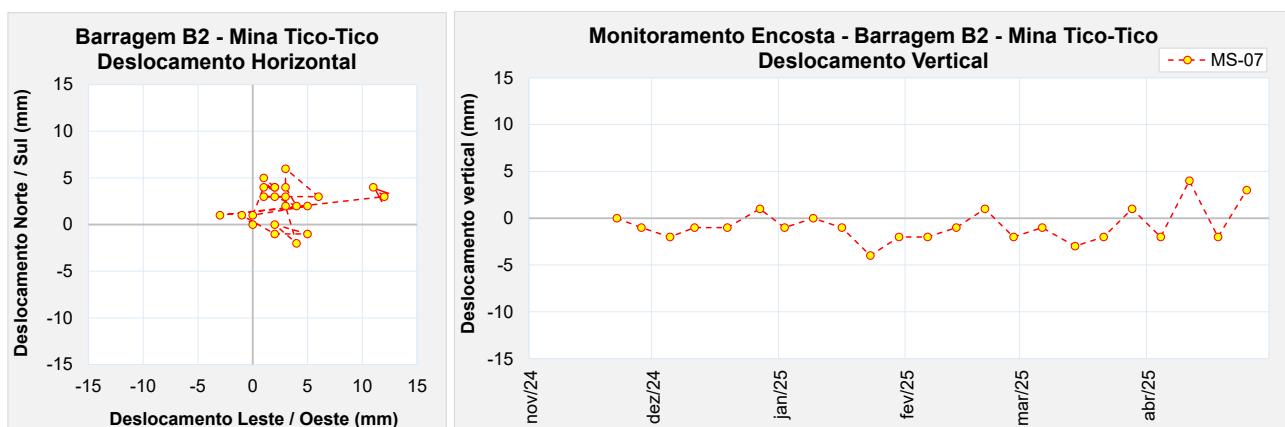


Figura 5.18 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-07.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

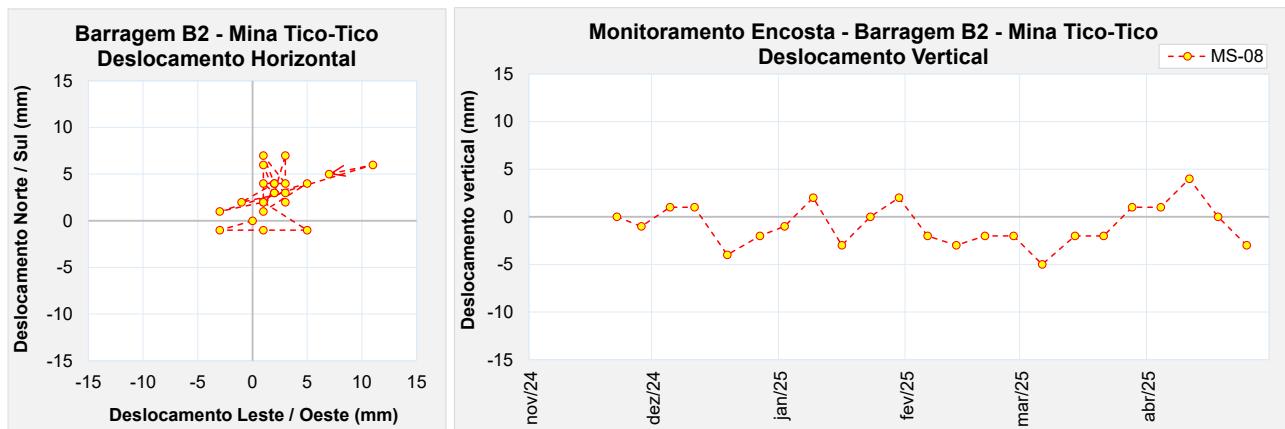


Figura 5.19 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-08.

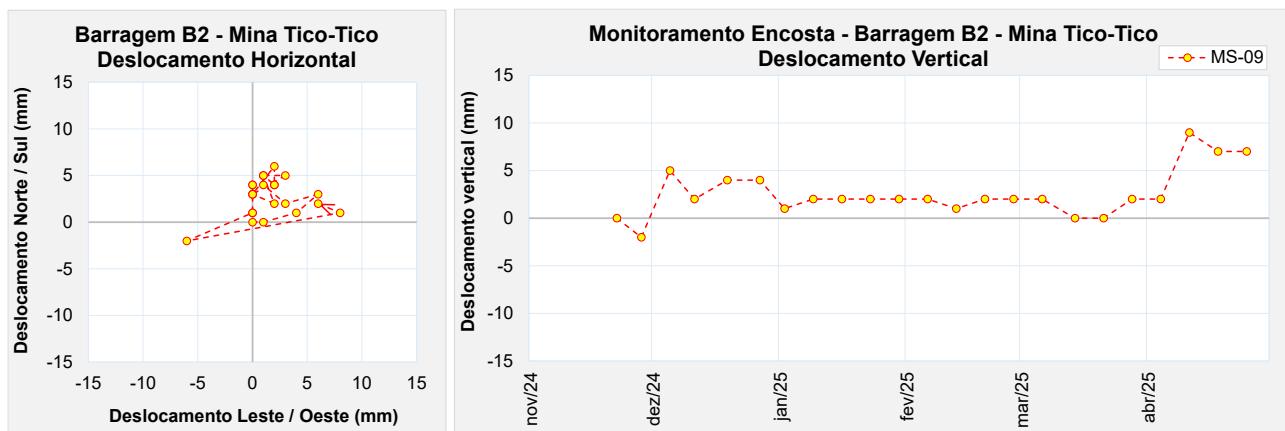


Figura 5.20 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-09.

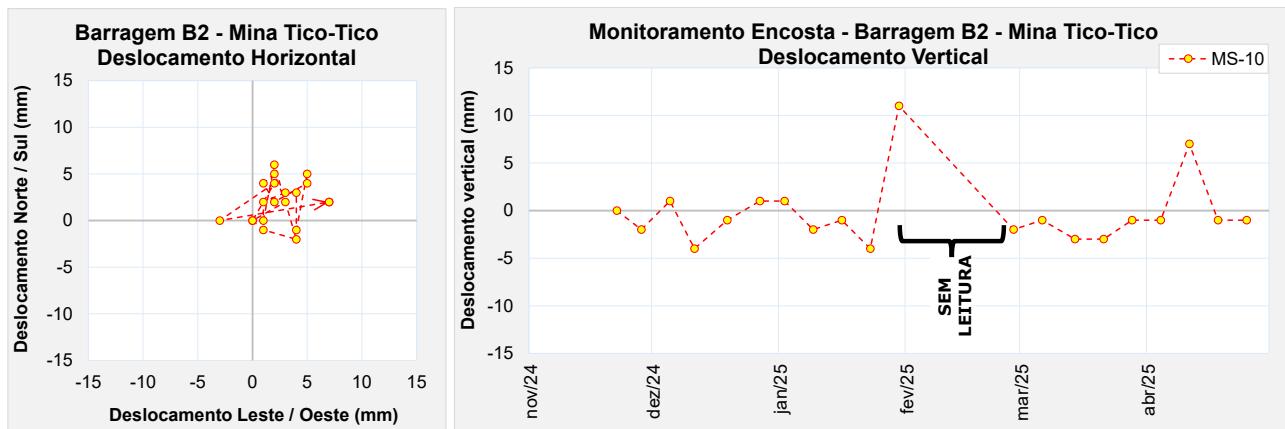


Figura 5.21 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-10.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

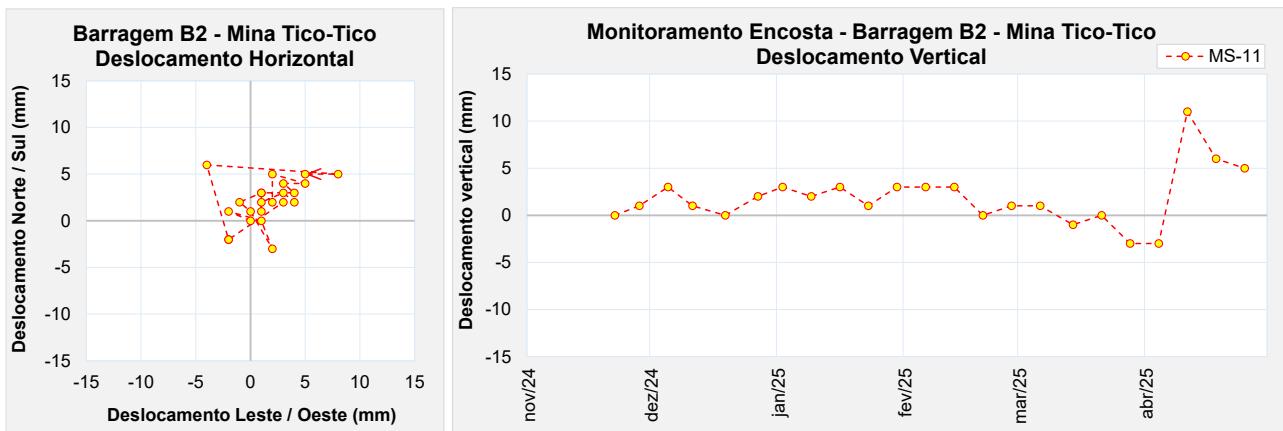


Figura 5.22 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-11.

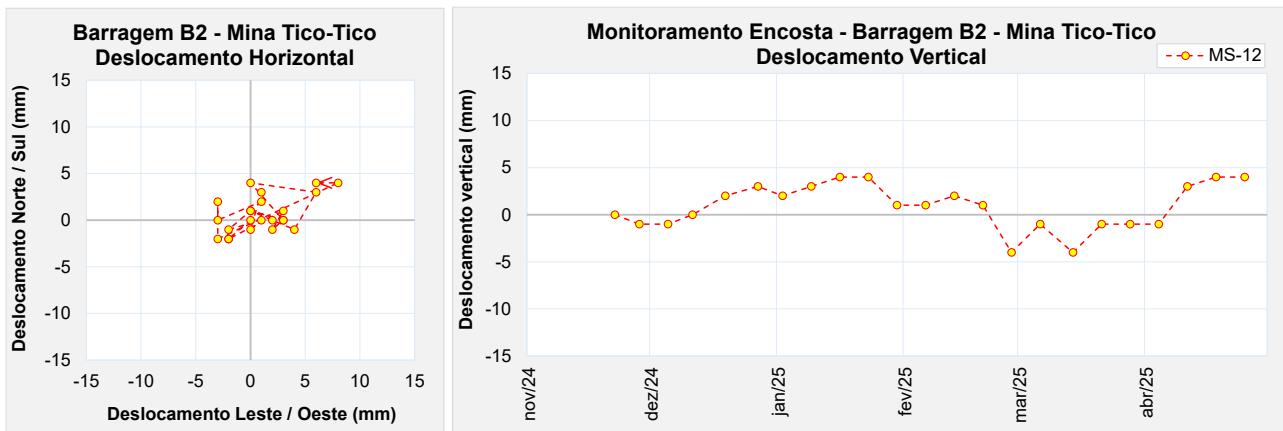


Figura 5.23 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-12.

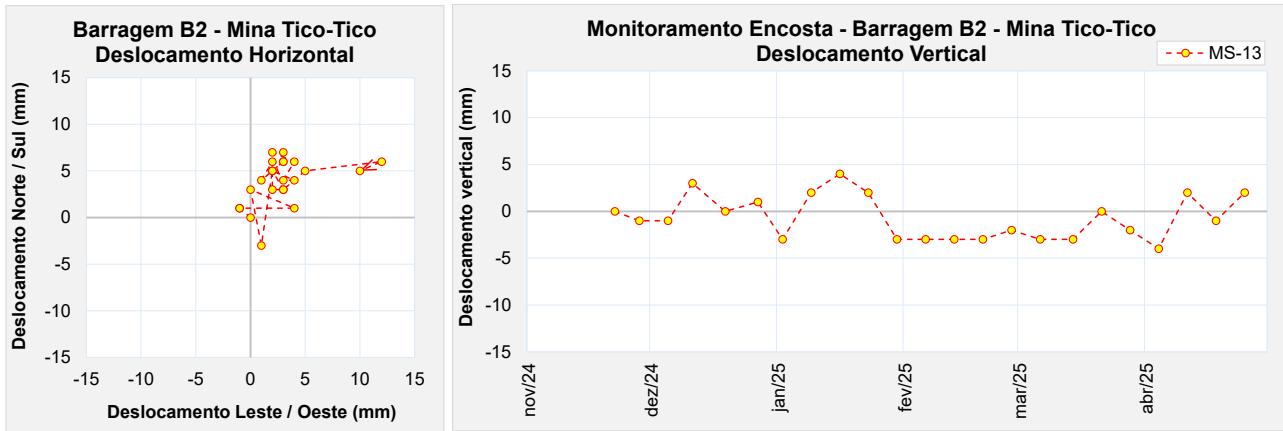


Figura 5.24 – Histórico do Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-13.

Os dados históricos indicavam um comportamento similar aos apresentados pelos marcos instalados no maciço da estrutura, verificando movimentações verticais e horizontais pequenas. Os valores acumulados observados até 25/04/2025, horizontais menores que 12 mm, predominantemente na direção NE, e verticais menores que 7 mm, são em parte devidos, provavelmente, aos erros normais de leitura (“serrilhado”), em função da referência de nível e

do equipamento utilizado e sua precisão.

Na ombreira direita, durante o mês de novembro de 2024 foram instalados perfis metálicos e grades metálicas (Foto 5-7 e Foto 5-8) sobre o canal extravasor de emergência, como medida preventiva contra uma possível obstrução do canal, caso ocorra movimentação de material da encosta.



Foto 5-7 – Grades metálicas instaladas sobre o canal extravasor de emergência.



Foto 5-8 – Grades metálicas instaladas sobre o canal extravasor de emergência.

Devido ao avanço das obras durante o período de avaliação do relatório, o canal de emergência abaixo da encosta da ombreira direita foi desativado. Na sequência, foi dado início à adequação do novo emboque do canal extravasor, o qual não será afetado pela região de instabilidade na encosta da ombreira. Em função disso, em julho/2025, a empresa Terracota elaborou uma Nota Técnica IPE.OP.RL.8000.GT.20.1249 com a solução para a regularização do local. A intervenção teve início no dia 17/07/2025 e segue as atividades de acordo com a Nota supracitada. Foi realizada a retirada do material solto no local, conforme Foto 5-10, e, no momento, está em avaliação a melhor solução de bioengenharia que será aplicada no local nos próximos meses para estabilização e regularização da área.



Foto 5-9 - Remoção do material solto e conformação da encosta na Ombreira Direita



Foto 5-10 - Situação atual pós-retirada do material solto na encosta O.D.

5.5 Estabilidade Física e Química das estruturas remanescentes

5.5.1 Estabilidade Física

No contexto do processo de descaracterização da barragem B2 Tico Tico, a estabilidade física da estrutura remanescente é confirmada através dos fatores de segurança calculados em projeto. Atualmente, para controle de deslocamento em superfície, a barragem conta com 13 marcos superficiais de controle. Além disso, está sendo estudado o controle de monitoramento na encosta com marcos superficiais após as intervenções de reforço com regularização e estabilidade do local. Esse monitoramento continuará na estrutura remanescente no período pós-obra de no mínimo 2 anos.

5.5.2 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-obra 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.

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

A Mineração Morro do Ipê possui um trâmite rígido de treinamentos teóricos e práticos para capacitação e mobilização dos empregados envolvidos na obra de descaracterização. São

adotadas as seguintes medidas para assegurar a integridade física e a saúde dos trabalhadores envolvidos nas obras de descaracterização:

- Treinamentos e Capacitações
 - Treinamento inicial e periódico sobre os riscos específicos da obra, incluindo instabilidade geotécnica, movimentação de equipamentos pesados e exposição a agentes químicos.
 - Simulados de emergência do PAEBM, com foco em evacuação, primeiros socorros e resposta a acidentes.
 - Capacitação em uso de EPIs, com verificação de conformidade e funcionalidade dos equipamentos.
- Programa de Comunicação de Riscos
 - Sinalização de áreas de risco, mapas de evacuação, pontos de encontro, todos informados durante treinamentos obrigatórios.
 - Reuniões diárias de DDS (Diálogo Diário de Segurança) com atualização sobre condições operacionais e alertas.
 - Disponibilização de canal direto de comunicação entre trabalhadores e equipe de segurança para reporte de situações de risco.
- Protocolos Operacionais
 - Controle de acesso à barragem, mediante autorização e verificação de capacitação, implementada pelo PAEBM, via guarita controlada por equipe de segurança externa contratada.
 - Monitoramento contínuo das condições geotécnicas da estrutura pela equipe da Geotecnia.
 - Plano de resposta a emergências, com brigada treinada e recursos disponíveis no canteiro de obras.
- Saúde Ocupacional
 - Realização de exames médicos periódicos e acompanhamento clínico dos trabalhadores.
 - Disponibilização de ambulância e equipe de primeiros socorros no local.
 - Ações de promoção da saúde, como campanhas de vacinação e prevenção de doenças ocupacionais.
- Auditorias e Inspeções
 - Inspeções constantes realizadas pela equipe de saúde e segurança do trabalho para fiscalização das condições.

- Auditorias internas mensais para verificação da conformidade com os protocolos estabelecidos.
- Registro e acompanhamento de não conformidades e ações corretivas.

6. Obras de Descaracterização

As obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico foram iniciadas em 28/06/2024, com o acompanhamento das obras em um primeiro momento realizado pela própria equipe de geotecnia da MMI até a conclusão da mobilização do ATO da projetista. Em 07/08/24, o acompanhamento das obras passou a ser realizado pelo engenheiro civil/geotécnico Robert Adriano de Souza, da Terracota Consultoria e Projetos Ltda. O registro dos serviços está sendo realizado por meio de relatório diário de obra (RDO) com descrição das atividades e imagens ilustrativas.

Como pode ser verificado nas imagens apresentadas no item 6.1, as obras estão sendo executadas com escavadeiras, caminhões e, eventualmente, um rompedor, devido à quantidade de blocos de grandes dimensões presentes no reservatório.

Os materiais removidos estão sendo enviados para a planta de beneficiamento da Mina Tico-Tico para serem reprocessados, o trajeto é apresentado na Figura 6.1.

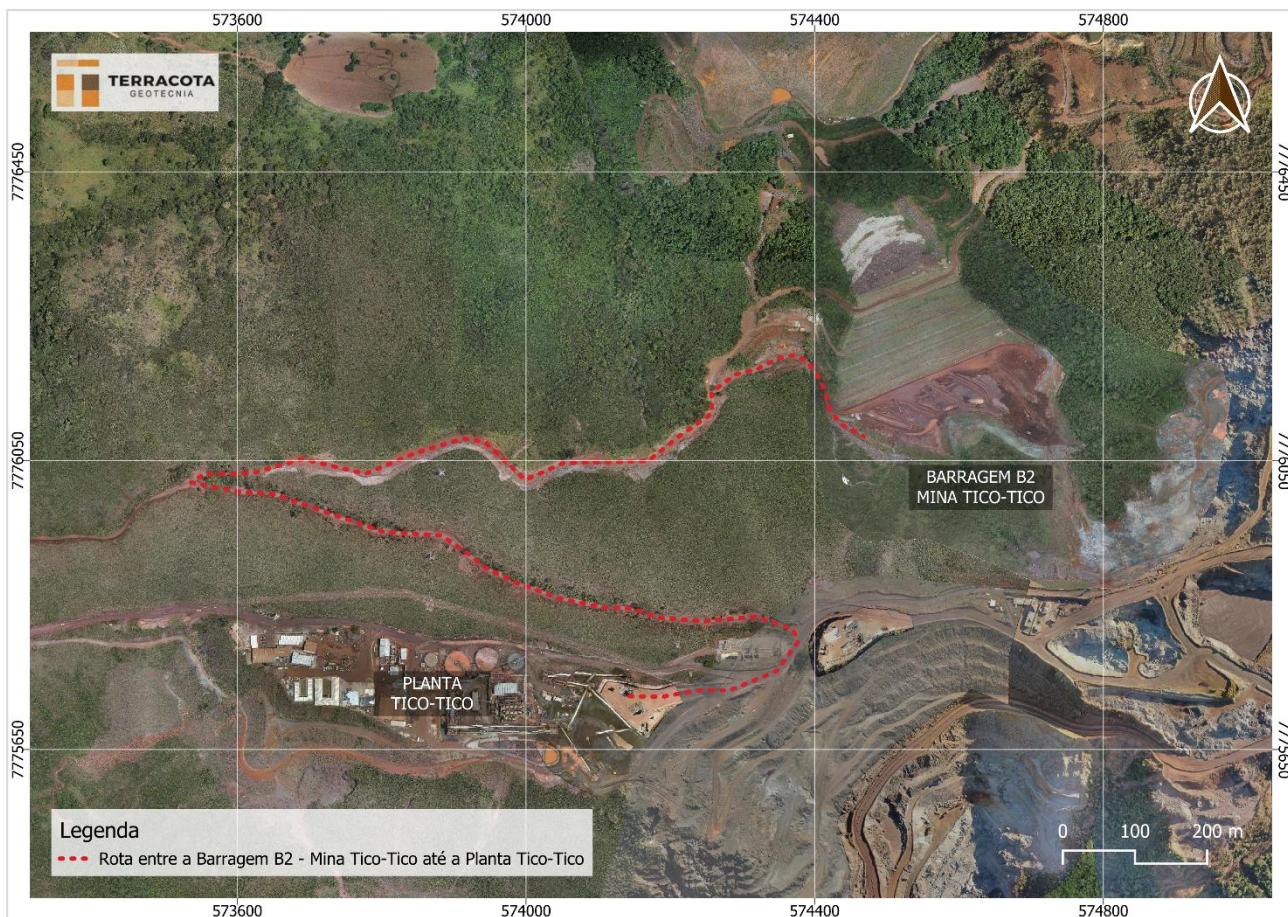


Figura 6.1 – Rota entre a Barragem B2 – Mina Tico-Tico e a Planta Tico-Tico.

O profissional responsável pelo ATO da Barragem B2, Alex Pereira, da empresa Terracota, realizou o acompanhamento das obras durante os meses de avaliação (agosto a outubro/2025) e, ao final de cada mês, foi emitido relatório mensal de acompanhamento técnico das obras, apresentando uma compilação dos relatórios diários de obra e discretizando as atividades realizadas no período avaliado.

6.1 Memorial Descritivo

Durante o período avaliado (agosto a outubro/2025) as obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico seguiram normalmente.

6.1.1 Acompanhamento das Obras

A seguir é apresentado um resumo dos RDOs emitidos com indicação do período de execução de cada atividade.

Tabela 6-1 – Resumo dos RDOs – período entre agosto/2025 e outubro/2025.

PERÍODO		SERVIÇOS
INÍCIO	FIM	
01/08/25	Em andamento	Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A;
01/08/25	11/08/25	Remoção de rejeito do reservatório, remanescente das fases prévias da Etapa 1, de modo a atingir o terreno natural próximo ao trecho do canal extravasor na ombreira direita, que se encontra obsoleto;
13/08/25	Em andamento	Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência Etapa 1 – Fase 4B;
13/08/25	Em andamento	Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B;
25/08/25	28/08/25	Rebaixamento dos instrumentos na área de abrangência da obra de descaracterização.
01/09/25	03/09/25	Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda;
01/09/25	10/09/25	Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência Etapa 1 – Fase 4B;
01/09/25	Em andamento	Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B;
04/09/25	Em andamento	Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A;
05/09/25	10/09/25	Reconstituição da parede do canal de contorno no desemboque do canal de conexão referente à fase anterior (Etapa 1 - Fase 3);
11/09/25	17/09/25	Aplicação de manta cimentícia na região próxima da conexão entre o canal de aproximação e o canal extravasor de emergência;
18/09/25	19/09/25	Rebaixamento do instrumento INA-34;
26/09/25	30/09/25	Rebaixamento do acesso ao reservatório na região da ombreira esquerda.
01/10/25	08/10/25	Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B;
01/10/25	14/10/25	Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A;
01/10/25	15/10/25	Cominuição e reposicionamento de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda;
14/10/25	15/10/25	Regularização do piso do reservatório;
16/10/25	17/10/25	Sem atividades referentes à obra de descaracterização;
17/10/25	27/10/25	Realização de escavações complementares no reservatório;
24/10/25	24/10/25	Rebaixamento de instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19);
28/10/25	28/10/25	Sem atividades referentes à obra de descaracterização;
29/10/25	Em andamento	Rebaixamento e revestimento do emboque do canal de conexão ao extravasor.

6.1.2 Sequência Construtiva e Detalhamento das Obras Realizadas

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

Tabela 6-2 – Cronologia das atividades executadas – período entre agosto/2025 a outubro/2025.

MÊS	ATIVIDADES REALIZADAS
Agosto 2025	Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A; Remoção de rejeito do reservatório, remanescente das fases prévias da Etapa 1, de modo a atingir o terreno natural próximo ao trecho do canal extravasor na ombreira direita, que se encontra obsoleto; Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência Etapa 1 – Fase 4B; Remoção do maciço do 8º alteamento Etapa 1 – Fase 4B; Rebaixamento dos instrumentos PZ-19, INA-26, INA-38, INA-16, PZ-03, INA-30, PZ-23 e INA-15.
Setembro 2025	Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda; Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência Etapa 1 – Fase 4B; Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B; Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A; Reconstituição da parede do canal de contorno no desemboque do canal de conexão referente à fase anterior (Etapa 1 - Fase 3); Aplicação de manta cimentícia na região próxima da conexão entre o canal de aproximação e o canal extravasor de emergência; Rebaixamento do instrumento INA-34; Rebaixamento do acesso ao reservatório na região da ombreira esquerda.
Outubro 2025	Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B; Remoção do rejeito do reservatório da Etapa 1 - Fase 4A; Cominuição e reposicionamento de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda Regularização do piso do reservatório; Realização de escavações complementares no reservatório; Rebaixamento de instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19); Rebaixamento e revestimento do emboque do canal de conexão ao extravasor.

6.1.2.1 Remoção do rejeito do reservatório



Foto 6-1 - Remoção do rejeito do reservatório –
Etapa 1 – Fase 4A.



Foto 6-2 - Remoção do rejeito do reservatório –
Etapa 1 – Fase 4A.



Foto 6-3 - Remoção do rejeito do reservatório –
Etapa 1 – Fase 4A.



Foto 6-4 - Remoção do rejeito do reservatório –
Etapa 1 – Fase 4A.

6.1.2.2 Execução de canal de aproximação do extravasor de emergência referente à Etapa 1 – Fase 4B



Foto 6-5 - Execução do canal de aproximação do
extravasor de emergência – Etapa 1 – Fase 4B.



Foto 6-6 - Execução do canal de aproximação do
extravasor de emergência – Etapa 1 – Fase 4B.

6.1.2.3 Remoção do maciço do 8º alteamento referente à Etapa 1 – Fase 4B



Foto 6-7 - Remoção do maciço do 8º alteamento – Etapa 1 – Fase 4B.



Foto 6-8 - Remoção do maciço do 8º alteamento – Etapa 1 – Fase 4B.

6.1.2.4 Rebaixamento dos instrumentos na área de abrangência da obra de descaracterização



Foto 6-9 - Instrumentos rebaixados – INA-26 e PZ-19.



Foto 6-10 - Instrumento rebaixado - INA-20.

6.1.2.5 Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda



Foto 6-11 - Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda.



Foto 6-12 - Cominuição de blocos na encosta natural próxima à margem esquerda.

6.1.2.6 Reconstituição da parede do canal de contorno no desemboque do canal de conexão referente à fase anterior (Etapa 1 - Fase 3)



Foto 6-13 - Reconstituição da parede do canal de contorno em pedra argamassada.



Foto 6-14 - Reconstituição da parede do canal de contorno em pedra argamassada.

6.1.2.7 Aplicação de manta cimentícia na região próxima da conexão entre o canal de aproximação e o canal extravasor de emergência



Foto 6-15 - Aplicação de manta cimentícia em parte do canal de aproximação.



Foto 6-16 - Aplicação de manta cimentícia em parte do canal de aproximação.

6.1.2.8 Rebaixamento do instrumento INA-34



Foto 6-17 - Instrumento rebaixado – INA-34.



Foto 6-18 - Instrumento rebaixado - INA-34.

6.1.2.9 Rebaixamento do acesso ao reservatório na região da ombreira esquerda



Foto 6-19 - Rebaixamento do acesso ao reservatório na região da ombreira esquerda.

6.1.2.10 Cominuição e reposicionamento de blocos na região dos talvegues



Foto 6.20 – Cominuição de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda.



Foto 6.21 – Cominuição de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda.



Foto 6.22 – Reposicionamento de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda.

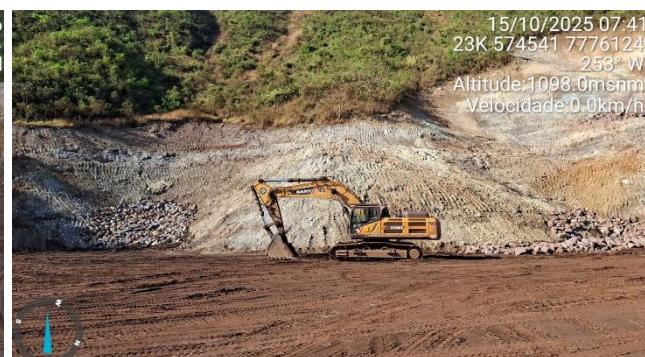


Foto 6.23 – Reposicionamento de blocos na região dos talvegues próximos à margem esquerda.

6.1.2.11 Regularização do piso do reservatório

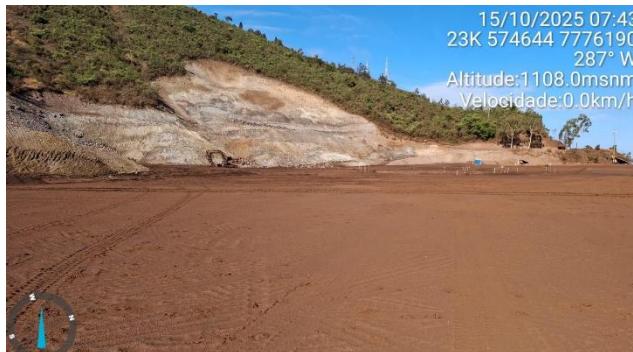


Foto 6.24 – Regularização do piso do reservatório.



Foto 6.25 – Visão geral do reservatório.

6.1.2.12 Escavações complementares na região do reservatório



Foto 6.26 – Escavações complementares no reservatório.



Foto 6.27 – Escavações complementares no reservatório.



Foto 6.28 – Escavações complementares no reservatório.



Foto 6.29 – Escavações complementares no reservatório.

6.1.2.13 Rebaixamento de instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19)



Foto 6.30 – Rebaixamento da instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19).



Foto 6.31 – Rebaixamento da instrumentação instalada no reservatório (INA-26 e PZ-19).

6.1.2.14 Rebaixamento e revestimento do emboque do canal de conexão ao extravasor



Foto 6.32 – Rebaixamento do canal de conexão ao extravasor de emergência.



Foto 6.33 – Rebaixamento do canal de conexão ao extravasor de emergência.



Foto 6.34 – Revestimento do canal de conexão ao extravasor de emergência.



Foto 6.35 – Revestimento do canal de conexão ao extravasor de emergência.

6.1.3 Anomalias Verificadas

Durante o período de agosto a outubro, não foram constatadas anomalias na Barragem B2 pelo profissional responsável pelo ATO da descaracterização.

6.1.4 Não Conformidades

Durante o período avaliado (agosto a outubro/2025), não foram verificadas discrepâncias relevantes entre o executado e o apresentado em projeto, dessa forma não foram emitidos relatórios de não conformidades neste período.

6.1.5 Projeto

Durante o mês de outubro de 2025, foram finalizadas as atividades da Etapa 1 e início da Etapa 2. Foram executadas escavações complementares no reservatório e rebaixamento do emboque do canal de conexão ao extravasor, de modo que seja possível prosseguir com a remoção do rejeito do reservatório em intervalos de estiagem durante o período chuvoso 2025/2026.

De acordo com o verificado na sequência construtiva presente no relatório do projeto executivo (IPE.OP.RL.8000.GT.20.676), os serviços até então realizados, e em andamento, são:

Serviços Preliminares

- Instalação e operação de poço de rebaixamento seguindo orientações da empresa Water Services que desenvolveu os estudos hidrogeológicos;
- Estabilização da encosta próximo ao extravasor de serviço (ombreira esquerda);
- Remoção da geomembrana de impermeabilização do reservatório;
- Locação e demarcação da Fase 1 das obras de descaracterização;

Etapa 1 - Fase 1 – Remoção Parcial do Rejeito do Reservatório e do Maciço do 11º

Alteamento

- Execução de *sump* operacional, locado na porção de montante do reservatório, próximo ao sistema extravasor de emergência localizado na ombreira direita, com fundo na elevação 1.123,00 m e aprofundando até a elevação 1.119,00 m;
- Remoção do rejeito do reservatório em camadas de aproximadamente 2,0 m de espessura, com avanços a partir do *sump* em direção à ombreira esquerda até o local do extravasor de serviço (ombreira esquerda). A declividade da superfície da escavação deve ser direcionada no sentido para montante e com platô final na elevação média 1.121,0 m;
- Adequação do emboque do extravasor de emergência (ombreira direita) para a nova condição do reservatório;
- Remoção completa do maciço do 11º alteamento;

- Relocação do *sump* para a fase seguinte das obras.

Etapa 1 - Fase 2 – Remoção Parcial do Rejeito do Reservatório e do Maciço do 10º

Alteamento

- Aprofundamento do *sump* existente em 2,0 m;
- Remoção do rejeito do reservatório em camadas de aproximadamente 2,0 m de espessura seguindo os mesmos procedimentos da fase anterior até a elevação do pé de montante do maciço do 10º alteamento (El. média 1.116,00 m);
- Adequação do emboque do extravasor de emergência (ombreira direita) para a nova condição do reservatório;
- Remoção parcial do maciço do 10º alteamento;
- Impermeabilização do reservatório;
- Remoção do revestimento em lona PEBD do reservatório;
- Remoção do maciço remanescente do 10º alteamento.

Etapa 1 - Fase 3 – Remoção Parcial do Rejeito do Reservatório e do Maciço do 9º

Alteamento

- Execução de lastro no reservatório para acesso de equipamentos;
- Aprofundamento do *sump* existente em 2,0 m;
- Remoção do rejeito do reservatório em camadas de aproximadamente 2,0 m de espessura seguindo os mesmos procedimentos das fases anteriores até a elevação do pé de montante do maciço do 9º alteamento (El. média 1.110,00 m).

Etapa 1 - Fase 4 – Remoção Parcial do Rejeito do Reservatório e do Maciço do 8º

Alteamento

- Aprofundamento do *sump* existente em 2,0 m;
- Remoção do rejeito do reservatório em camadas de aproximadamente 2,0 m de espessura seguindo os mesmos procedimentos das fases anteriores até a elevação do pé de montante do maciço do 8º alteamento (El. média 1.104,00 m);
- Adequação do emboque do extravasor de emergência (ombreira direita) para a nova condição do reservatório conforme geometria de projeto;
- Remoção completa do maciço do 8º alteamento;
- Regularização da superfície escavada com declividade de 2% na direção do maciço para montante;

Etapa 2 - Fase 5 – Remoção Parcial do Rejeito do Reservatório e do Maciço do 7º Alteamento

- Adequação do emboque do extravasor de emergência (ombreira direita) para a nova condição do reservatório → EM ANDAMENTO.
 - Remoção do rejeito do reservatório em camadas de aproximadamente 2,0 m de espessura seguindo os mesmos procedimentos das fases anteriores até a elevação do pé de montante do maciço do 7º alteamento (El. média 1.098,00 m) → EM ANDAMENTO.

A seguir são apresentadas figuras referentes a condição atual após finalização da Etapa 1 - Fase 4B, do projeto de descaracterização da Barragem B2-Mina Tico-Tico.

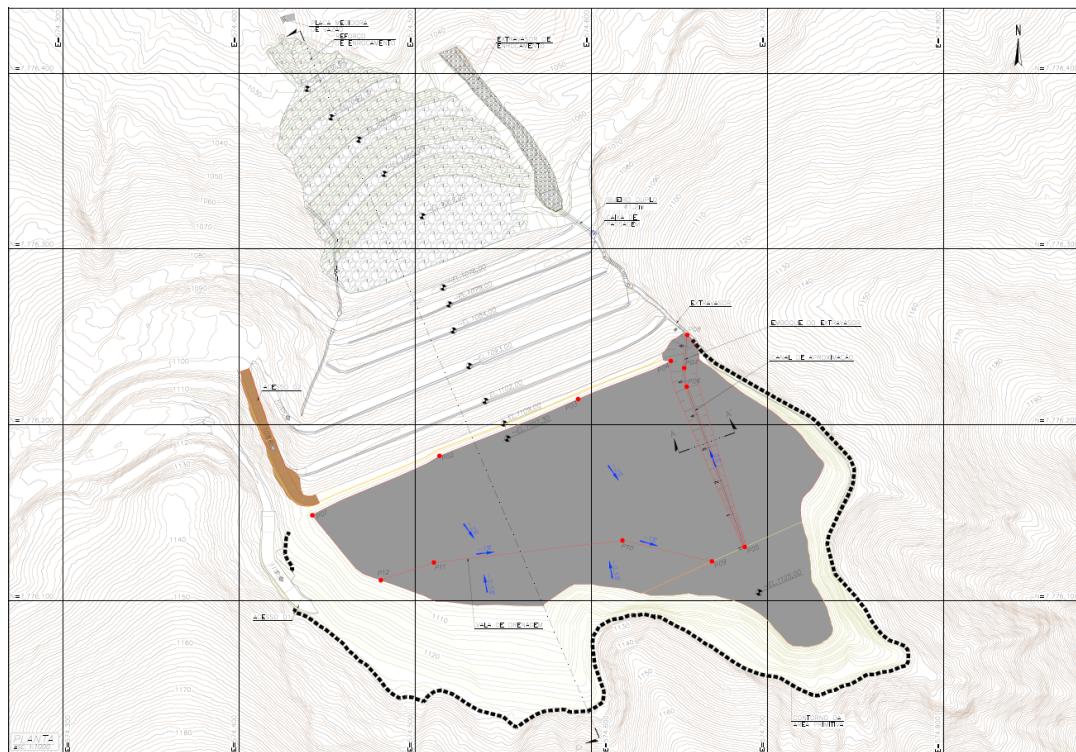


Figura 6.2 - Sequência Construtiva - Planta - Etapa 1- Fase 4B FINAL (IPE.OP.DE.8000.GT.20.720)

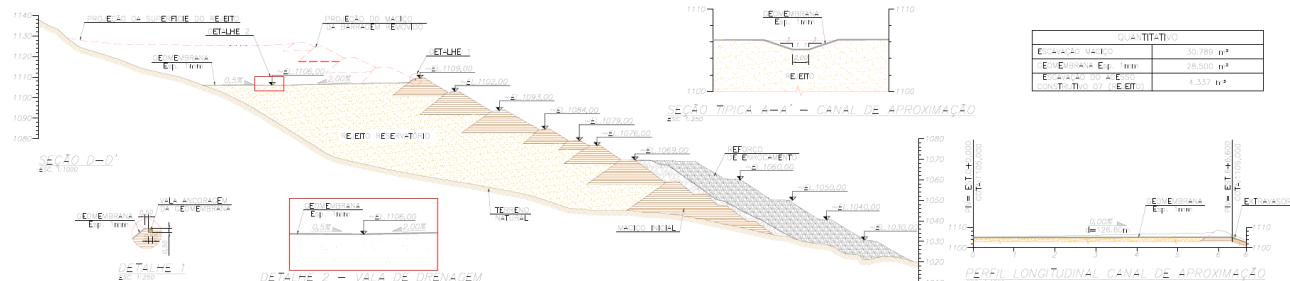


Figura 6.3 - Sequência Construtiva - Secção D-D' - Etapa 1 - Fase 4B FINAL (IPE.OP.DE.8000.GT.20.720)

6.1.5.1 Movimentação de Materiais

O projeto prevê a necessidade de obtenção de blocos de enrocamento (estéril rochoso de itabirito compacto) e solo argiloso na área do empreendimento. Os blocos de enrocamento serão utilizados para proteção de feições erosivas, proteção e redução da velocidade do fluxo ao longo do fundo do talvegue reconstituído após remoção dos rejeitos e para revestimento do canal de contorno final. Já o solo argiloso será necessário para impermeabilização do platô final. Esses materiais são obtidos diretamente das frentes de lavra, de pilhas de estoque ou pilhas de estéril.

A operação de descaracterização da Barragem B2 Tico Tico não demanda áreas de bota-fora ou bota-espera, visto que os rejeitos são reaproveitados na Usina Tico Tico e os materiais são estocados junto ao minério para beneficiamento. A localização da Usina em relação à barragem pode ser conferida na Figura 6.4.

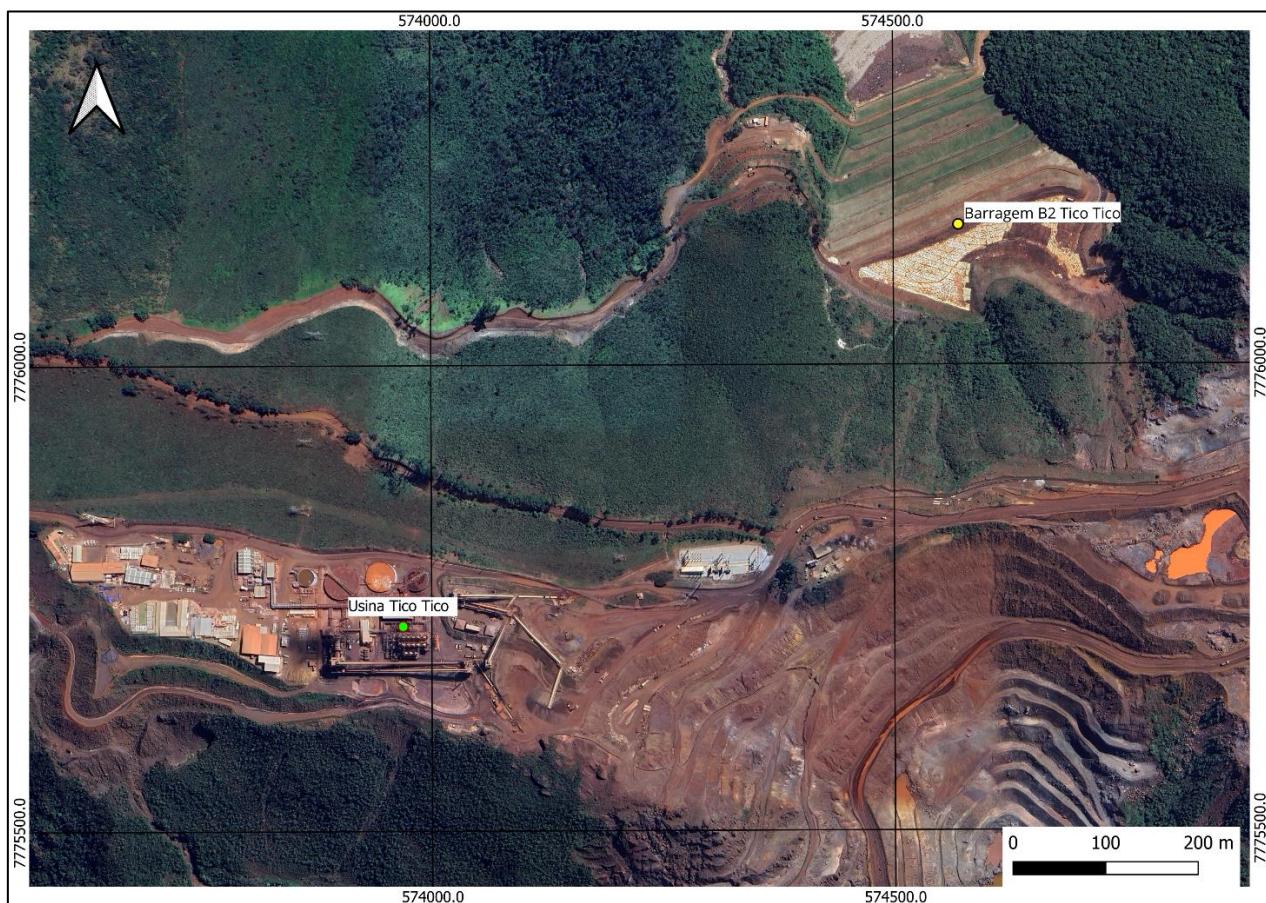


Figura 6.4 - Localização Usina Tico Tico e Baragem B2

6.1.6 Levantamento Topográfico – Obras Executadas

Os levantamentos topográficos e ortofotos de acompanhamento das obras são realizados com frequência semanal, de modo a se ter registro e controle das obras. A seguir é apresentado o

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

levantamento realizado pela MMI em 30/10/2025 e ortofoto apresentando a condição do reservatório no mesmo dia citado.

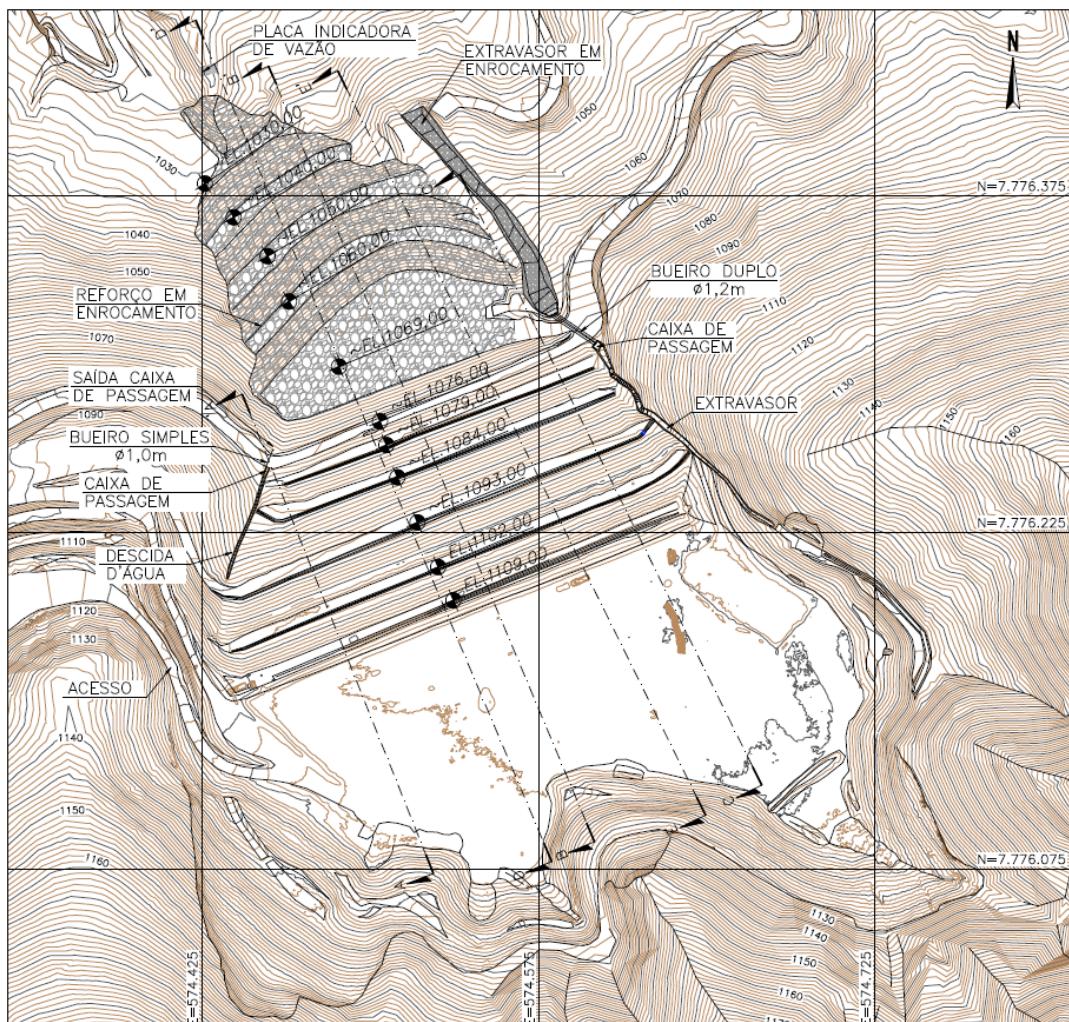


Figura 6.5 – Levantamento topográfico 30/10/2025 – Obras Executadas - Planta.



Figura 6.6 – Imagem aérea da Barragem B2 – Mina Tico-Tico. (Ortofoto 30/10/25).

6.1.7 Comparativo Projeto x Executado

A seguir é apresentado um comparativo de modo a verificar a aderência entre o projeto (Etapa 1 – Fase 4A) e o que foi executado até o momento.

As geometrias de projeto são apresentadas em linhas tracejadas em vermelho.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

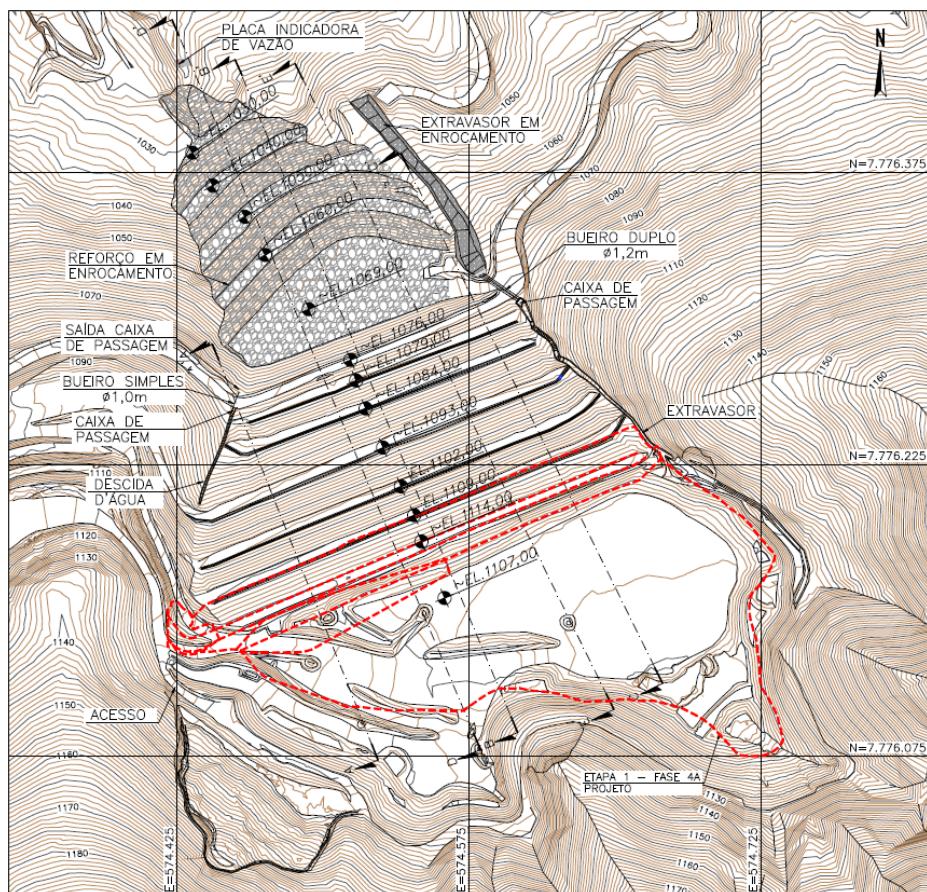


Figura 6.7 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Planta.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

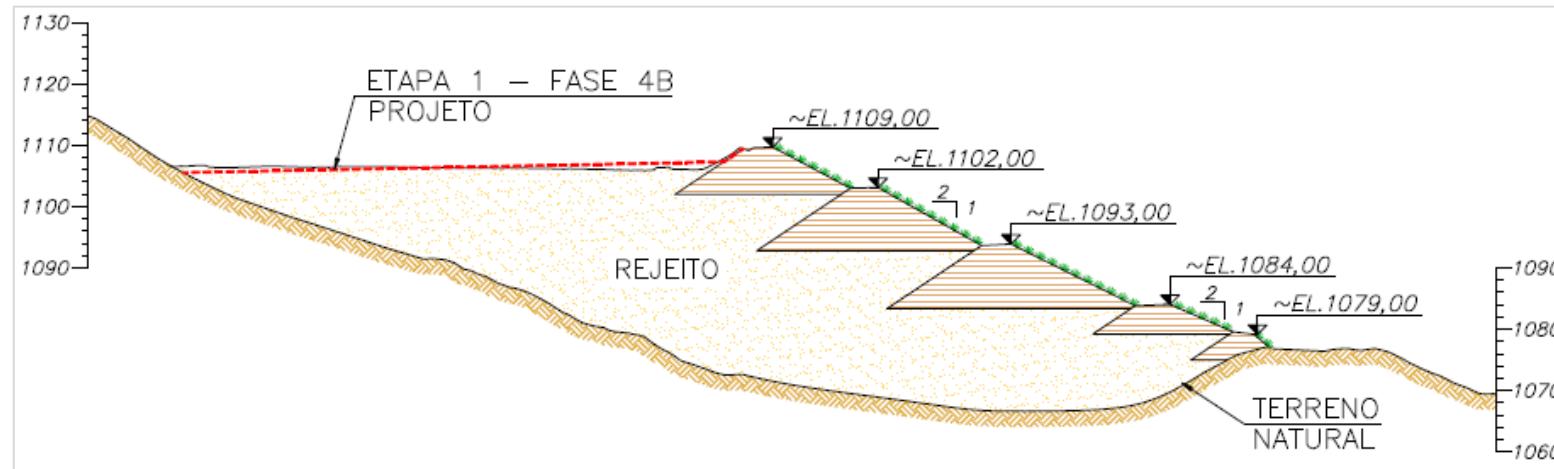


Figura 6.8 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Seção A-A'.

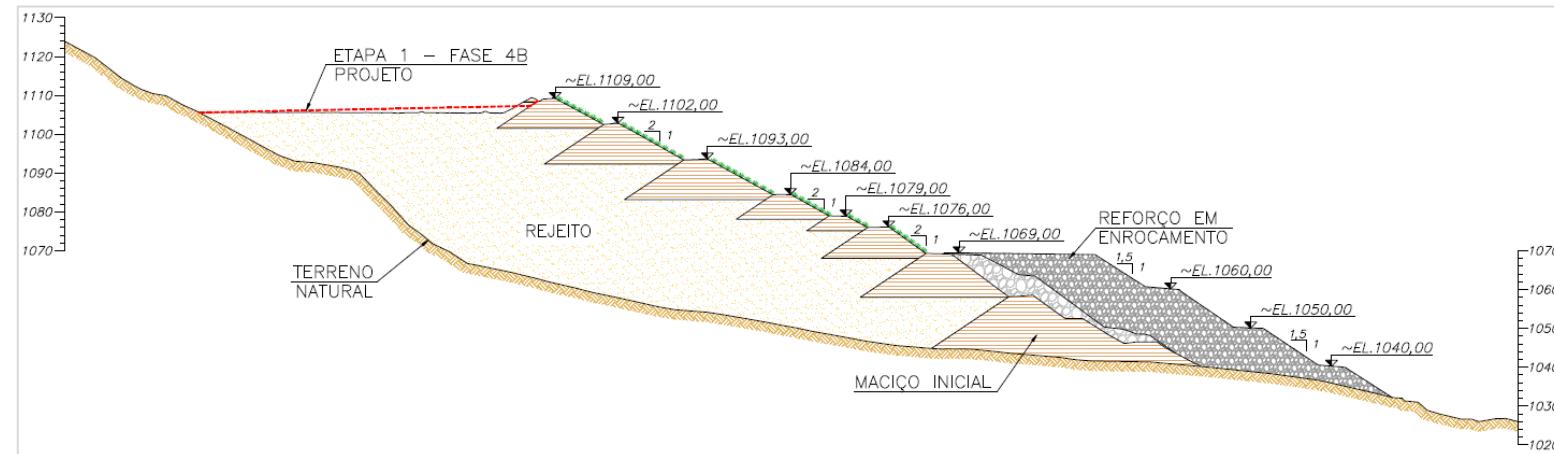


Figura 6.9 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Seção B-B'.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

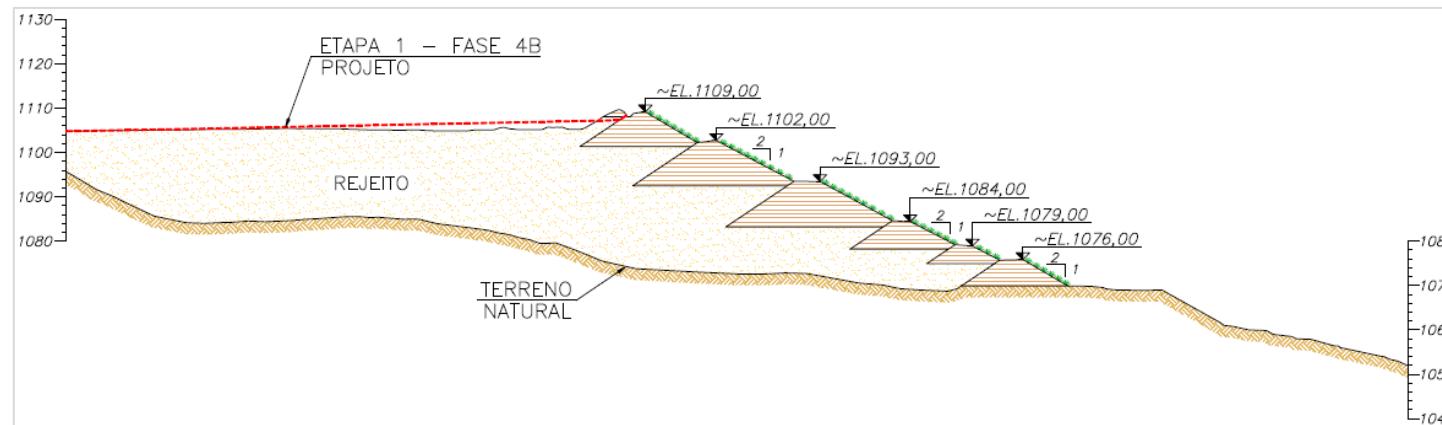


Figura 6.10 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Seção C-C'.

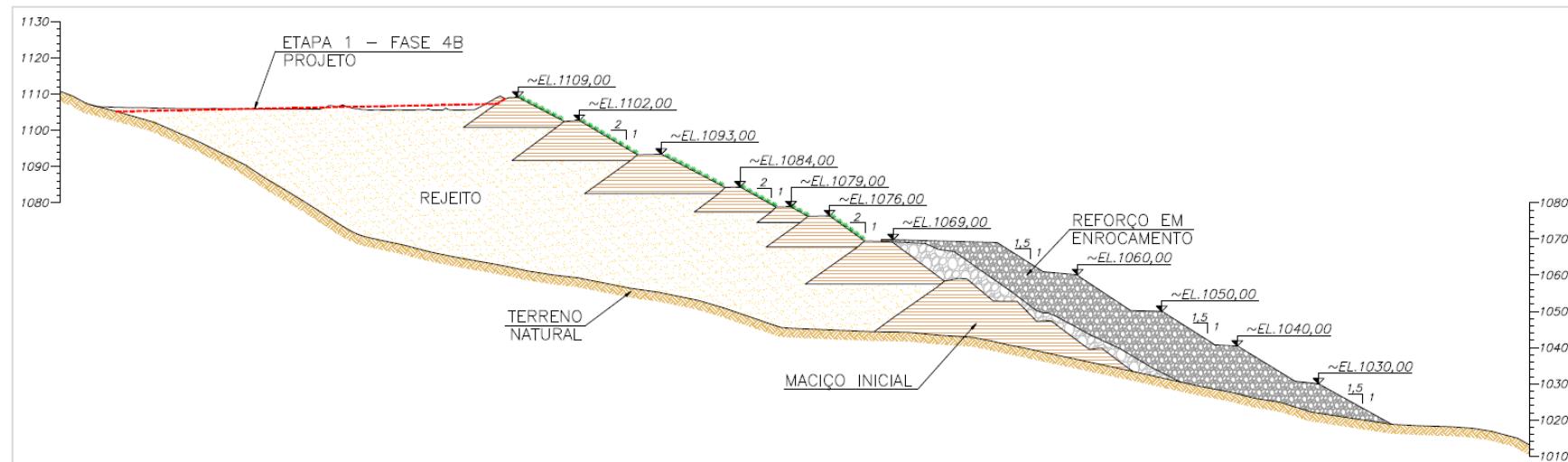


Figura 6.11 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Seção D-D'.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

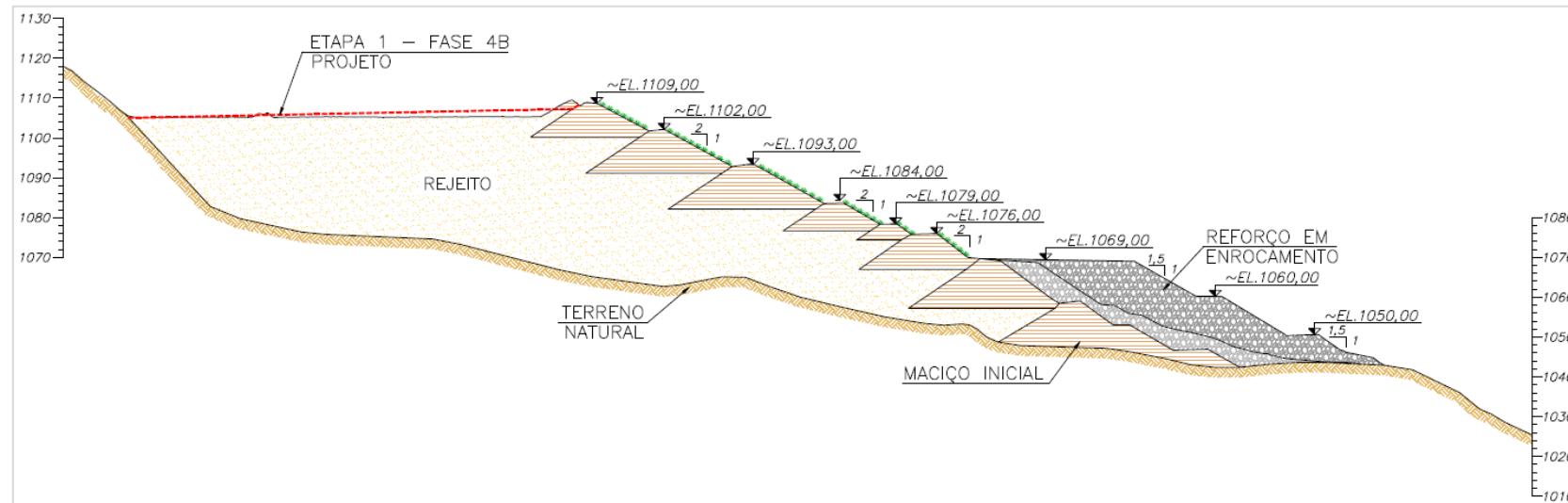


Figura 6.12 – Comparativo Projeto (Etapa 1 - Fase 4B) x Executado – Seção E-E'.

Verifica-se que os serviços já executados ficaram bem próximos ao projetado, com pequenas alterações não relevantes, possivelmente, devido a questões verificadas em campo em relação ao levantamento topográfico primitivo utilizado no projeto e para um melhor ajuste em decorrência da fase da obra. Atualmente, a obra se encontra no início da Etapa 2.

De forma a acompanhar o andamento das obras, é apresentada a seguir uma curva elevação-volume indicando:

- a remoção total (considerada em projeto);
- a remoção executada (obtida a partir do levantamento topográfico atualizado);
- a remoção a ser executada (diferença entre a total e a executada).

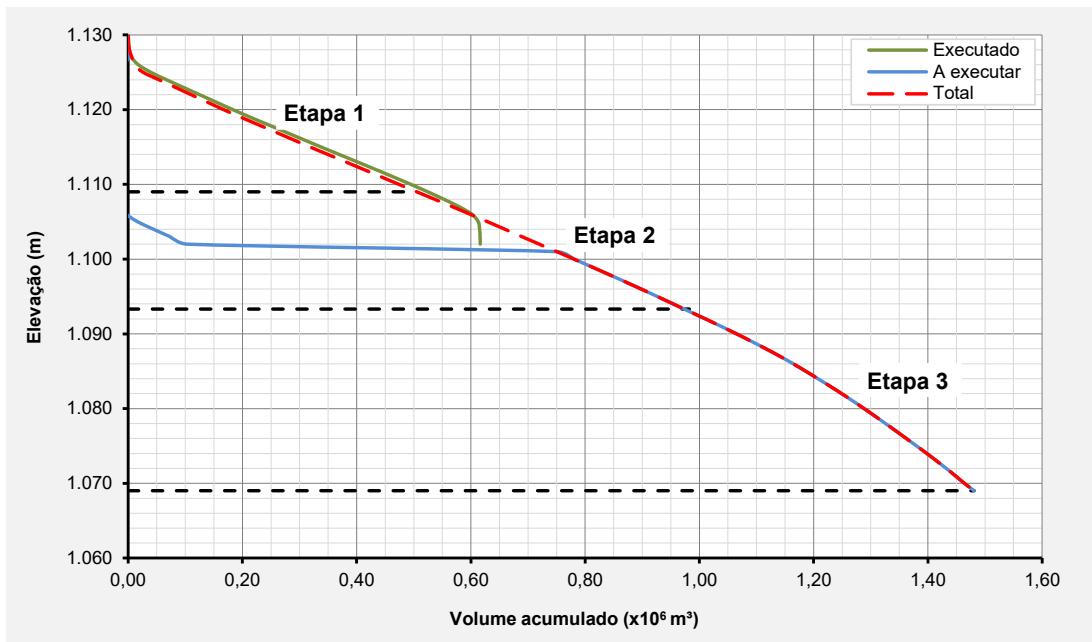


Figura 6.13 – Curva elevação-volume – Comparativo andamento das obras.

Na Figura 6.14 é indicado o avanço das obras de acordo com as etapas definidas em projeto e na Figura 6.15 é apresentada uma relação entre o volume acumulado removido e a taxa de remoção diária em cada mês desde o início da obra até o final de outubro de 2025.

Verifica-se que no mês de outubro de 2025 foi removido aproximadamente 53.000 m³, resultando em uma remoção de 100% do volume da Etapa 1 e 11% da Etapa 2, totalizando 41% do volume previsto a ser removido para a descaracterização da estrutura.

Destaca-se que no mês de outubro de 2025 foi obtida uma taxa de remoção com um valor médio de 2.300 m³/dia, considerando apenas dias úteis.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

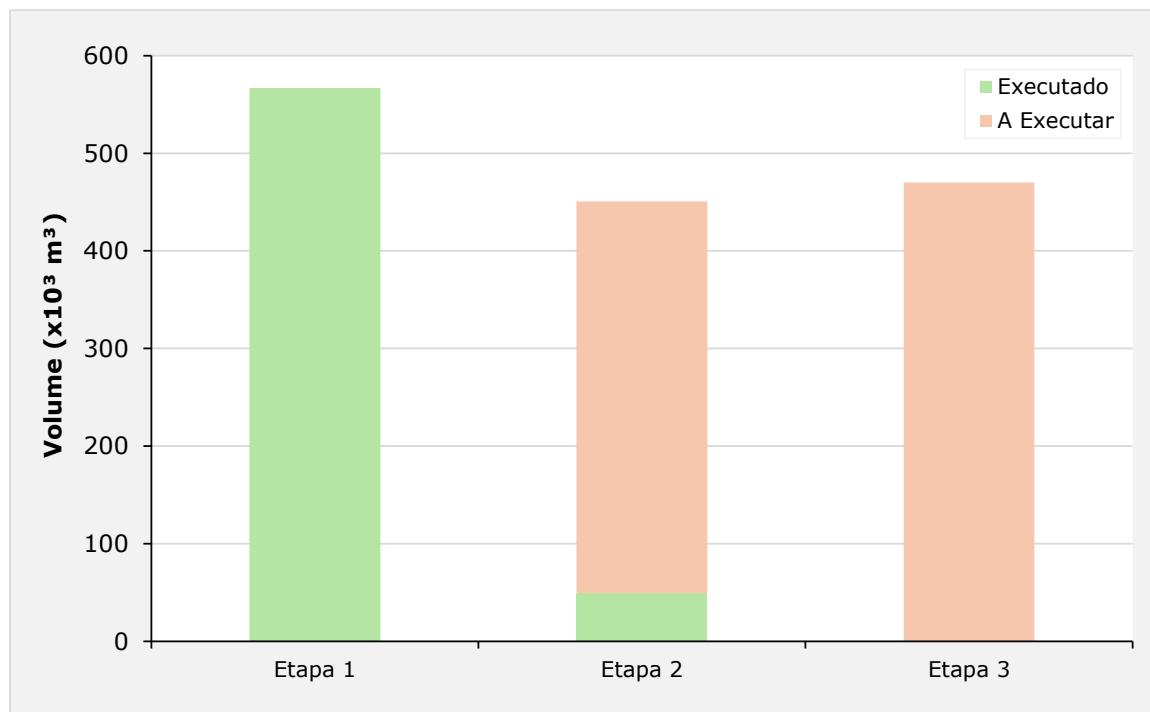


Figura 6.14 – Avanço das obras de Descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

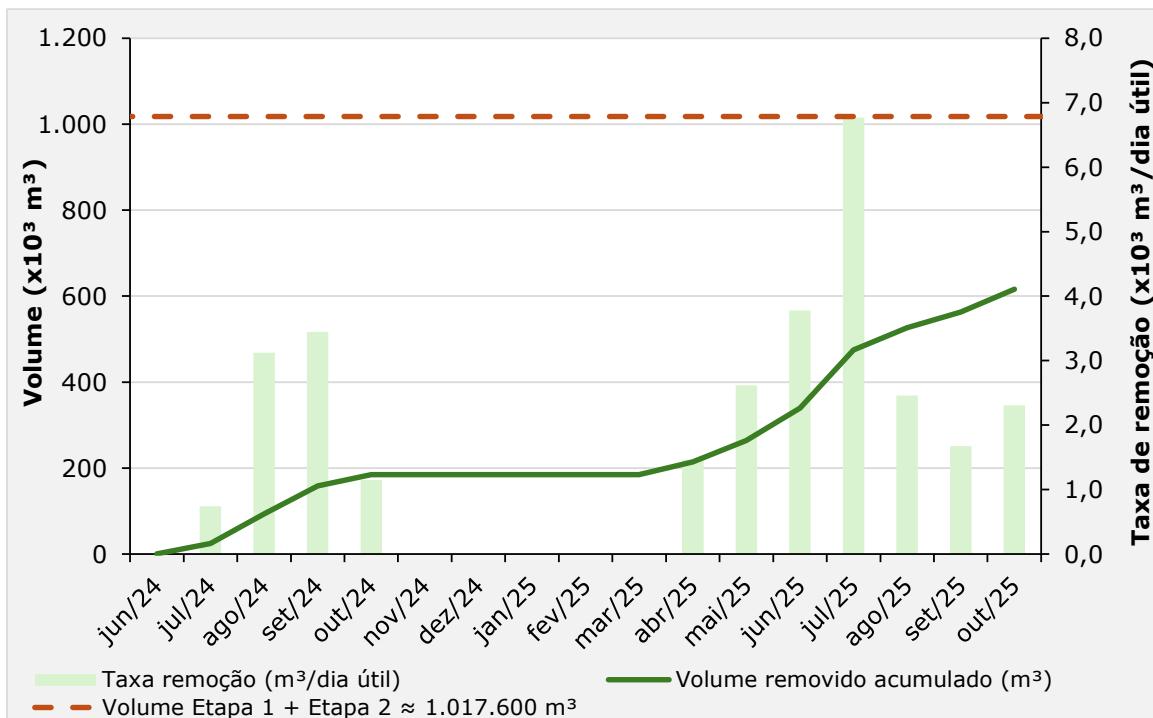


Figura 6.15 – Volume acumulado e taxa de remoção diária da obra de Descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

6.1.8 Adequação do projeto durante as obras

A medida em que a obra de descaracterização avança, algumas situações verificadas em campo demandam uma reavaliação das soluções apresentadas em projeto, de modo que se possa obter o resultado desejado considerando o cenário real da obra.

Para que seja avaliada a possibilidade dessas adequações é emitida uma Solicitação de Informações Técnicas (SIT) pela MMI à projetista Terracota. Durante o mês de outubro de 2025, foi emitida a solicitação para prosseguir com a remoção de material do reservatório durante o período chuvoso, considerando as previsões e os volumes de chuvas que forem registrados na mina. Com isso, a Terracota respondeu a solicitação com o seguinte entendimento: "A projetista entende que após a conclusão da Etapa 1, as atividades de escavação poderão prosseguir de modo que reduza a permanência de lago no reservatório e atenda as premissas de projeto. Assim, foi emitida uma Nota de Alteração de Projeto (IPE.OP.DE.8000.GT.20.1414) de escavação complementar, considerando a manutenção da configuração do canal de conexão e direcionamento do fluxo do reservatório no sentido da ombreira esquerda para a direita. "

6.1.8.1 Escavações complementares mantendo configuração do canal de conexão

No sequenciamento construtivo apresentado no projeto executivo de descaracterização, a obra foi dividida em três etapas macro, as quais deveriam ser executadas durante o período seco, com paralisação dos serviços durante o período chuvoso. A Etapa 1 foi concluída, porém conforme apresentado na SIT-05, a MMI solicitou dar continuidade às escavações em intervalos de estiagem durante o período chuvoso. Para direcionar o prosseguimento dos serviços, foi emitida uma Nota de Alteração de Projeto (NAP), de modo a considerar a manutenção do canal de conexão e o direcionamento do fluxo do reservatório da ombreira direita para a esquerda.

A seguir são apresentadas a indicação das escavações complementares em planta (Figura 6.16) e seção transversal (Figura 6.17), conforme o documento IPE.OP.DE.8000.GT.20.1414.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

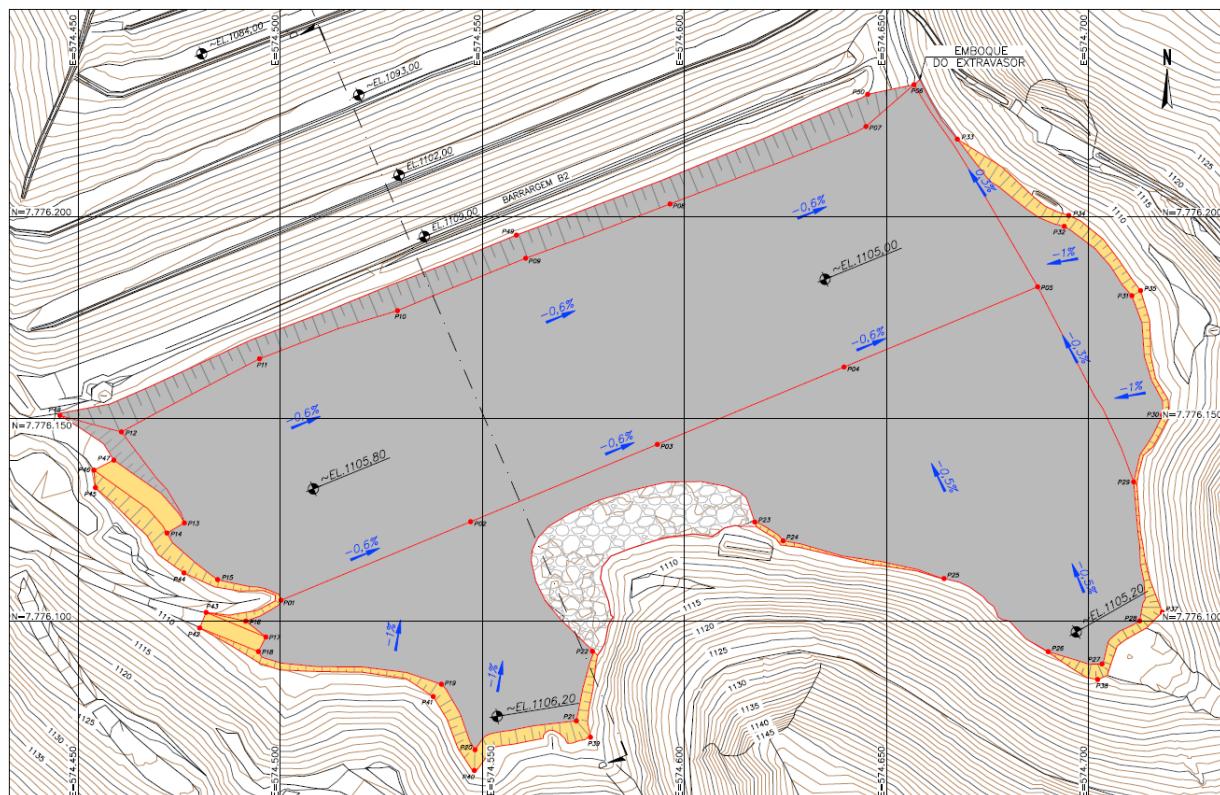


Figura 6.16 - Escavações complementares - Planta (Fonte: IPE.OP.DE.8000.GT.20.1414).

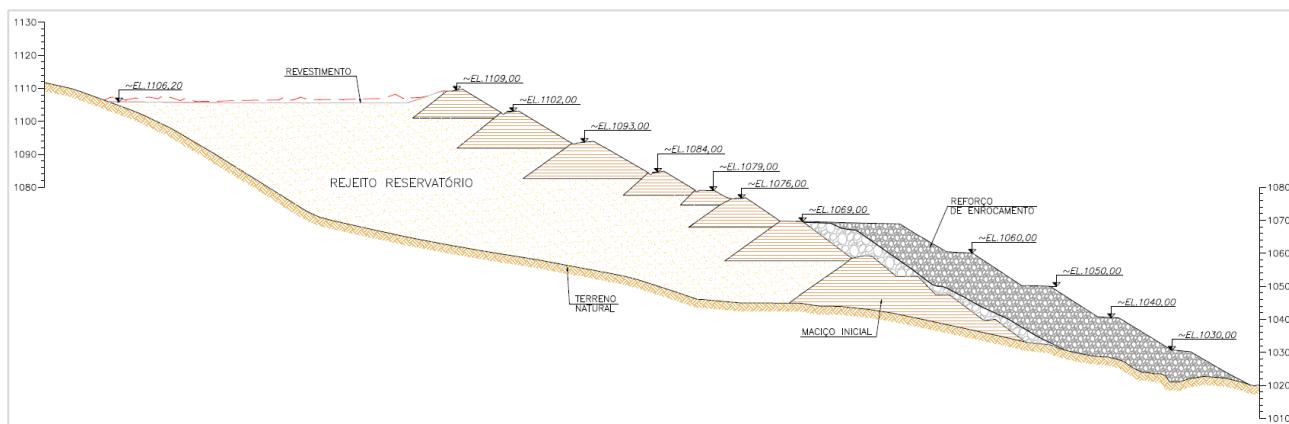


Figura 6.17 - Escavações complementares – Seção Transversal D-D'. (Fonte: IPE.OP.DE.8000.GT.20.1414).

6.1.8.2 Escavações complementares com rebaixamento do canal de conexão

Após a conclusão das escavações complementares mantendo a configuração do canal de conexão, a MMI solicitou novo desenho para avanço da escavação em camada de 2,0 m na

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

região do reservatório. Dessa forma, foi elaborada uma nova Nota de Alteração de Projeto com indicação do rebaixamento do canal de conexão e locação dos pontos de escavação no reservatório com o direcionamento do fluxo da ombreira esquerda para a direita.

A seguir são apresentadas a indicação das escavações complementares em planta (Figura 6.18), e seção transversal (Figura 6.19), conforme o documento IPE.OP.DE.8000.GT.20.1415.

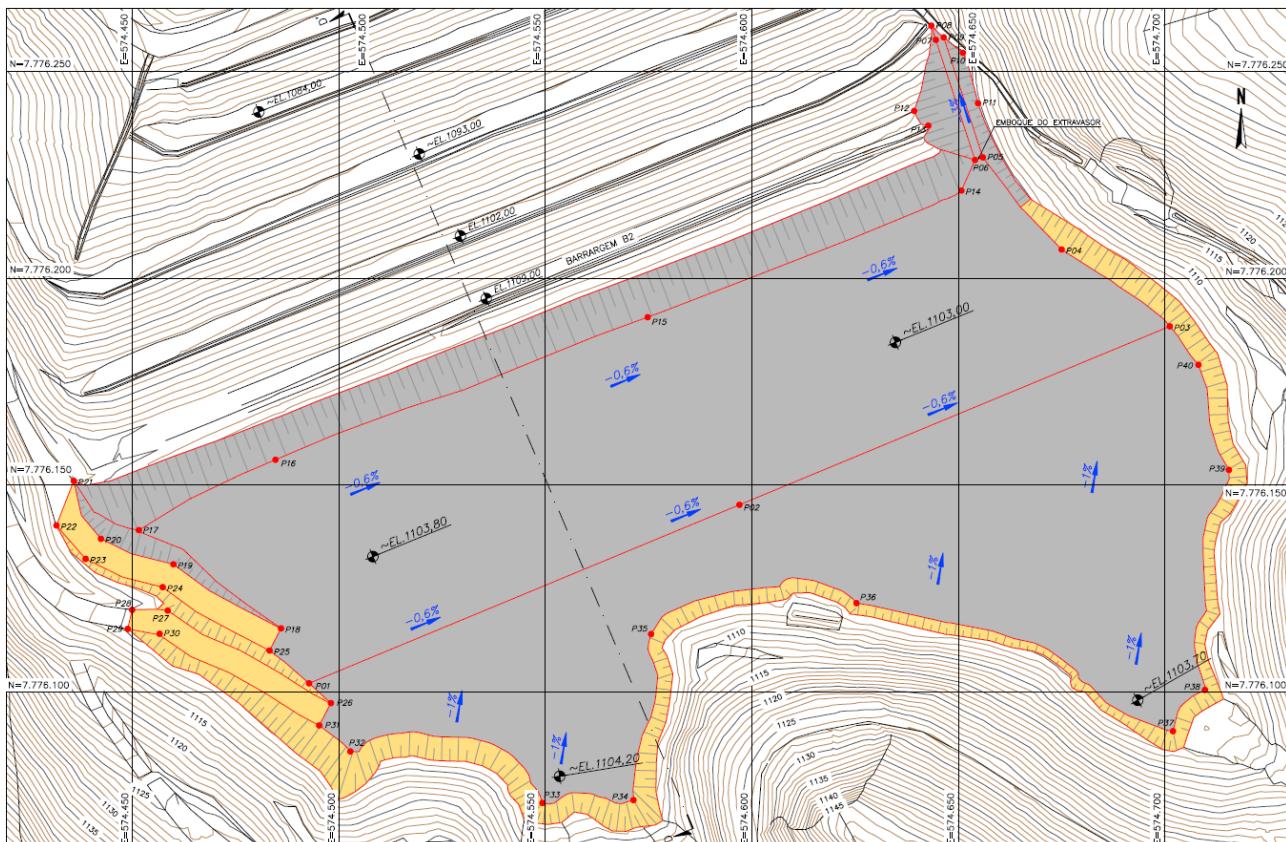


Figura 6.18 – Escavações complementares - Planta (Fonte: IPE.OP.DE.8000.GT.20.1415).

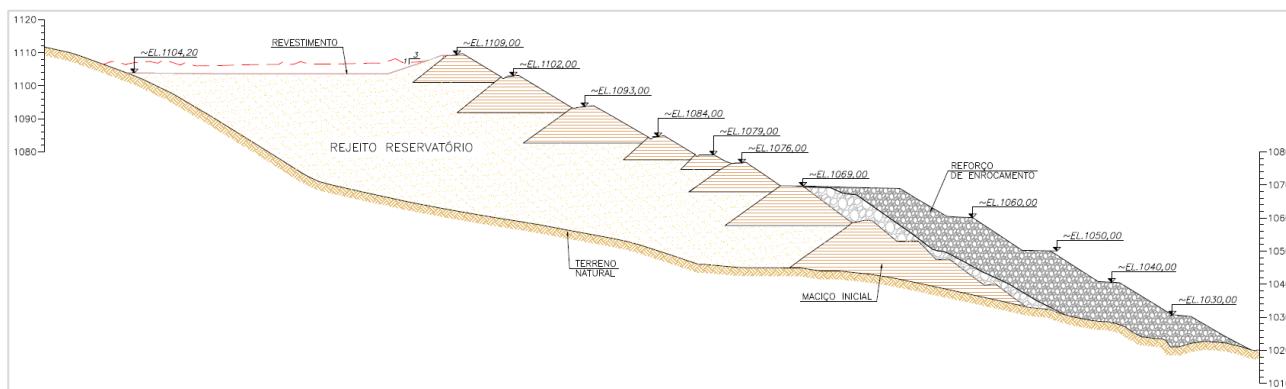


Figura 6.19 – Escavações complementares – Seção Transversal D-D' (Fonte: IPE.OP.DE.8000.GT.20.1415).

6.2 Condição da Estrutura no Período Avaliado

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.

6.2.1 Inspeções de Campo

As obras foram acompanhadas, diariamente, no período avaliado, pelo ATO Alex e pela equipe interna da MMI, e, mensalmente, pelo EoR da Terracota com inspeção em toda a estrutura. A partir disso são emitidos relatórios de avaliação mensal de performance geotécnica com avaliação das leituras dos instrumentos, relatório fotográfico, indicação das anomalias verificadas e análises de estabilidade da estrutura.

6.2.2 Anomalias Detectadas Durante as Inspeções

A seguir é apresentado um histórico mensal das anomalias verificadas no período de avaliação (agosto a outubro/2025).

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-3 – Resumo das anomalias encontradas na Barragem B2 – Mina Tico-Tico – agosto a outubro/2025.

ID	ANOMALIA	ago/25	set/25	out/25
1	PRESENÇA DE FORMIGUEIROS NO TALUDE DE JUSANTE	■	-	■
10	ASSOREAMENTO DA CAIXA DA PLACA INDICADORA DE VAZÃO DE DRENAGEM INTERNA	-	-	■
11	SUPERFÍCIE DE RUPTURA IDENTIFICADA NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO, PRÓXIMA AO EXTRAVASOR OPERACIONAL	■	■	■
14	PRESENÇA DE ANIMAIS NO MACIÇO DA ESTRUTURA	■	■	■
28	DESABAMENTO DA CONTENÇÃO JUNTO AO CANAL DO EXTRAVASOR	■	■	■
38	CANAleta DE BERMA DANIFICADA	■	■	■
42	PRESENÇA DE TOCAS DE ANIMAIS NO TALUDE DE JUSANTE	■	■	-
53	PROCESSO EROSIVO EM DESENVOLVIMENTO NA ENCOSTA PRÓXIMA AO SUMP DO RESERVATÓRIO.	■	■	■
60	BERMA ELEV. 1.094,0 SEM DECLIVIDADE DIRECIONADA PARA CANAleta.	-	-	-
61	DEFORMAÇÃO PONTUAL NA CRISTA DE MONTANTE	-	-	■

LEGENDA:

 ANOMALIA VERIFICADA

 ANOMALIA COM CORREÇÃO EM ANDAMENTO

 ANOMALIA RECORRENTE COM MANUTENÇÃO DE ROTINA

 ANOMALIA AGRAVADA

 ANOMALIA SANADA / NÃO VERIFICADA

6.2.3 Plano de Ação para anomalias

Os planos de ação para as anomalias são feitos de forma mensal, de acordo com o relatório de inspeção do Engenheiro de Registro da estrutura, elaborado pela Terracota. Os planos de ação elaborados durante o último trimestre são apresentados no Anexo C.

6.2.4 Instrumentação Instalada na Barragem

A instrumentação de controle da barragem é composta por 36 (trinta e seis) indicadores de nível d'água com leitura manual; 1 (um) indicador de nível d'água automatizado, 16 (dezesseis) piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande e 8 (oito) piezômetros automatizados, 13 (treze) marcos superficiais, 01 (um) indicador de vazão e 04 (quatro) sismógrafos, distribuídos em 05 (cinco) seções transversais de monitoramento.

Os níveis de controle dos instrumentos instalados na Barragem B2 – Mina Tico-Tico 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).

A carta de risco da estrutura é apresentada no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.553, elaborado pela TERRACOTA com atualização emitida em março/2025.

Devido ao avanço das obras de descaracterização, o piezômetro PZ-13 está sem acesso e foi necessária a remoção do piezômetro PZ-07 e dos marcos superficiais MS-01 e MS-02.

Na 1ª quinzena de abril de 2025, foram instalados 10 novos marcos de deslocamentos na estrutura, os quais foram cadastrados em 17/04/2025. Os marcos remanescentes MS-03, MS-04 e MS-05 foram recadastrados e renumerados, passando a ter nova numeração, sendo: MS-04, MS-03 e MS-13, respectivamente.

A Figura 6.20, Figura 6.21 e Figura 6.22 apresentam a localização em planta dos instrumentos e das seções transversais. Na Tabela 6-4 é apresentado um resumo da localização, características e níveis de controle dos instrumentos.

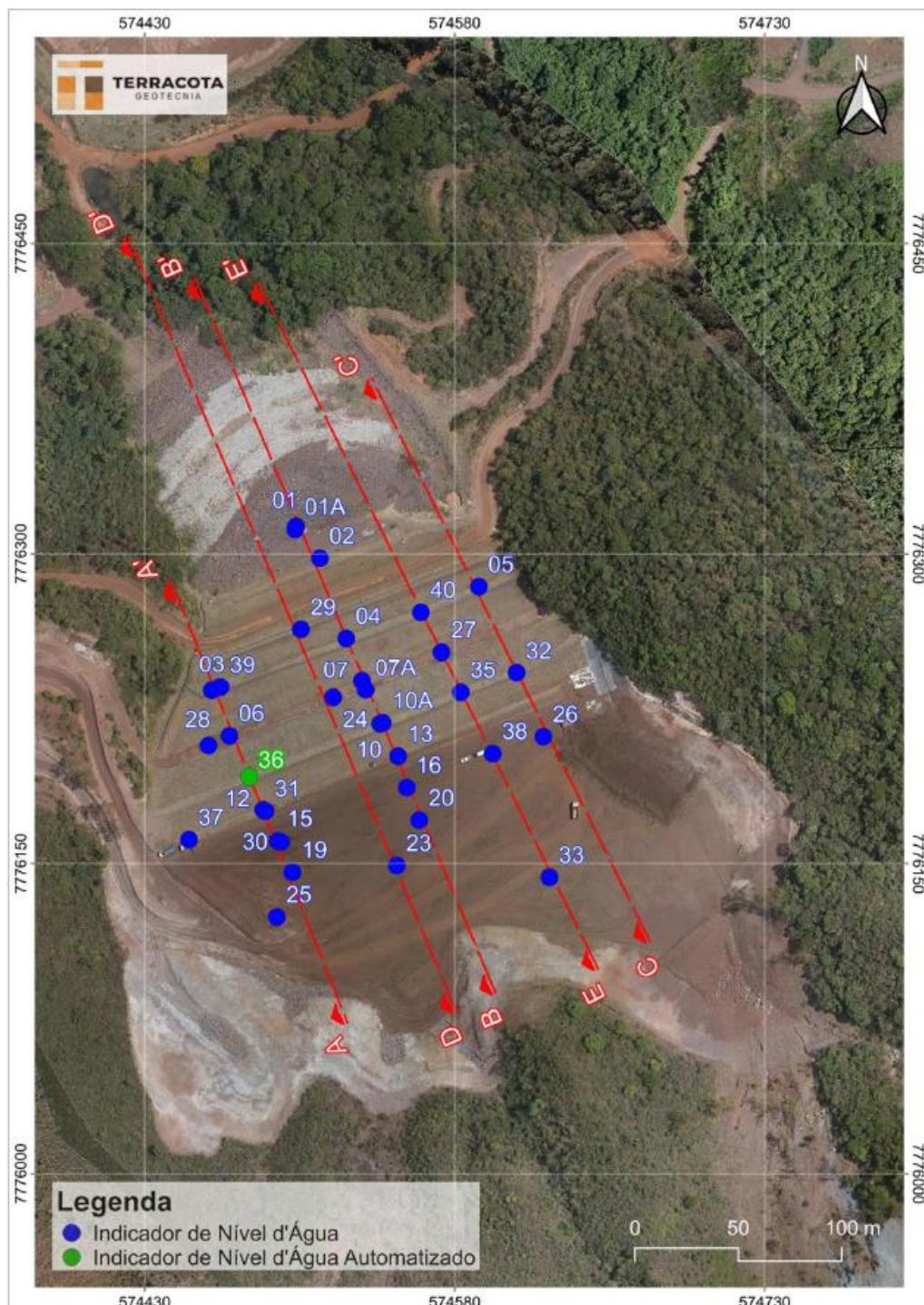


Figura 6.20 – Localização dos indicadores de nível d'água.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

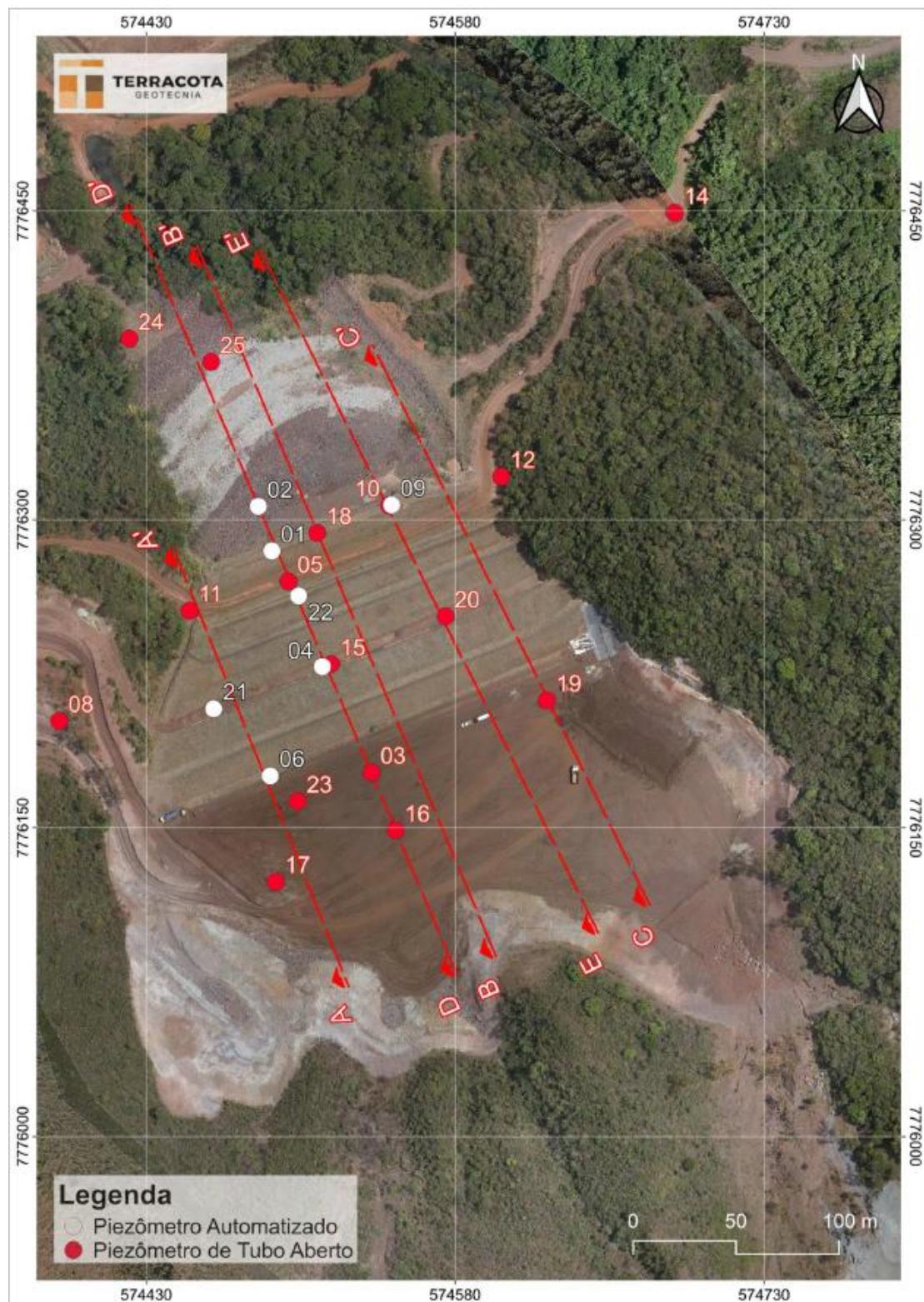


Figura 6.21 – Localização dos piezômetros.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

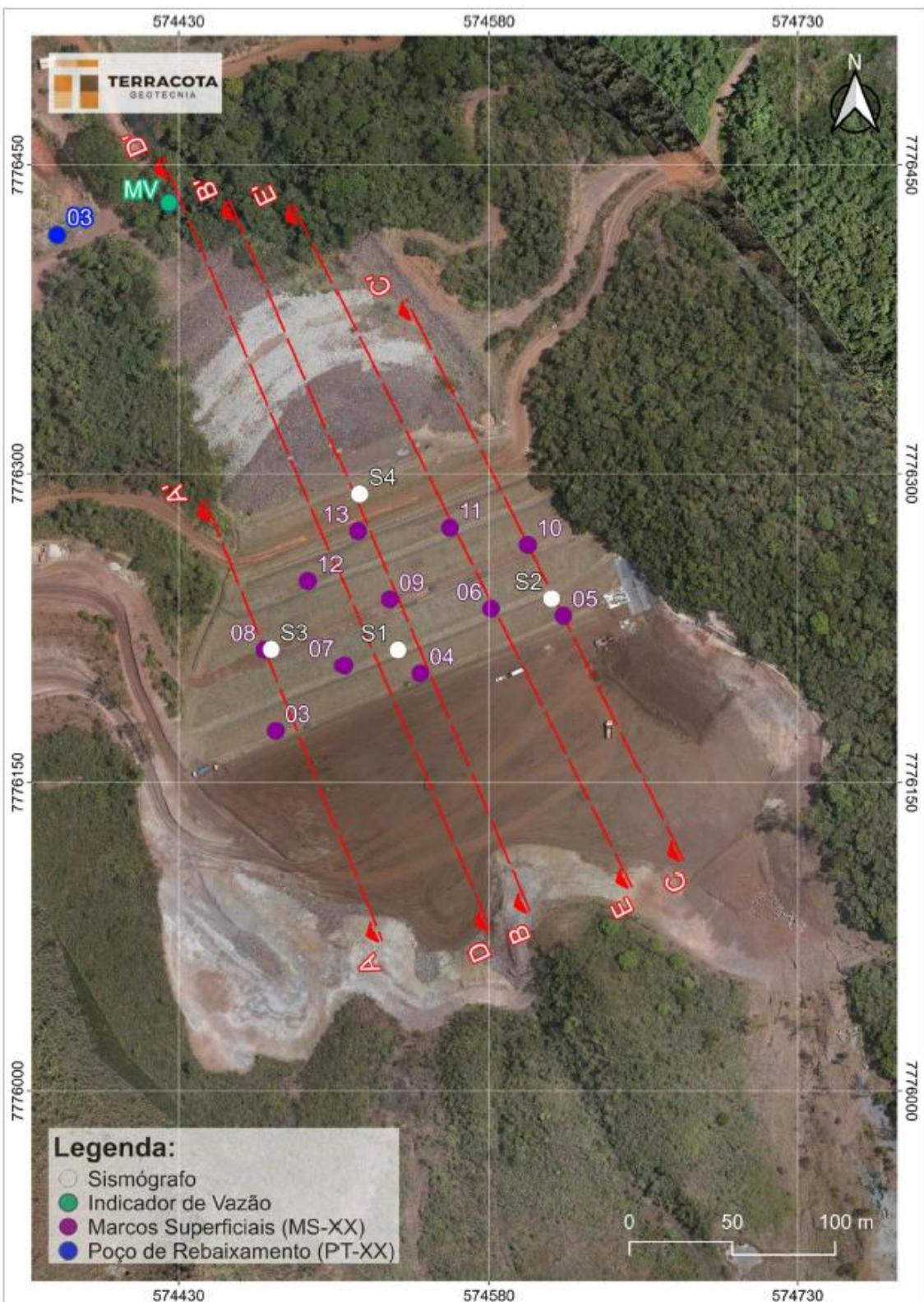


Figura 6.22 – Localização dos marcos superficiais, sismógrafos, indicador de vazão e poço de rebaixamento.



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-4 – Localização, características, leitura (30/10/2025) e níveis de controle da instrumentação instalada na Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM)		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m)	Níveis de Controle (m)			
		SIRGAS2000						(30/10/2025)	(Condição Não Drenada)		
		E (m)	N (m)						Freática Atenção	Freática Alerta	Freática Emergência
A-A'	INA-03	574.462,52	7.776.233,80	1.084,82	1.074,43	10,39	Seco	1.074,93	1.075,23	1.076,30	
A-A'	INA-06	574.471,04	7.776.211,75	1.094,03	1.083,36	10,67	Seco	1.083,86	1.084,16	1.084,36	
A-A'	INA-12	574.487,43	7.776.175,99	1.109,95	1.088,33	21,62	1089,31	1.090,00	1.091,00	1.092,00	
A-A'	INA-15	574.494,39	7.776.160,92	1.115,20	1.089,65	25,55	Seco	1.092,50	1.093,00	1.094,00	
A-A'	INA-19	574.501,44	7.776.145,80	1.111,54	1.093,90	17,64	Seco	1.094,40	1.094,70	1.094,90	
A-A'	INA-25	574.493,94	7.776.124,17	1.112,96	1.098,96	14,00	Seco	1.099,46	1.099,76	1.099,96	
A-A'	INA-28	574.460,94	7.776.207,01	1.095,14	1.071,25	23,89	Seco	1.076,50	1.078,00	1.079,00	
A-A'	INA-30	574.496,03	7.776.160,45	1.115,90	1.080,01	35,89	Seco	1.092,50	1.093,00	1.094,00	
A-A'	INA-31	574.488,45	7.776.175,37	1.110,33	1.077,38	32,95	1079,35	1.090,00	1.091,00	1.092,00	
A-A'	INA-36 ⁽¹⁾	574.480,70	7.776.192,02	1.103,90	1.070,88	33,02	1.070,55	1.082,50	1.083,25	1.084,00	
A-A'	INA-39	574.466,68	7.776.235,35	1.084,90	1.068,81	16,09	Seco	1.073,00	1.073,75	1.076,50	
A-A'	PZ-06 ⁽¹⁾	574.490,22	7.776.175,20	1.110,33	1.075,53	34,80	1.076,41	1.090,00	1.091,00	1.092,00	
A-A'	PZ-11	574.450,97	7.776.255,74	1.078,64	1.027,43	51,21	1.043,07	1.063,00	1.065,00	1.067,00	
A-A'	PZ-17	574.492,89	7.776.123,80	1.113,44	1.089,24	24,20	Seco	1.093,50	1.095,00	1.096,00	
A-A'	PZ-21 ⁽¹⁾	574.462,69	7.776.207,74	1.095,07	1.048,62	46,45	1.059,07	1.066,00	1.068,00	1.071,00	
A-A'	PZ-23	574.503,57	7.776.162,87	1.116,14	1.085,33	30,81	Seco	1.092,50	1.093,00	1.094,00	
B-B'	INA-01	574.503,22	7.776.313,34	1.070,05	1.047,79	22,26	Sem Leitura	1.050,00	1.052,50	1.055,00	
B-B'	INA-01A	574.502,90	7.776.311,91	1.070,05	1.043,29	26,76	1.047,40	1.050,00	1.052,50	1.055,00	



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
 RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
 DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

B-B'	INA-02	574.514,80	7.776.297,92	1.069,90	1.040,25	29,65	1.041,52	1.054,50	1.056,50	1.061,00
B-B'	INA-04	574.527,55	7.776.259,14	1.084,46	1.067,61	16,85	Seco	1.068,11	1.068,41	1.071,00
B-B'	INA-07	574.535,19	7.776.238,35	1.093,66	1.072,70	20,96	Seco	1.073,20	1.073,50	1.078,00
B-B'	INA-07A	574.536,98	7.776.234,02	1.093,64	1.076,68	16,96	Seco	1.077,18	1.077,48	1.078,00
B-B'	INA-10	574.543,94	7.776.217,59	1.103,16	1.078,01	25,15	Seco	1.078,51	1.078,81	1.079,01
B-B'	INA-10A	574.545,27	7.776.217,96	1.103,23	1.083,17	20,06	Seco	1.083,67	1.083,97	1.084,17
B-B'	INA-13	574.552,71	7.776.201,87	1.109,66	1.088,62	21,04	Seco	1.089,12	1.089,42	1.089,62
B-B'	INA-16	574.556,83	7.776.186,69	1.115,27	1.089,27	26,00	Seco	1.089,77	1.090,07	1.090,27
B-B'	INA-20	574.562,88	7.776.170,94	1.109,93	1.099,75	10,18	Seco	1.100,25	1.100,55	1.100,75
B-B'	PZ-18	574.513,02	7.776.293,66	1.070,12	1.029,98	40,14	1.037,30	1.054,50	1.056,50	1.061,00
C-C'	INA-05	574.591,76	7.776.284,13	1.084,49	1.075,57	8,92	Seco	1.076,07	1.076,37	1.076,57
C-C'	INA-26	574.622,92	7.776.211,34	1.115,50	1.073,22	42,28	Seco	1.080,50	1.082,50	1.087,00
C-C'	INA-32	574.609,98	7.776.242,31	1.103,39	1.075,65	27,74	Seco	1.077,50	1.079,50	1.084,00
C-C'	PZ-19	574.624,64	7.776.211,88	1.115,34	1.061,70	53,64	Seco	1.080,50	1.082,50	1.087,00
D-D'	INA-23	574.552,01	7.776.149,09	1.093,76	1.079,79	13,97	Seco	1.080,29	1.080,59	1.082,00
D-D'	INA-24	574.521,25	7.776.230,30	1.094,38	1.055,03	39,35	1.059,71	1.068,00	1.072,00	1.076,00
D-D'	INA-29	574.505,66	7.776.263,49	1.079,74	1.046,61	33,13	1.055,17	1.061,00	1.065,00	1.070,00
D-D'	PZ-01 ⁽¹⁾	574.490,98	7.776.284,81	1.069,15	1.046,98	22,17	1.047,90	1.056,00	1.058,50	1.062,50
D-D'	PZ-02 ⁽¹⁾	574.484,38	7.776.306,48	1.070,30	1.046,39	23,91	1.047,67	1.052,00	1.054,00	1.056,00
D-D'	PZ-03 ⁽¹⁾	574.539,33	7.776.176,86	1.115,36	1.059,37	55,99	Sem Leitura	1.061,50	1.063,00	1.066,00
D-D'	PZ-04 ⁽¹⁾	574.515,45	7.776.228,37	1.094,40	1.055,76	38,64	1.060,67	1.068,00	1.072,00	1.076,00
D-D'	PZ-05	574.499,05	7.776.270,04	1.076,62	1.048,78	27,84	Seco	1.059,00	1.063,00	1.068,00
D-D'	PZ-15	574.519,80	7.776.229,75	1.094,39	1.032,28	62,11	1.044,77	1.053,50	1.055,00	1.057,50
D-D'	PZ-16	574.551,07	7.776.148,71	1.110,64	1.073,44	37,20	Sem Leitura	1.075,50	1.077,75	1.083,25



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

D-D'	PZ-22 ⁽¹⁾	574.504,02	7.776.262,97	1.079,71	1.037,19	42,52	Sem Leitura	1.045,00	1.047,00	1.048,00
D-D'	PZ-25	574.461,51	7.776.376,69	1.040,83	1.026,15	14,68	1.027,96	1.029,00	1.030,25	1.032,75
E-E'	INA-27	574.573,68	7.776.252,45	1.094,57	1.068,25	26,32	Seco	1.070,00	1.071,50	1.076,50
E-E'	INA-33	574.625,89	7.776.143,36	1.107,50	1.080,90	26,60	Seco	1.085,00	1.087,00	1.092,00
E-E'	INA-35	574.583,02	7.776.232,80	1.103,43	1.071,71	31,72	Seco	1.074,50	1.075,00	1.079,50
E-E'	INA-38	574.598,45	7.776.203,11	1.115,64	1.074,93	40,71	Seco	1.079,00	1.080,50	1.084,50
E-E'	INA-40	574.563,72	7.776.271,75	1.085,49	1.061,39	24,10	Seco	1.065,00	1.067,50	1.072,00
E-E'	PZ-09 ⁽¹⁾	574.549,10	7.776.307,15	1.070,61	1.036,67	33,94	1.041,42	1.058,00	1.060,00	1.064,00
E-E'	PZ-10	574.547,87	7.776.306,96	1.070,52	1.054,84	15,68	Seco	1.058,00	1.060,00	1.064,00
E-E'	PZ-20	574.575,33	7.776.253,02	1.094,52	1.051,21	43,31	Seco	1.070,00	1.071,50	1.076,50
SS	INA-37	574.451,46	7.776.161,55	1.110,82	1.076,60	34,22	Seco	Próximo à ombreira esquerda		
SS	PZ-08	574.387,74	7.776.201,92	1.116,25	1.053,14	63,11	1.056,59	Monitoramento hidrogeológico		
SS	PZ-12	574.602,35	7.776.320,92	1.075,37	1.022,64	52,73	1.044,04	Monitoramento hidrogeológico		
SS	PZ-14	574.686,70	7.776.449,07	1.056,05	1.005,30	50,75	1.037,12	Monitoramento hidrogeológico		
SS	PZ-24	574.421,81	7.776.387,93	1.030,48	1.026,52	3,96	Seco	Monitoramento hidrogeológico		
A-A'	MS-03	574.477,25	7.776.175,07	1.109,62	-	-	-	Não aplicável		
	MS-08	574.471,77	7.776.214,47	1.094,29	-	-	-	Não aplicável		
B-B'	MS-04	574.546,71	7.776.202,96	1.109,31	-	-	-	Não aplicável		
	MS-09	574.531,90	7.776.238,93	1.094,27	-	-	-	Não aplicável		
C-C'	MS-13	574.516,44	7.776.272,09	1.078,96	-	-	-	Não aplicável		
	MS-05	574.616,16	7.776.231,01	1.109,36	-	-	-	Não aplicável		
D-D'	MS-10	574.598,94	7.776.265,38	1.094,24	-	-	-	Não aplicável		
	MS-02	574.523,40	7.776.174,95	1.115,18	-	-	-	Não aplicável		
	MS-07	574.509,86	7.776.206,81	1.102,95	-	-	-	Não aplicável		

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

	MS-12	574.492,76	7.776.247,79	1.084,55	-	-	-	Não aplicável
E-E'	MS-01	574.595,13	7.776.204,88	1.114,93	-	-	-	Não aplicável
	MS-06	574.580,99	7.776.234,40	1.103,16	-	-	-	Não aplicável
	MS-11	574.561,08	7.776.273,66	1.084,66	-	-	-	Não aplicável
Não aplicável	B2-S1	574.542,37	7.776.175,49	1.114,88	-	-	-	Não aplicável
	B2-S2	574.610,43	7.776.239,30	1.102,96	-	-	-	Não aplicável
	B2-S3	574.468,90	7.776.212,43	1.094,20	-	-	-	Não aplicável
	B2-S4	574.517,20	7.776.290,02	1.071,27	-	-	-	Não aplicável
	MV	574.425,32	7.776.431,72	1.013,21	-	-	-	Não aplicável

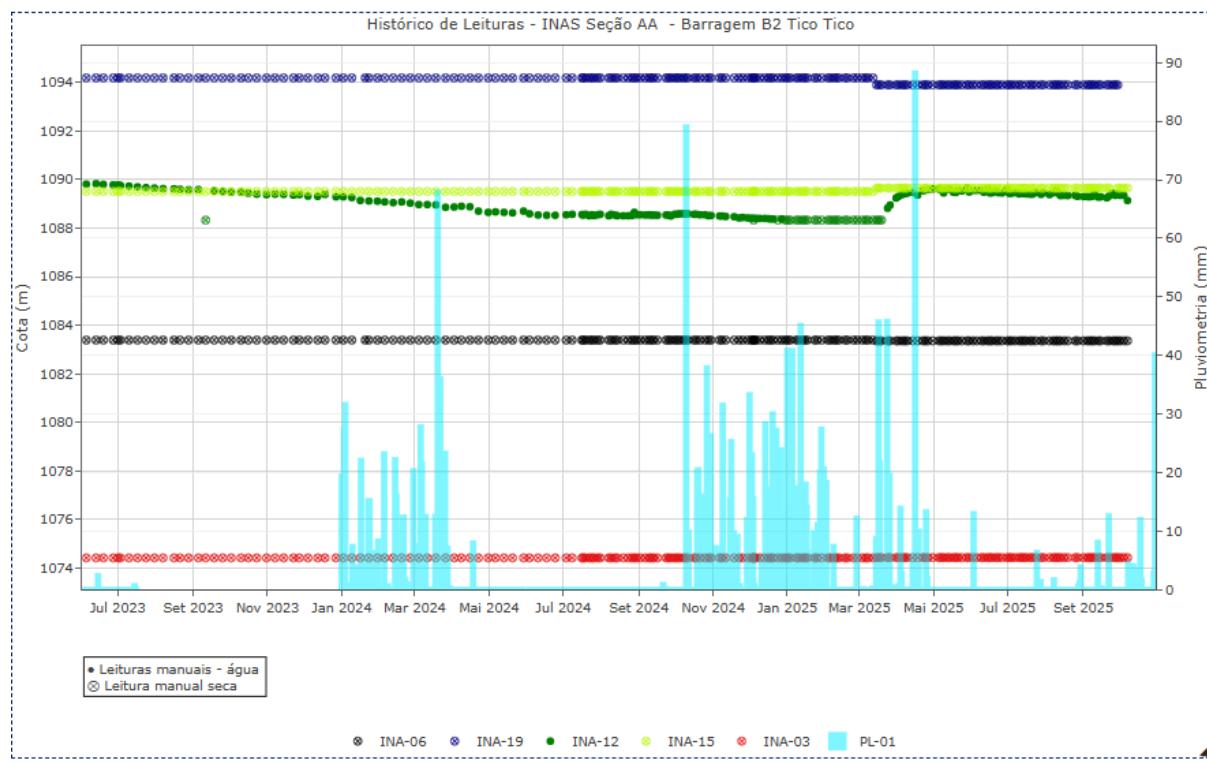
1- Instrumentos automatizados;

6.2.4.1 Leituras Instrumentação

As leituras dos níveis nos INA's e PZ's eram realizadas semanalmente e passaram a ser três vezes por semana após o início das obras de descaracterização da estrutura. Os deslocamentos dos Marcos Superficiais são aferidos semanalmente. Já os instrumentos automatizados realizam um monitoramento constante, com registro de leituras a cada 2 horas. As leituras na placa indicadora de vazão são realizadas diariamente.

- Indicadores de Nível d'Água e Piezômetros**

A seguir é apresentado um resumo dos dados de monitoramento para cada instrumento abrangendo dois anos hidrológicos, no período entre 06/2023 e 10/2025. Nos gráficos são apresentadas as leituras dos instrumentos separados por tipo de instrumento dentro das suas respectivas seções. Nenhum instrumento atingiu o nível de controle no período de análise deste relatório, como evidenciado na Tabela 6-4.

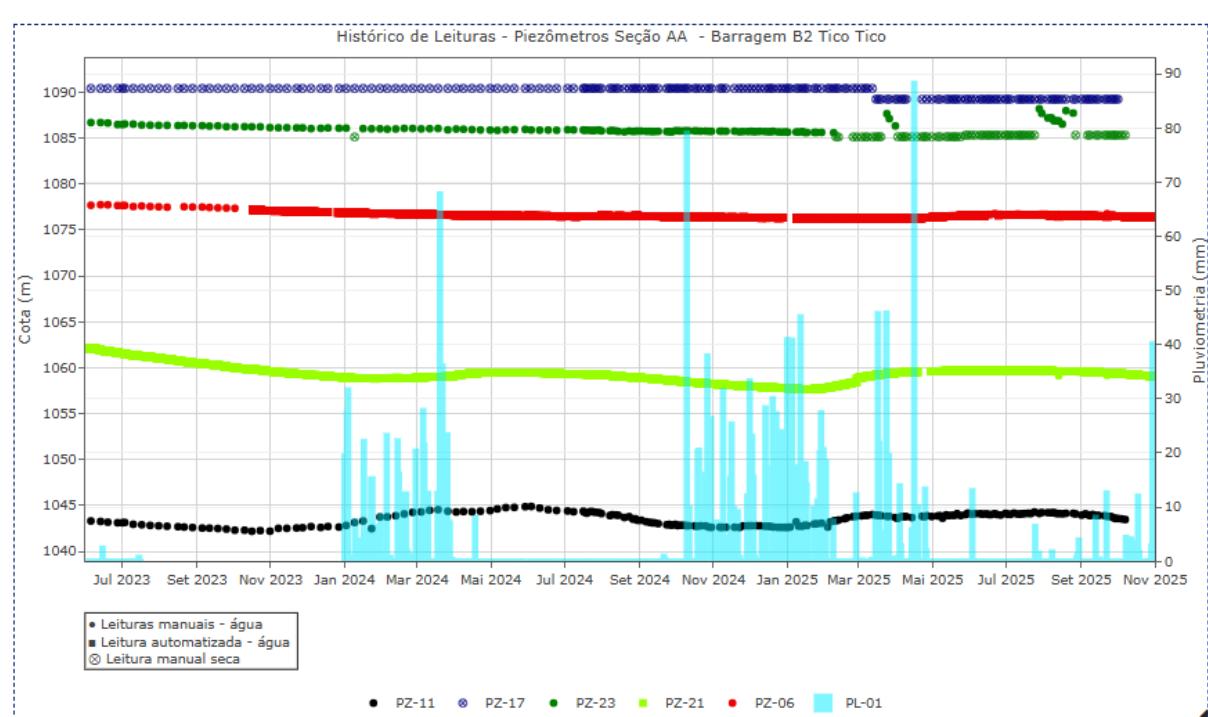
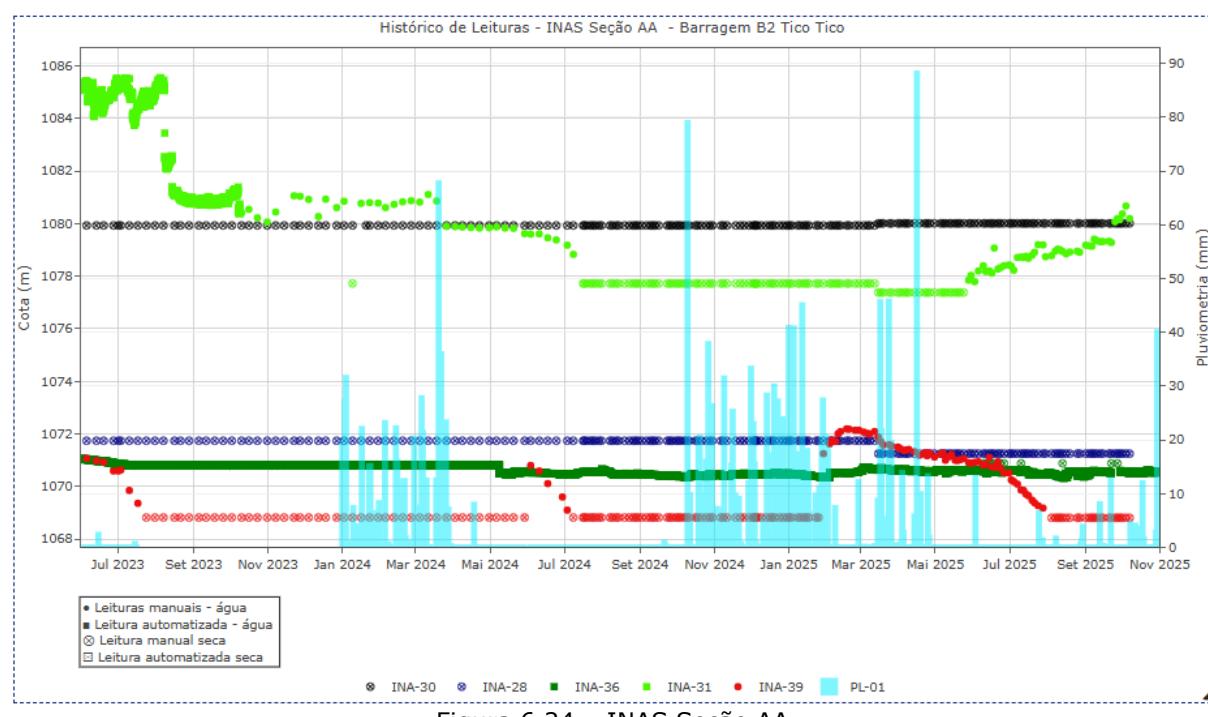


RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

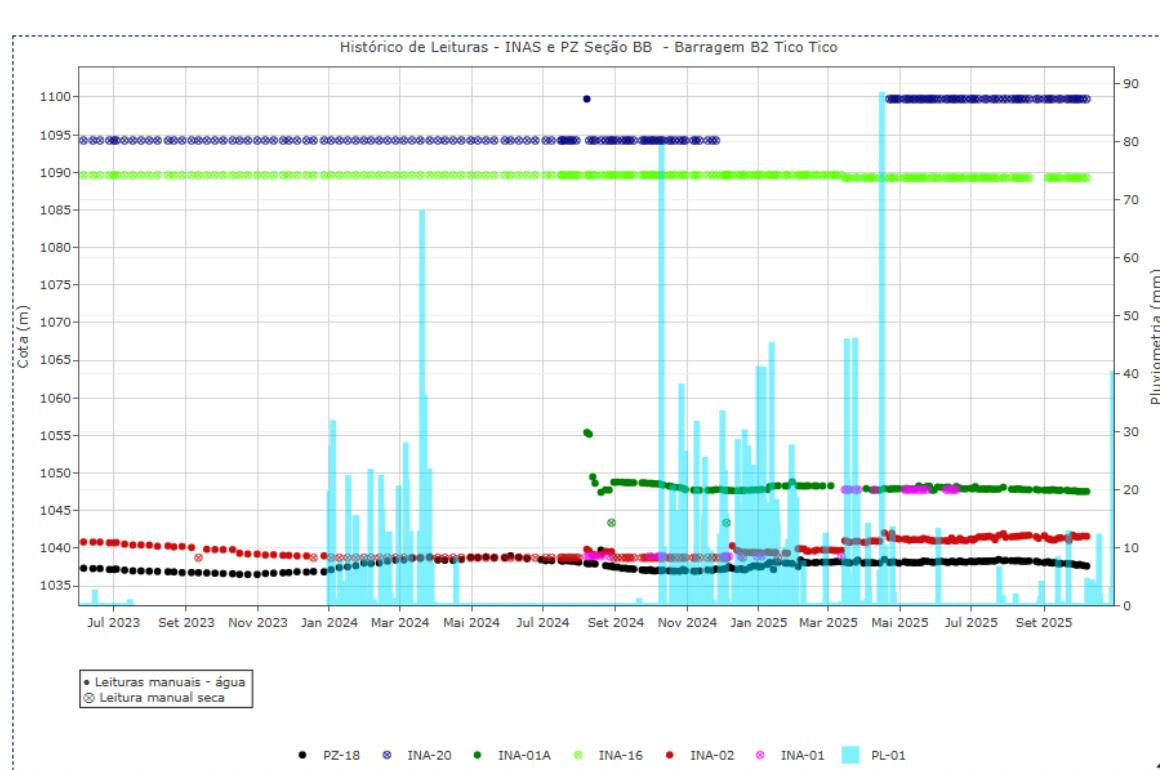
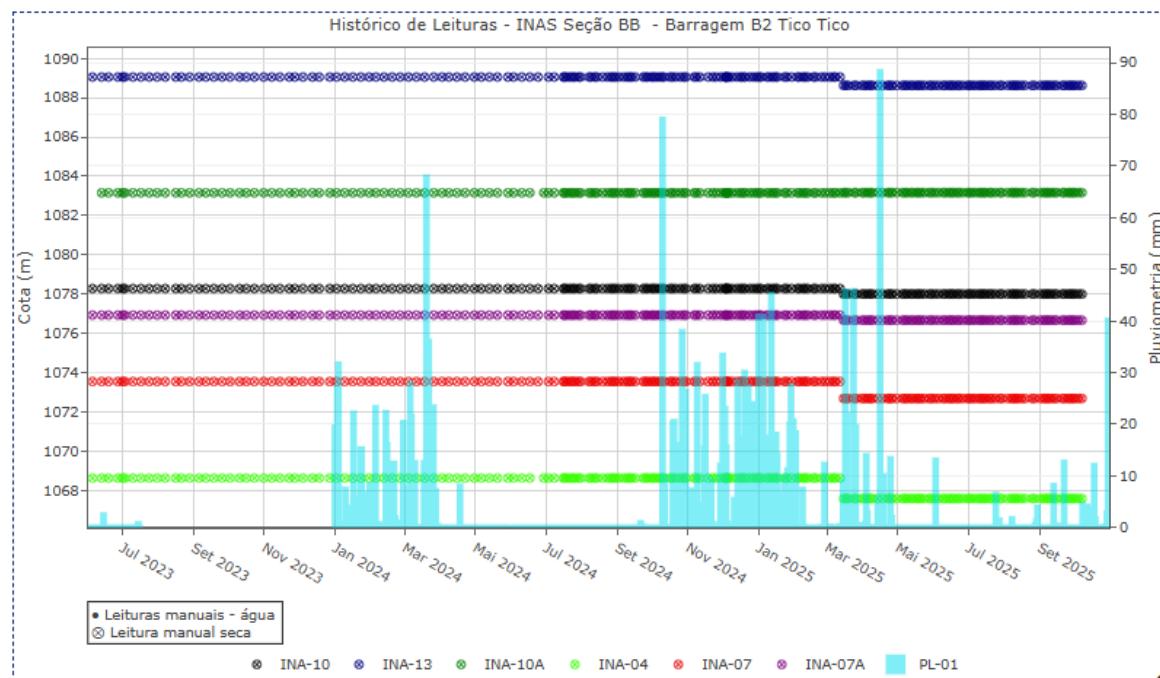


RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

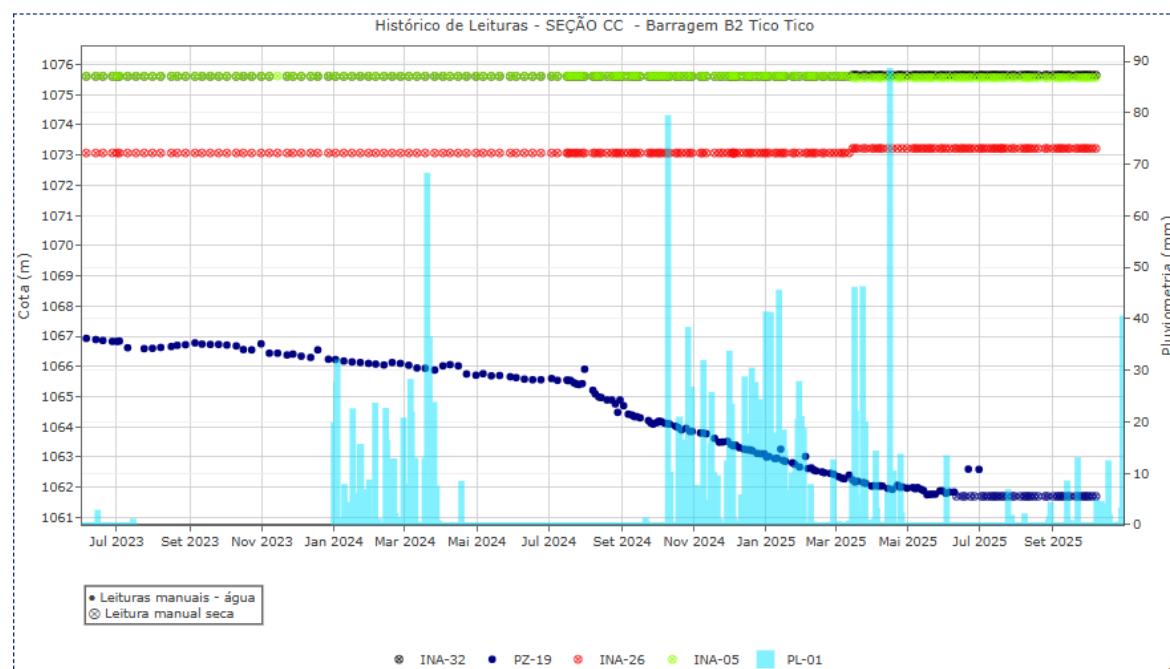


Figura 6.28 - Seção CC

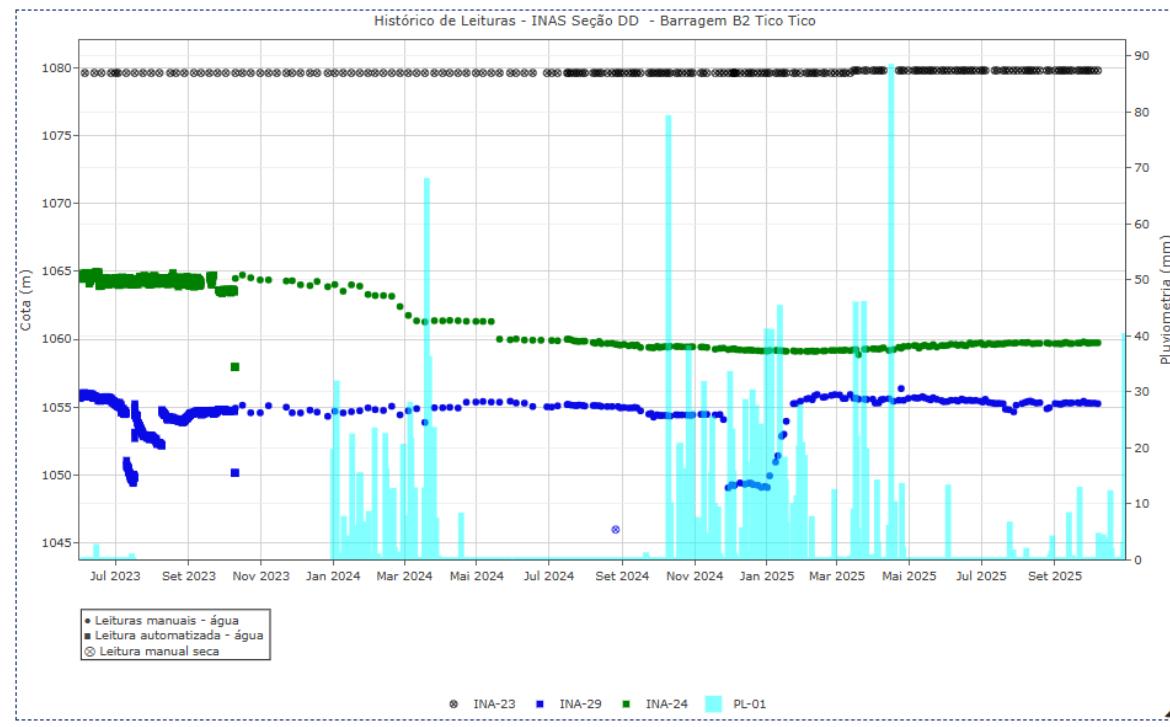


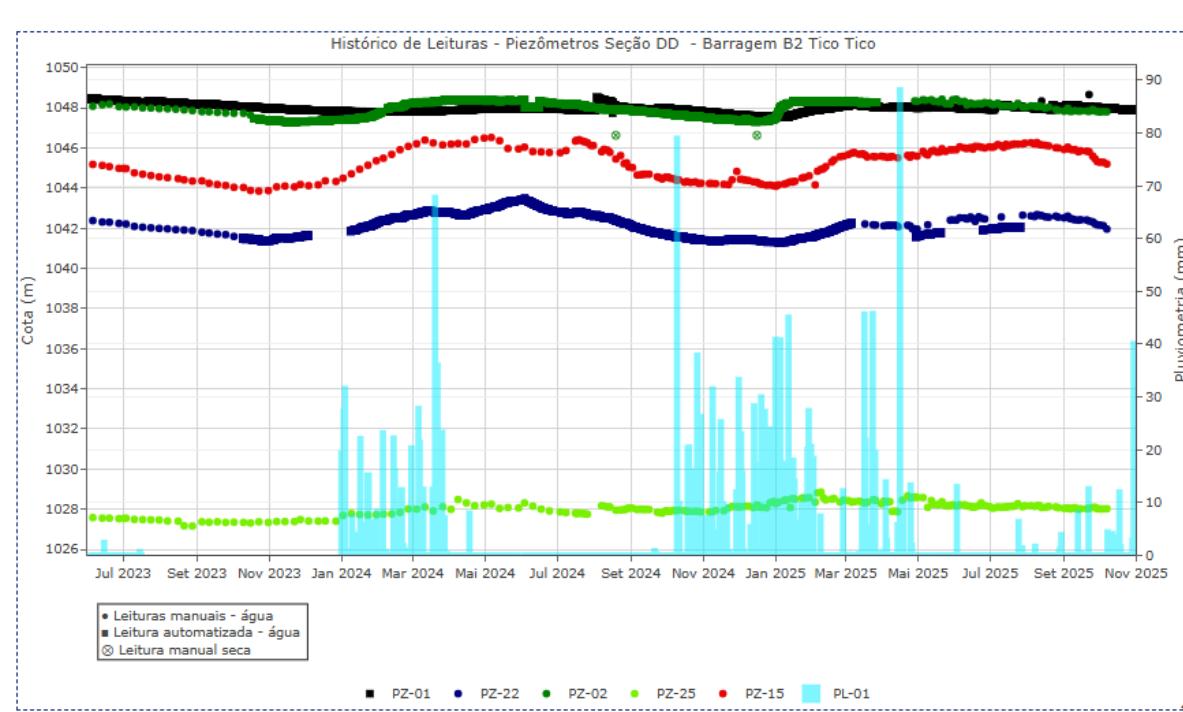
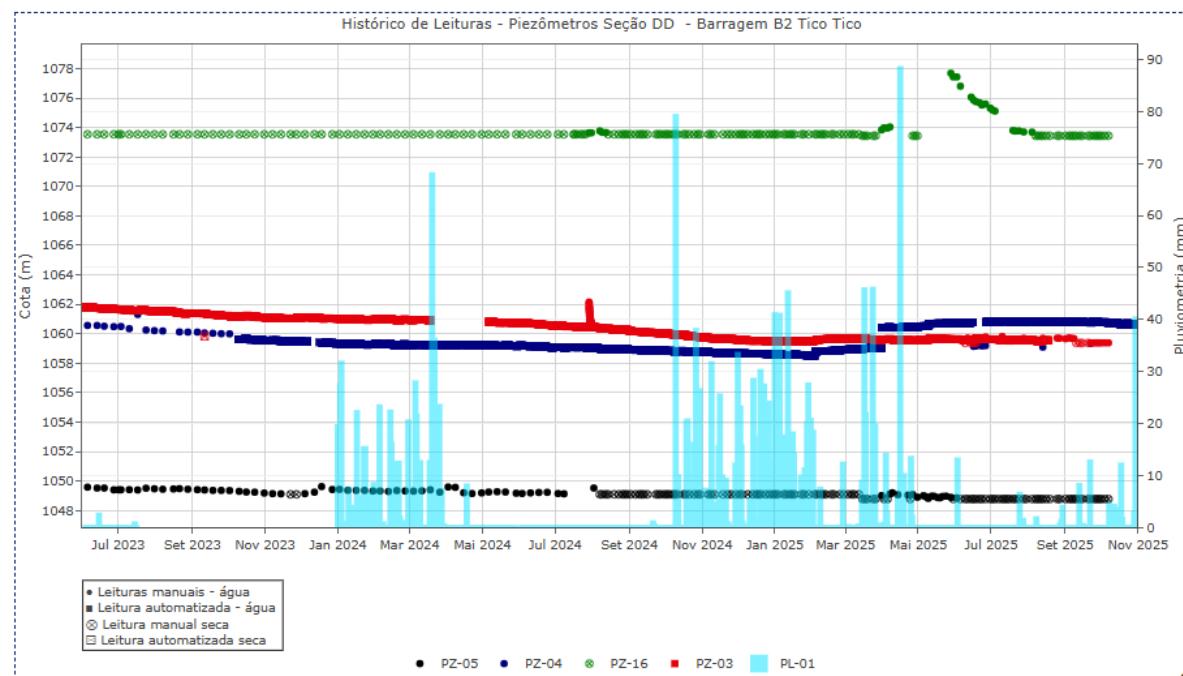
Figura 6.29 - INAS Seção DD

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



RELATÓRIO TÉCNICO

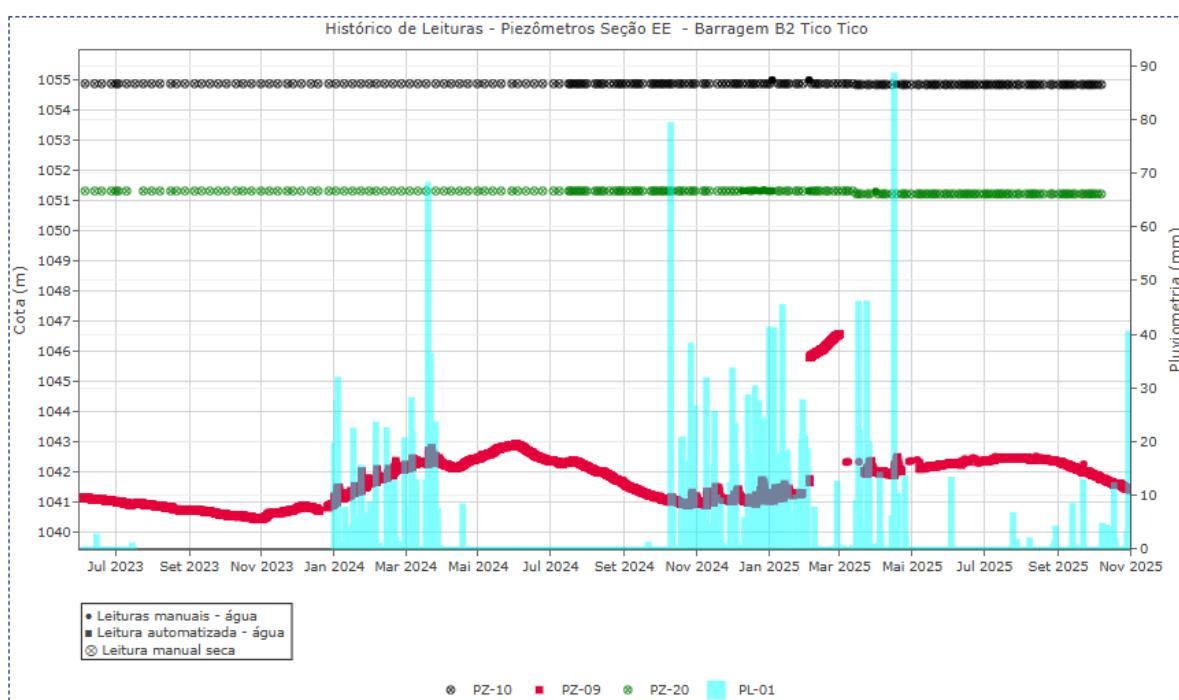
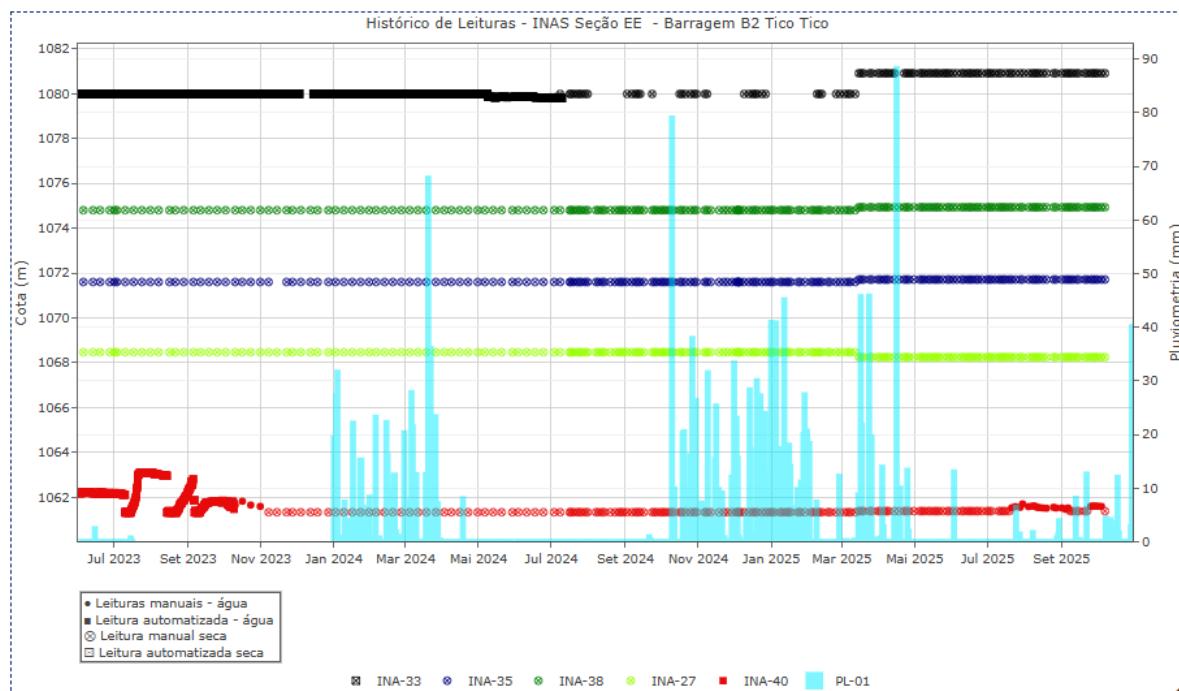
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

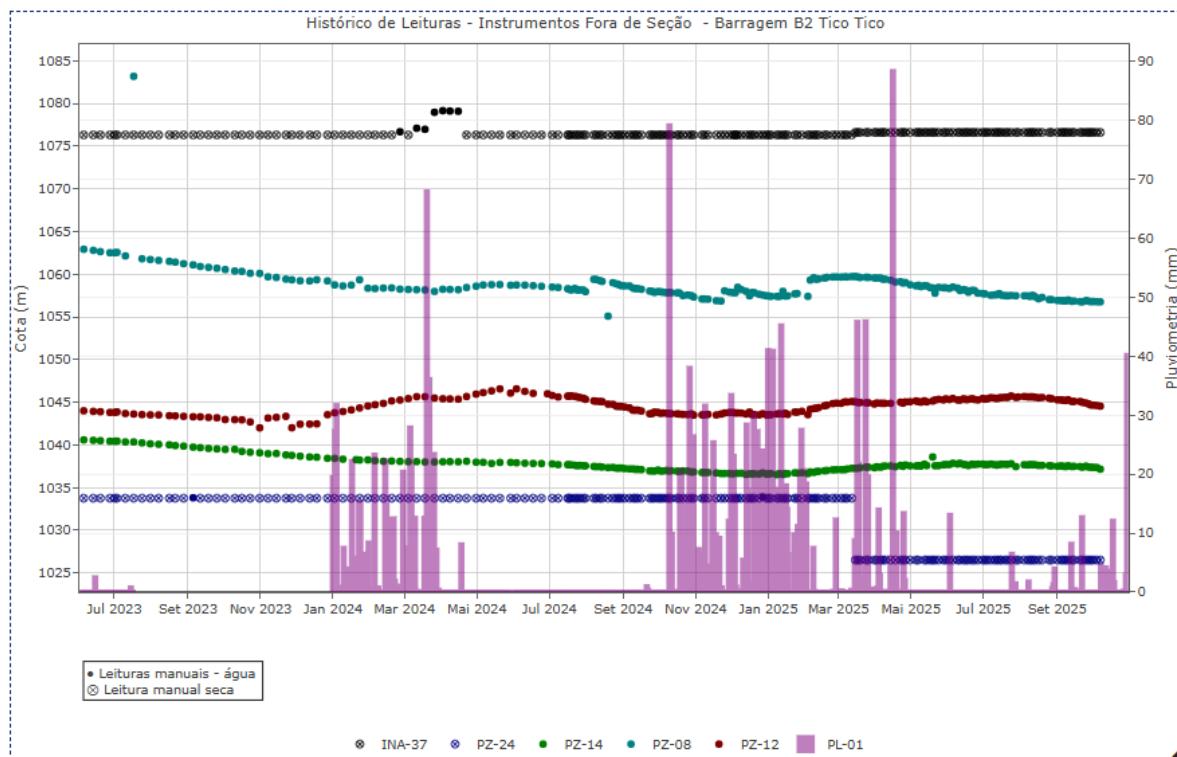


Figura 6.34 - Instrumentos Sem Seção

Durante os meses de julho e agosto de 2024, foram realizados testes de vida na instrumentação instalada na estrutura. Para os instrumentos que não indicaram uma boa resposta após a realização do teste, foi realizada lavagem do instrumento (novembro/2024 a janeiro/2025) e em alguns até novo teste de vida (janeiro/2025). Em fevereiro de 2025, foi realizada atualização da profundidade dos instrumentos após conclusão das novas verificações do funcionamento.

No período avaliado (agosto a outubro/2025) os instrumentos demonstraram, de forma geral, regularidade nas leituras, com algumas quedas e pouca influência negativa referente ao aumento de precipitação no mês de outubro em decorrência do início do período chuvoso. Devido às obras, muito instrumentos foram rebaixados, e suas respectivas cotas de topo já foram atualizadas, conforme Tabela 6-4. Pelo histórico registrado das leituras dos instrumentos instalados na Barragem B2 – Mina Tico-Tico, a superfície freática na fundação não apresenta uma resposta imediata em relação à alta incidência pluviométrica na região, e, no período chuvoso atual, segue a mesma tendência. Dentre os registros realizados no trimestre, nenhum instrumento apresentou leitura discrepante em relação ao histórico, e os instrumentos INA 05-B, INA-18 e INA-34 foram removidos devido ao avanço das obras de descaracterização.

- **Placa Indicadora de Vazão**

O atual monitoramento de vazão do dreno de fundo ocorre desde o dia 02/03/2023, conforme apresentado na Figura 2.6. Durante a 2ª quinzena de outubro de 2025, foi observada uma vazão média de 2,67 m³/h, com valores variando entre 2,29 e 3,11 m³/h. Tais leituras são consideradas normais para a estrutura.

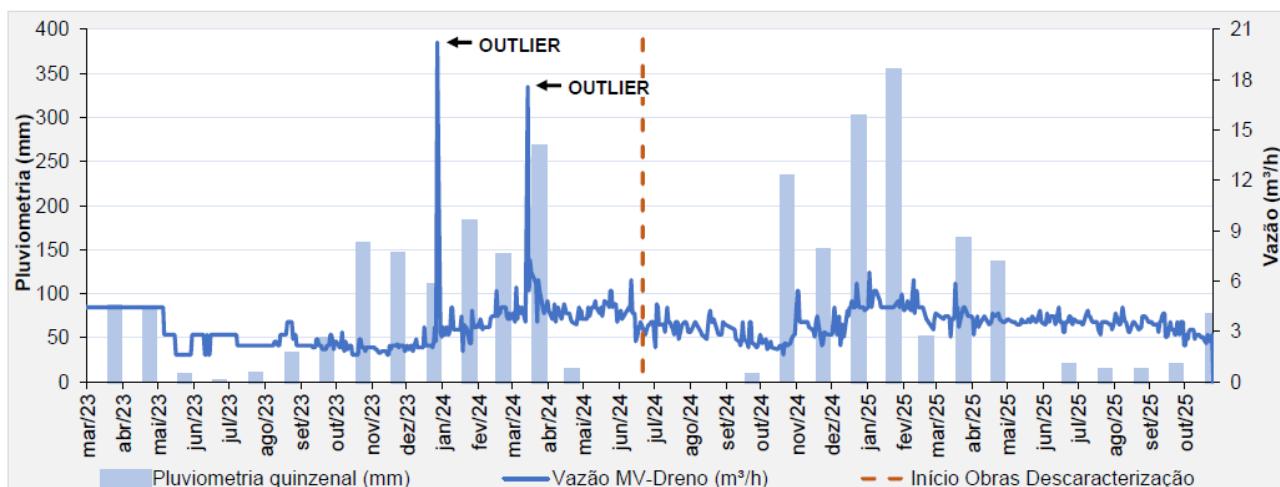


Figura 6.35 – Vazão – MV-Dreno – Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

• Marcos de Controle de Deformação

Atualmente na barragem existem 13 marcos de controle de deslocamento instalados como pode ser verificado na Tabela 6-4 e na Figura 6.22.

Na 1ª quinzena de abril de 2025, foram instalados 10 novos marcos de deslocamentos na estrutura, os quais foram cadastrados em 17/04/2025. Os marcos remanescentes MS-03, MS-04 e MS-05 foram recadastrados e renumerados, passando a ter nova numeração, sendo: MS-04, MS-03 e MS-13, respectivamente. Os Marcos MS-01 e MS-02 foram removidos com o avanço das obras de descaracterização.

A partir da análise das leituras dos marcos de controle pode-se considerar que as movimentações verticais e horizontais no maciço são muito pequenas, mantendo o padrão no trimestre de avaliação deste relatório. Os valores acumulados observados, horizontais menores que 15 mm e verticais menores que 7 mm, são em parte devidos provavelmente aos erros normais de leitura ("serrilhado"), em função da referência de nível e do equipamento utilizado e sua precisão. A última leitura dos deslocamentos dos marcos superficiais no período avaliado (agosto a outubro/2025) foi realizada no dia 25/10/2025.

A seguir são apresentados gráficos com o histórico dos deslocamentos horizontais e verticais dos marcos, em relação aos dados cadastrais verificados na última calibração realizada.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

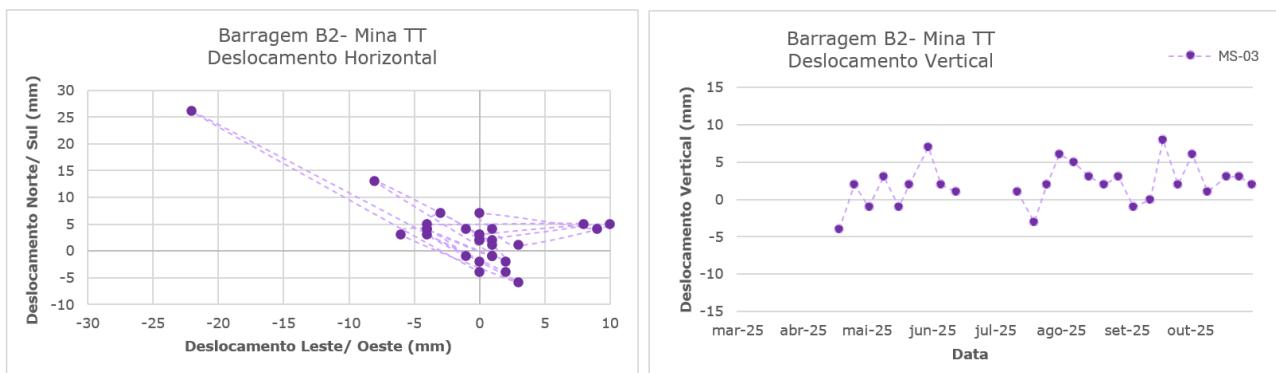


Figura 6.36 – Marco de controle de deformação – MS-03.

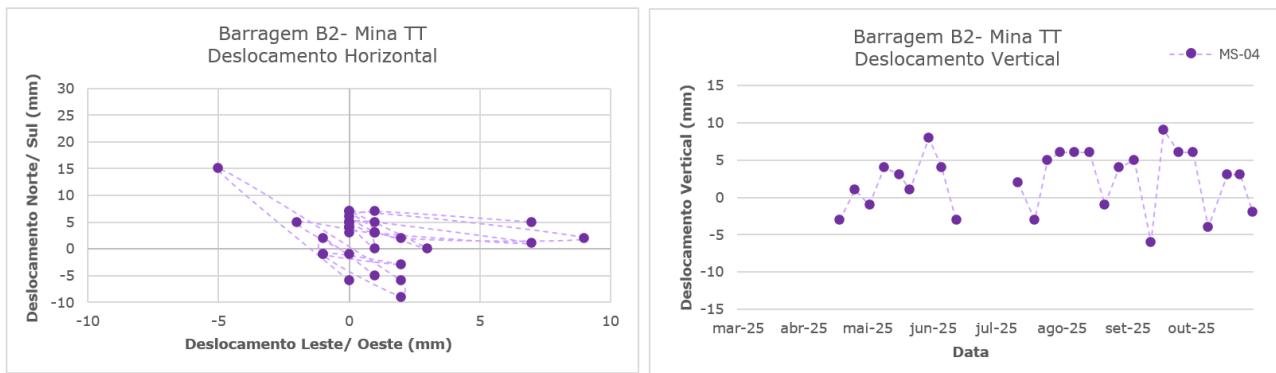


Figura 6.37 – Marco de controle de deformação – MS-04.

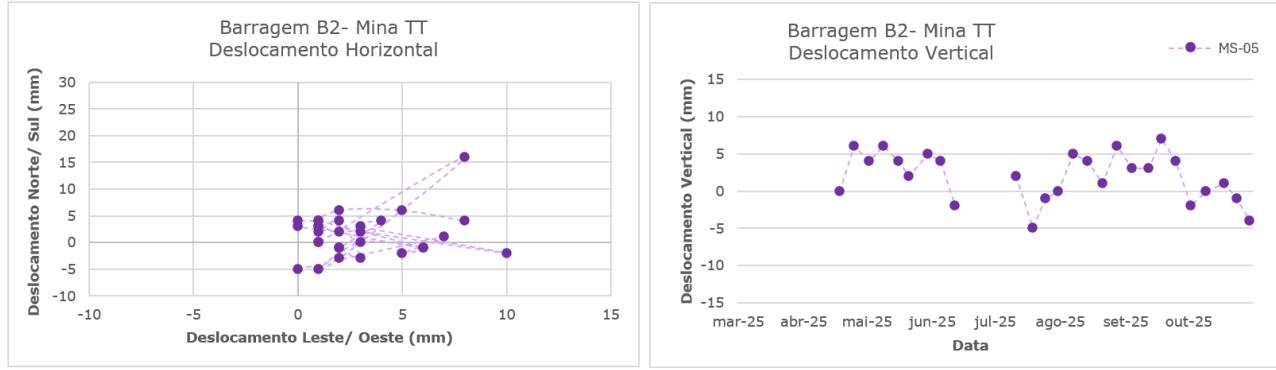


Figura 6.38 – Marco de controle de deformação – MS-05.

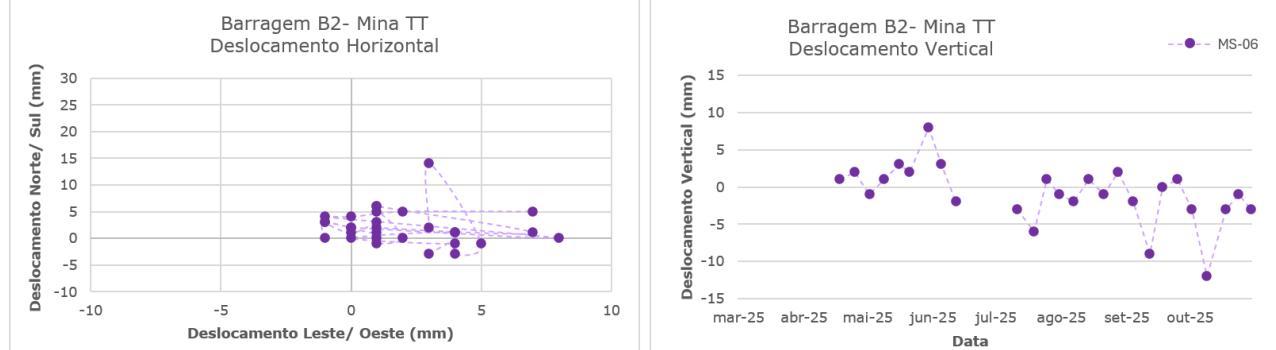


Figura 6.39 – Marco de controle de deformação – MS-06.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

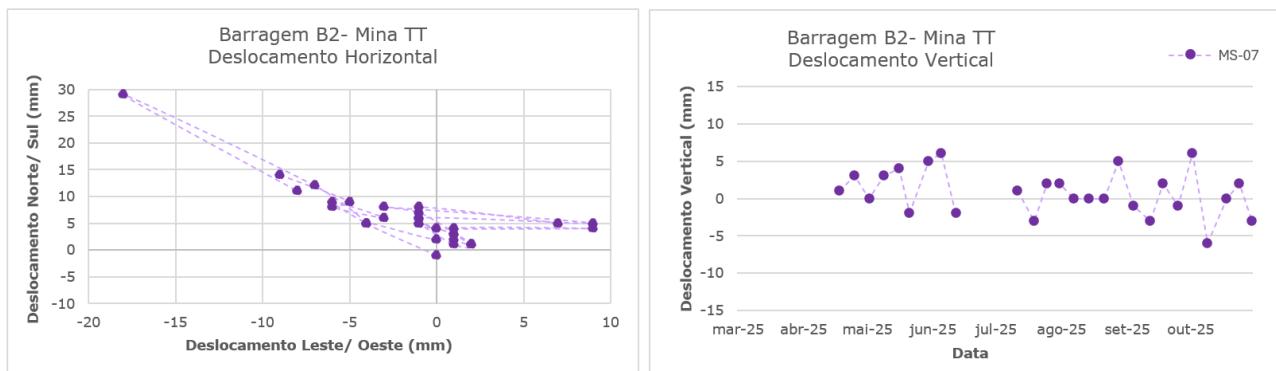


Figura 6.40 – Marco de controle de deformação – MS-07.

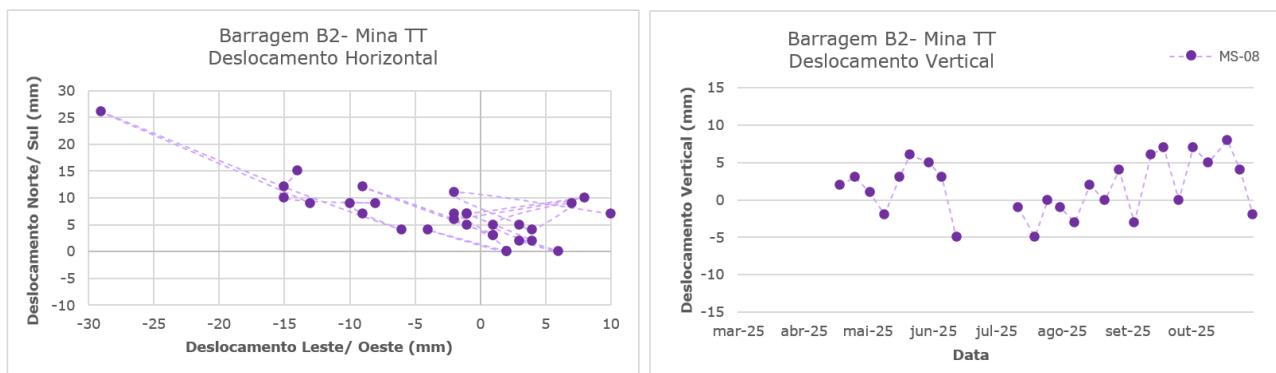


Figura 6.41 – Marco de controle de deformação – MS-08.

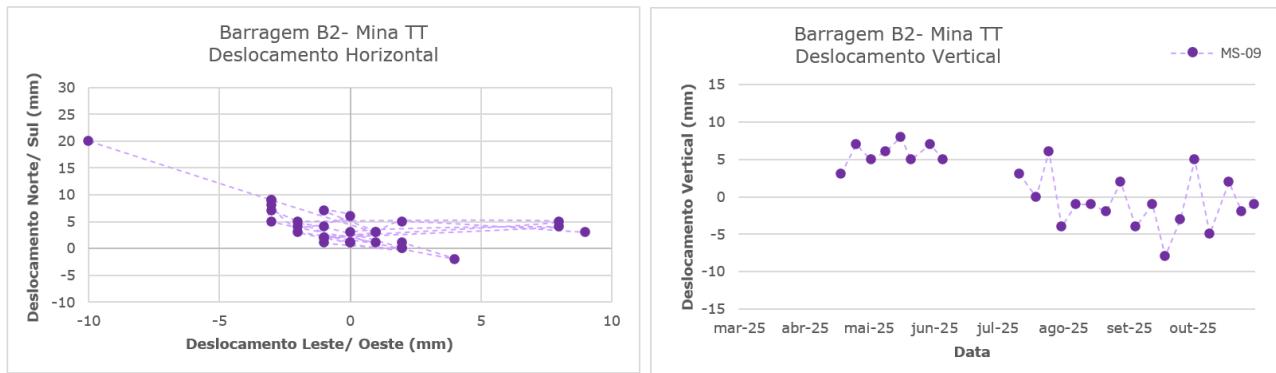


Figura 6.42 – Marco de controle de deformação – MS-09.

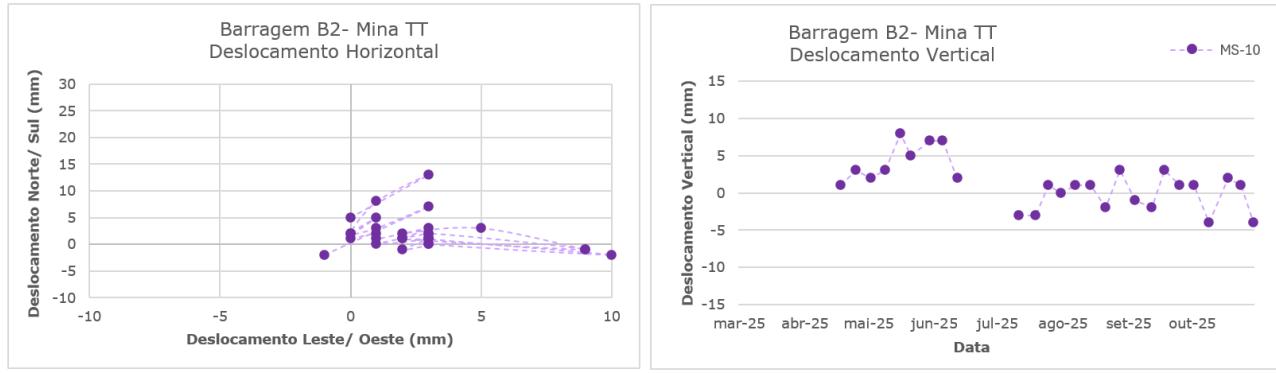


Figura 6.43 – Marco de controle de deformação – MS-10.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

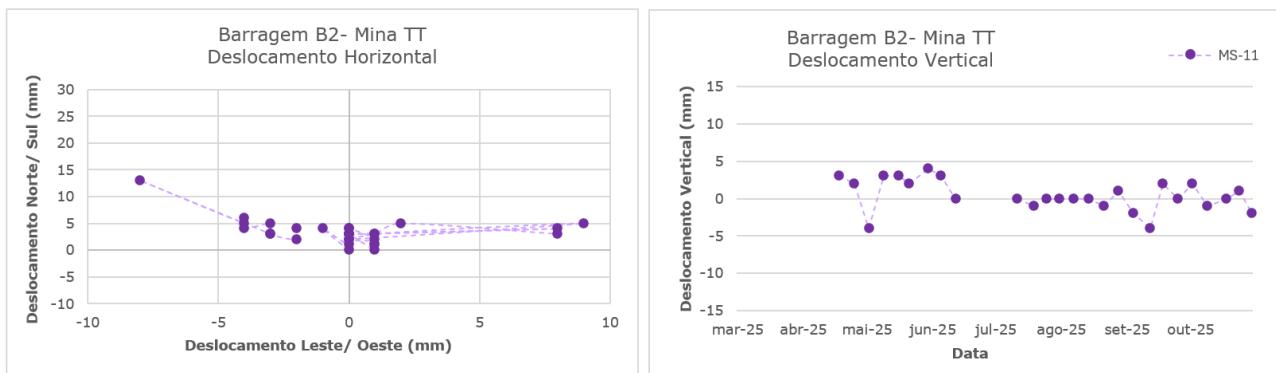


Figura 6.44 – Marco de controle de deformação – MS-11.

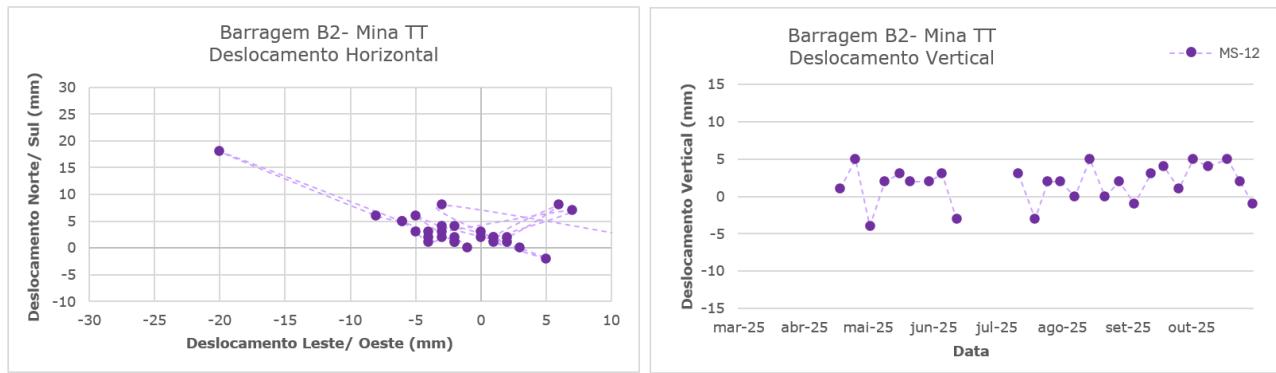


Figura 6.45 – Marco de controle de deformação – MS-12.

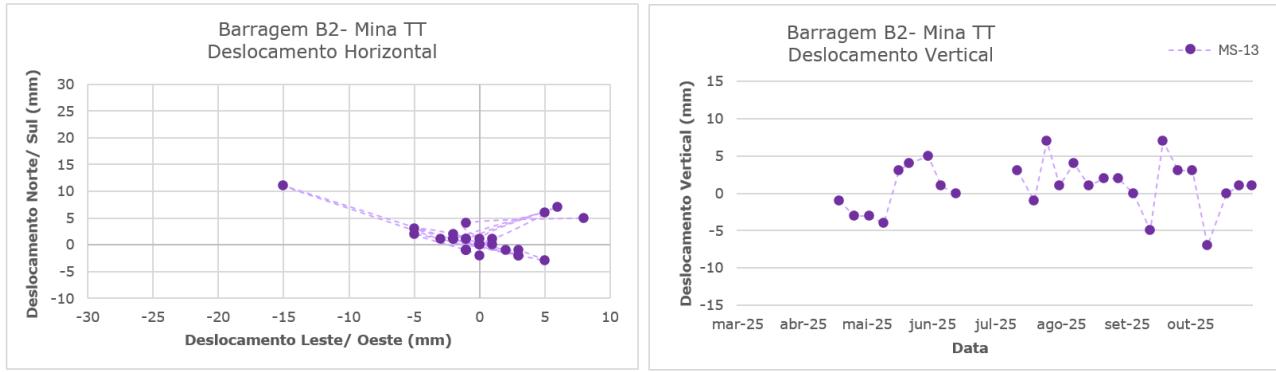


Figura 6.46 – Marco de controle de deformação – MS-13.

6.2.5 Análise de Estabilidade

Este item apresenta o resultado das análises de estabilidade realizadas para a barragem no período avaliado de agosto a outubro/2025.

A análise de estabilidade foi realizada 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.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

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.

Para os critérios de condição drenada, não drenada de pico e não drenada liquefeita (residual), foram utilizadas as análises de estabilidade realizadas pela Terracota, responsável pelo projeto de descaracterização e EdR da estrutura. Enquanto para o critério de carregamento sísmico, foram utilizadas as análises da empresa DAM, responsável pelo Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança de Barragens (RTESB) da Barragem B2.

Na Figura 6.47 é apresentada a locação em planta das seções e instrumentação de controle utilizadas nas análises de estabilidade.

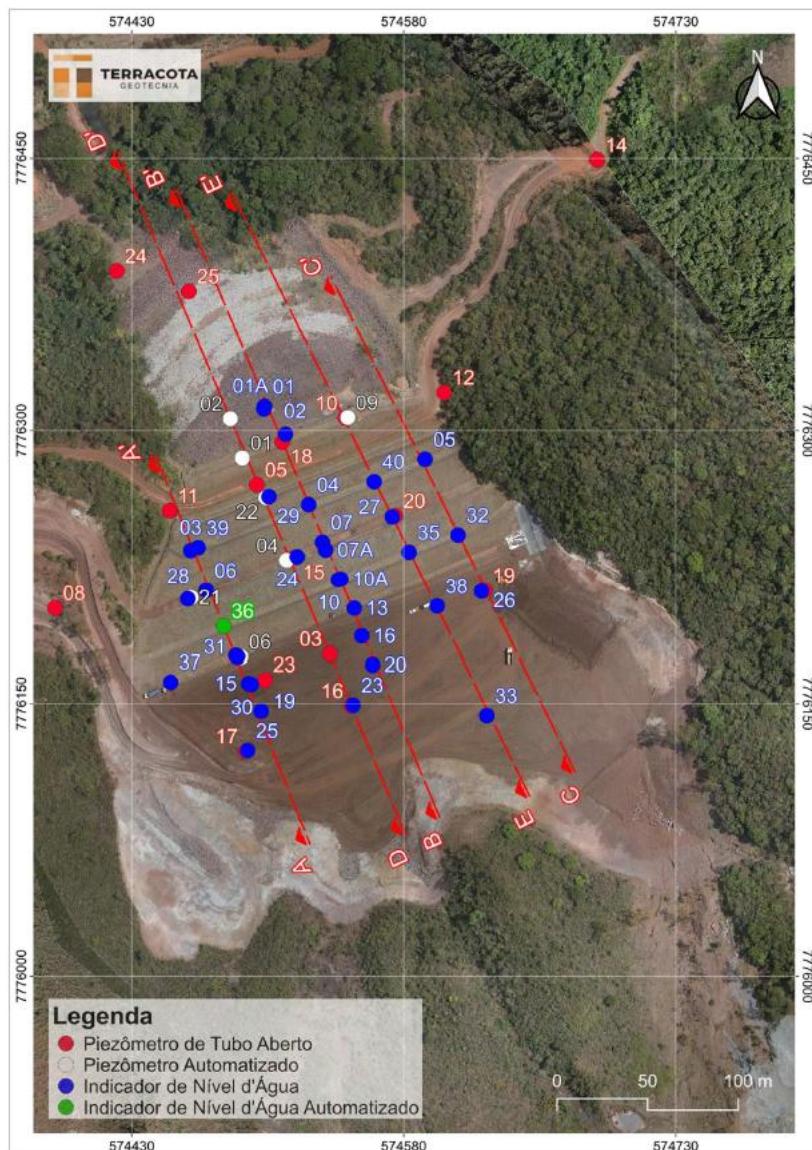


Figura 6.47 – Seções Instrumentadas Barragem B2 – Mina Tico-Tico – Planta.

6.2.5.1 **Premissas Adotadas nas Simulações**

As análises aqui apresentadas foram elaboradas para 05 (cinco) seções instrumentadas da Barragem B2 – 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. 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.

O comportamento contrátil do rejeito e seus parâmetros geotécnicos para condições não drenadas foram estudados a partir da análise de ensaios CPTu realizados na estrutura em três campanhas executadas entre 2018 e 2022. Os parâmetros de resistência não drenada do rejeito foram determinados a partir do método de Olson (2021), no caso do parâmetro de pico e pelo método de Robertson (2021), no caso do parâmetro liquefeito.

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 $\geq 1,5$**);
- Análises não drenadas com parâmetro de pico: NBR 13.028/2024 e Resolução ANM 95/2022 (**FS $\geq 1,3$**);
- Análises não drenadas com parâmetro de liquefeito: Termo de Referência para Descaracterização de Barragens (**FS $\geq 1,1$**).
- Análises com carregamento pseudo-estático: NBR 13.028/2024 (**FS $\geq 1,1$**);

A Tabela 6-5 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 6-5 – Premissas adotadas nas análises de estabilidade.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Caso Estudado		Critério para FS	Parâmetros de Resistência do Modelo				Solo / Rocha		
			Rejeitos						
Nível de Água	Análises		Contrátil		Dilatante				
			Saturado	Não Saturado					
Regime Permanente (Freática Atual)	Drenada	1,5	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo		
	Não drenada (Pico)	1,3	Resistência Não Drenada de Pico	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo		
	Residual (Liquefeito)	1,1	Resistência Não Drenada Residual	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo	Parâmetro Efetivo		
	Sismo (Pseudo-estática)	1,1	Resistência Não Drenada de Pico	Parâmetro Efetivo	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). Os critérios adotados na análise para condição não drenada (parâmetro de pico) seguem recomendação da Resolução 95/2022 da ANM.

6.2.5.2 Sismicidade do Local da Barragem

Em maio de 2022 foi elaborado pela empresa CREAR 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 CREAR utilizou como base de dados as informações compiladas pelo Centro de Sismologia da USP, que conta com a colaboração da Universidade de Brasília (UNB), da Universidade do Rio Grande do Norte e Rede Sismográfica Brasileira. A Figura 6.48 apresenta a distribuição dos sismógrafos existentes no território nacional.



Figura 6.48 – 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 CREAR adotou as curvas elaboradas nos estudos de Yenier e Atkinson (2015) que foram desenvolvidas para a região leste dos Estados Unidos, que constitui uma região continental estável, similar as características sísmicas do território brasileiro e da região estudada.

Ao todo foram analisados 06 (seis) modelos que variaram as fontes de propagação, a referência para estimativa da magnitude do sismo e três diferentes curvas de atenuação. A Tabela 6-6 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 6-6 – 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	
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 6.49).

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 CREAR.

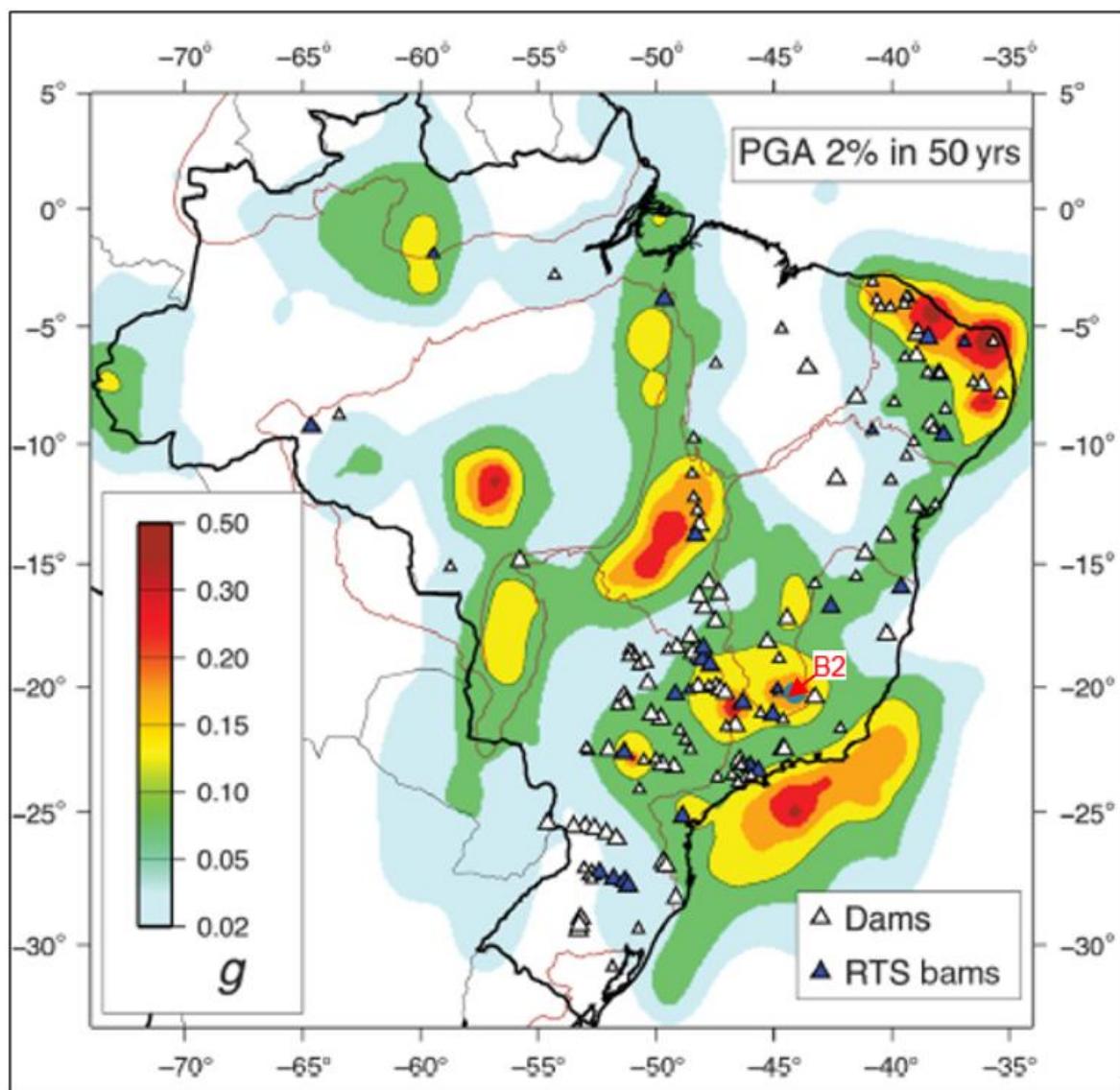


Figura 6.49 – Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos (Assumpção Et al., 2018).

Devido ao dano potencial associado, em função do risco relacionado a população à jusante, a barragem se enquadra como categoria de Dano Muito Alto. Desse modo, seguindo as premissas determinadas pela CDA (2014), foi determinado o PGA médio de 0,183g, considerando um período de retorno de 10.000 anos.

Conforme recomendado por autores como Hynes-Griffin & Franklin (1984) e Kavazanjian et al. (1997), o coeficiente sísmico horizontal (ah) para ser utilizado nas análises de estabilidade pseudo-estáticas, é igual a 50% do PGA, resultando no valor de 0,09g. Enquanto que para a componente vertical (av), é usado um número correspondente semelhante a 60% da horizontal, seguindo proporção indicada na publicação Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas

(Eletrobrás, 2003), resultando num valor igual a 0,05g, que deve ser simulada nos dois sentidos, ou seja, de baixo para cima e de cima para baixo.

6.2.5.3 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 B2 - Mina Tico-Tico.

A Tabela 6-7 e Tabela 6-8 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 6-7 – Instrumentação – Freática atuante no rejeito - Valores lidos (31/10/25) e adotados.

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
A-A'	INA-25	1.098,96	Sem leitura (5)	1.088,90 ⁽¹⁾
	INA-19	1.093,90	Seco	1.087,36 ⁽¹⁾
	INA-30	1.080,01	Sem Leitura (6)	1.085,33 ⁽¹⁾
	INA-15	1.089,65	Seco	1.085,33 ⁽¹⁾
	PZ-23	1.085,33	Seco	1.085,33
	INA-31	1.077,38	1.079,35	1.079,35
	PZ-06 ⁽²⁾	1.075,53	1.076,41	1.079,35 ⁽¹⁾
	INA-12	1.088,33	1.089,31 ⁽³⁾	1.079,35 ⁽¹⁾
	INA-36 ⁽²⁾	1.070,88	1.070,55 ⁽⁴⁾	1.070,88
	INA-28	1.071,25	Seco	1.069,95 ⁽¹⁾
	INA-06	1.083,36	Seco	1.069,95 ⁽¹⁾
	INA-39	1.068,81	Seco	1.068,81
	INA-03	1.074,43	Seco	1.068,81 ⁽¹⁾
B-B'	INA-20	1.099,75	Seco	1.063,00 ⁽¹⁾
	INA-16	1.089,27	Seco	1.061,53 ⁽¹⁾
	INA-13	1.088,62	Seco	1.060,32 ⁽¹⁾
	INA-10	1.078,01	Seco	1.058,97 ⁽¹⁾
	INA-10A	1.083,17	Seco	1.058,97 ⁽¹⁾
	INA-07	1.072,70	Seco	1.057,37 ⁽¹⁾
	INA-07A	1.076,68	Seco	1.057,37 ⁽¹⁾
B-B'	INA-04	1.067,61	Seco	1.054,49 ⁽¹⁾
	PZ-18	1.029,98	1.037,30	1.050,40 ⁽¹⁾
	INA-02	1.040,25	1.041,52	1.050,20 ⁽¹⁾
C-C'	INA-01	1.047,79	Danificado	1.047,40 ⁽¹⁾
	INA-01A	1.043,29	1.047,40	1.047,40
D-D'	INA-26	1.073,22	Seco	1.061,70 ⁽¹⁾
	PZ-19	1.061,70	Seco	1.061,70
	INA-32	1.075,65	Seco	1.060,60 ⁽¹⁾
	INA-05	1.075,57	Seco	1.059,00 ⁽¹⁾
D-D'	INA-23	1.079,79	Seco	1.073,44 ⁽¹⁾

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
E-E'	INA-24	1.055,03	1.059,71	1.060,67 ⁽¹⁾
	PZ-04 ⁽²⁾	1.055,76	1.060,67	1.060,67
	INA-29	1.046,61	1.055,17	1.055,17
	PZ-05	1.048,78	Seco	1.048,78
	PZ-01 ⁽²⁾	1.046,98	1.047,90	1.047,90
	PZ-02 ⁽²⁾	1.046,39	1.047,67	1.047,67
	PZ-25	1.026,15	1.027,96	1.027,96
E-E'	INA-33	1.080,90	Seco	1.080,90
	INA-38	1.074,93	Seco	1.071,92 ⁽¹⁾
	INA-35	1.071,71	Seco	1.067,37 ⁽¹⁾
	INA-27	1.068,25	Seco	1.064,38 ⁽¹⁾
	PZ-20	1.051,21	Seco	1.064,38 ⁽¹⁾
	INA-40	1.061,39	Seco	1.061,39
	PZ-09 ⁽²⁾	1.036,67	1.041,42	1.054,84 ⁽¹⁾
E-E'	PZ-10	1.054,84	Seco	1.054,84

- 1- Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;
- 2- Instrumentos automatizados;
- 3- Leitura discrepante em relação aos instrumentos adjacentes;
- 4- Leitura abaixo da cota de fundo do instrumento. Adotada leitura seca;
- 5- Instrumento obstruído. Adotada leitura seca, conforme última leitura válida (27/09/2025).
- 6- Leitura não realizada no dia 31/10/2025. Adotada leitura seca, conforme última leitura válida (24/10/2025).

Tabela 6-8 – Instrumentação – Freática atuante na fundação - Valores lidos (31/10/25) e adotados.

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
A-A'	PZ-17	1.089,24	Seco	1.084,00 ⁽¹⁾
	PZ-21 ⁽²⁾	1.048,62	1.059,07	1.059,07
	PZ-11	1.027,43	1.043,07	1.057,30 ⁽¹⁾
D-D'	PZ-16	1.073,44	Seco	1.073,44
	PZ-03	1.059,37	Sem Leitura ⁽³⁾	1.059,72
	PZ-15	1.032,38	1.044,77	1.044,77
	PZ-22 ⁽²⁾	1.037,19	1.041,79	1.041,79

- 1- Valores adotados através de interpolação visual das leituras dos instrumentos adjacentes para a posição de instalação do referido instrumento;
- 2- Instrumentos automatizados;
- 3- Leitura não realizada no dia 31/10/2025. Adotada última leitura válida (29/10/2025).

6.2.5.4 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.20.536).

Devido às obras de descaracterização, foi necessária a execução de lastro sobre o rejeito para possibilitar o acesso de equipamentos ao reservatório. Os parâmetros do material foram estimados.

Na Tabela 6-9 apresentam-se os parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-9 – Parâmetros geotécnicos dos materiais da barragem e fundação.

Material	Cor	γ (kN/m ³)	Parâmetros de Resistência						Referência	
			Parâmetros Efetivos		Parâmetros Totais					
			c' (kPa)	ϕ' (°)	Razão de resistência não drenada S_u/σ'_v (kPa)	Obtidos	Adotados ⁽¹⁾			
Drenado			0	38,0	-	-	-	-		Ensaios de compressão triaxial de laboratório
Rejeito	Não Drenado - Pico	28,0	-	-	0,26	-	-	-		Interpretação dos ensaios de piezocone executados nas campanhas de 2018, 2019 e 2021 – 2022.
	Não Drenado - Liquefeito		-	-	0,06	-	-	-		
Solo Residual de Filito ⁽¹⁾		16,0	10,0	33,0	-	68,0	21,9	54,4	17,5	Ensaios de compressão triaxial de laboratório
Aterro Compactado		21,5	10,5	37,5	-	-	-	-		Ensaios de compressão triaxial de laboratório
Tálu / colúvio		21,0	26,5	35,0	-	-	-	-		Ensaios de compressão triaxial de laboratório ⁽²⁾ (Barragem B1-Auxiliar)
Saprolito de Filito		20,0	15,0	45,0	-	-	-	-		Correlação com N_{SPT}
Enrocamento Reforço		23,0	Envoltória intermediária de Leps (1970)			-	-	-		Estimativa bibliografia/projetistas
LASTRO		18,0	0	30,0	-	-	-	-		Parâmetros estimados

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

(2) Ensaios executados na matriz siltosa. Parâmetros majorados em 10% para contabilizar presença de blocos.

6.2.5.5 Resultados

Os resultados das análises de estabilidade realizadas são apresentados na Figura 6.50 a Figura 6.72 a destacando-se as superfícies de ruptura global e local que apresentaram os menores fatores de segurança. A Tabela 6-10 apresenta um resumo dos estudos de estabilidade geotécnica.

Tabela 6-10 – Resultado das análises de estabilidade.

Seção	Data de Referência da Freática	Condição de Carregamento	Parâmetro de Resistência dos Rejeitos	F.S. Recomendado	F.S. Obtido
A-A'	31/10/2025	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,16
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	2,16
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	2,16
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,10	1,57 (sismo ↑) 1,58 (sismo ↓)
B-B'	31/10/2025	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,81
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,81
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,30
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,10	1,41 (sismo ↑) 1,41 (sismo ↓)
C-C ⁽¹⁾	31/10/2025	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,14
		Drenado pseudo-estático	Parâmetro Efetivo	1,10	1,61 (sismo ↑) 1,62 (sismo ↓)
D-D'	31/10/2025	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,92
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,92
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,22
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,10	1,21 (sismo ↑) 1,21 (sismo ↓)
E-E'	31/10/2025	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,95
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,78
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,35
		Não drenado pseudo-estático	Resistência não drenada de pico	1,10	1,18 (sismo ↑) 1,16 (sismo ↓)

(1) Na seção C-C' não há rejeito localizado abaixo da linha freática, não sendo aplicável a utilização de parâmetro não drenado.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

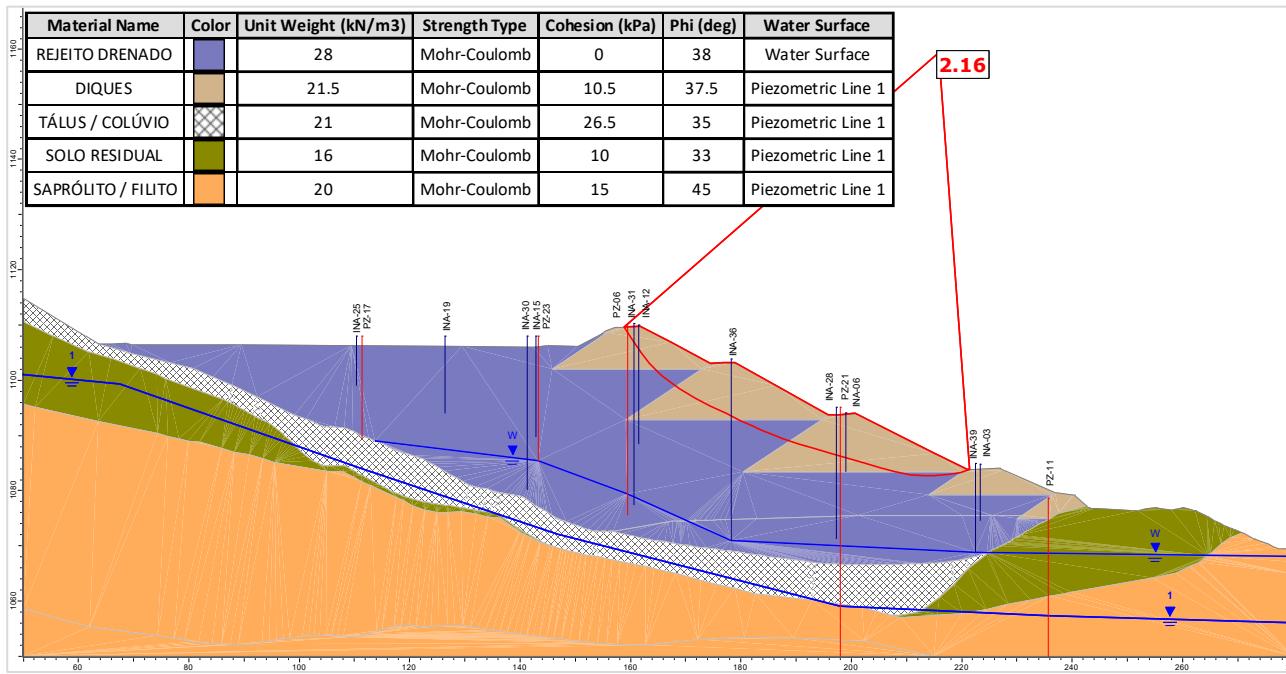


Figura 6.50 – Seção A-A' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada

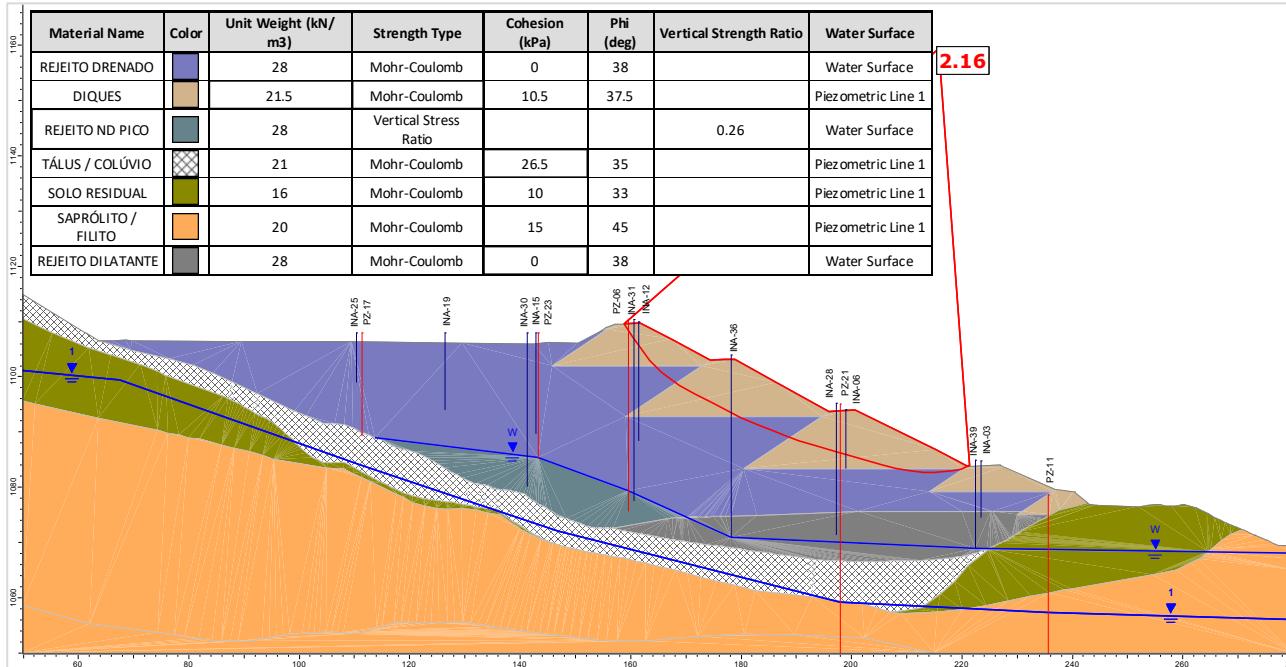


Figura 6.51 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada de pico.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

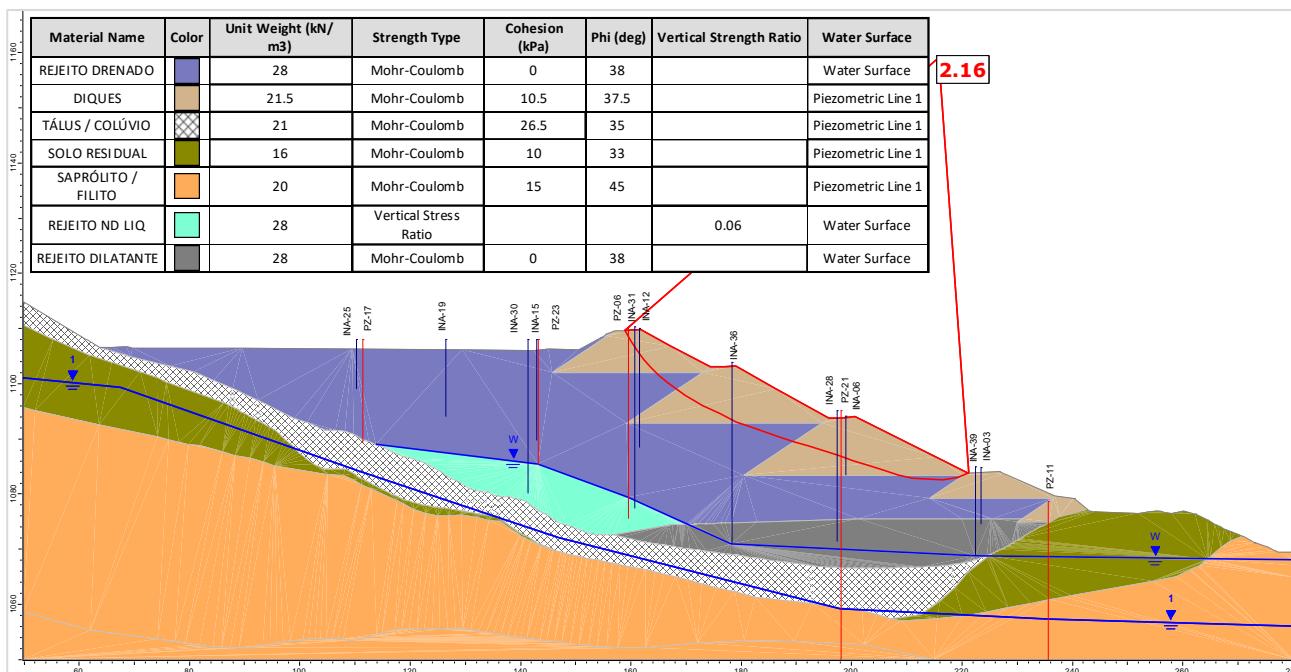


Figura 6.52 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada liquefeita.

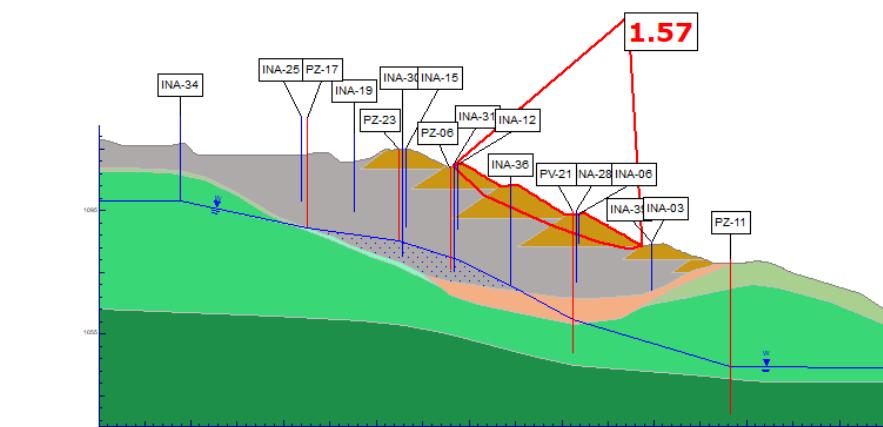
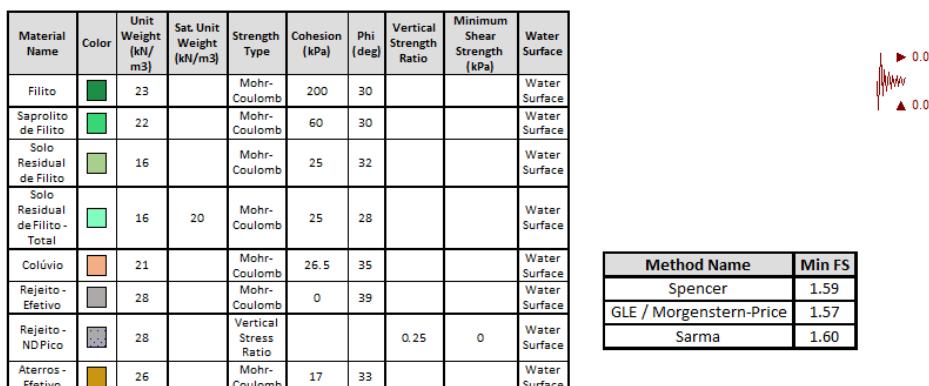


Figura 6.53 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↑

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Vertical Strength Ratio	Minimum Shear Strength (kPa)	Water Surface
Filito		23		Mohr-Coulomb	200	30			Water Surface
Saprólito de Filito		22		Mohr-Coulomb	60	30			Water Surface
Solo Residual de Filito		16		Mohr-Coulomb	25	32			Water Surface
Solo Residual de Filito - Total		16	20	Mohr-Coulomb	25	28			Water Surface
Colúvio		21		Mohr-Coulomb	26.5	35			Water Surface
Rejeito-Efetivo		28		Mohr-Coulomb	0	39			Water Surface
Rejeito-ND Pico		28		Vertical Stress Ratio			0.25	0	Water Surface
Aterros-Efetivo		26		Mohr-Coulomb	17	33			Water Surface



Method Name	Min FS
Spencer	1.59
GLE / Morgenstern-Price	1.58
Sarma	1.60

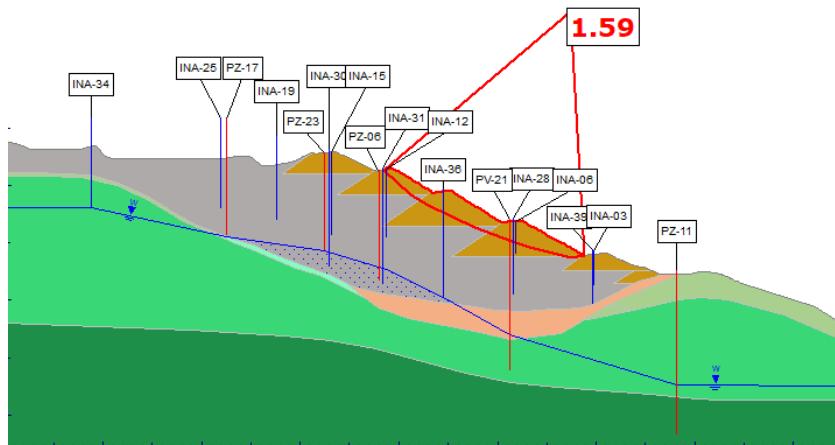


Figura 6.54 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↓

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Shear Normal Function	Water Surface
REJEITO DRENADO		28	Mohr-Coulomb	0	38		Water Surface
DIQUES		21.5	Mohr-Coulomb	10.5	37.5		Water Surface
TÁLUS / COLÚVIO		21	Mohr-Coulomb	26.5	35		Water Surface
SOLO RESIDUAL		16	Mohr-Coulomb	10	33		Water Surface
SAPRÓLITO / FILITO		20	Mohr-Coulomb	15	45		Water Surface
ENROCAMENTO REFORÇO		23	Shear Normal function			Enrocamento Leps_1970 - Intermediária	Water Surface
START_DAM		21.5	Mohr-Coulomb	10.5	37.5		Water Surface

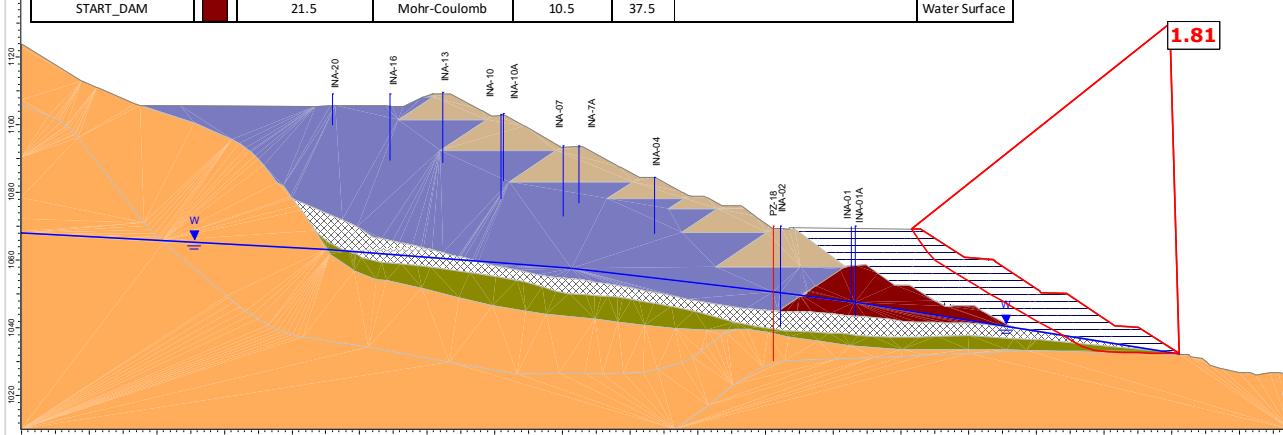


Figura 6.55 – Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

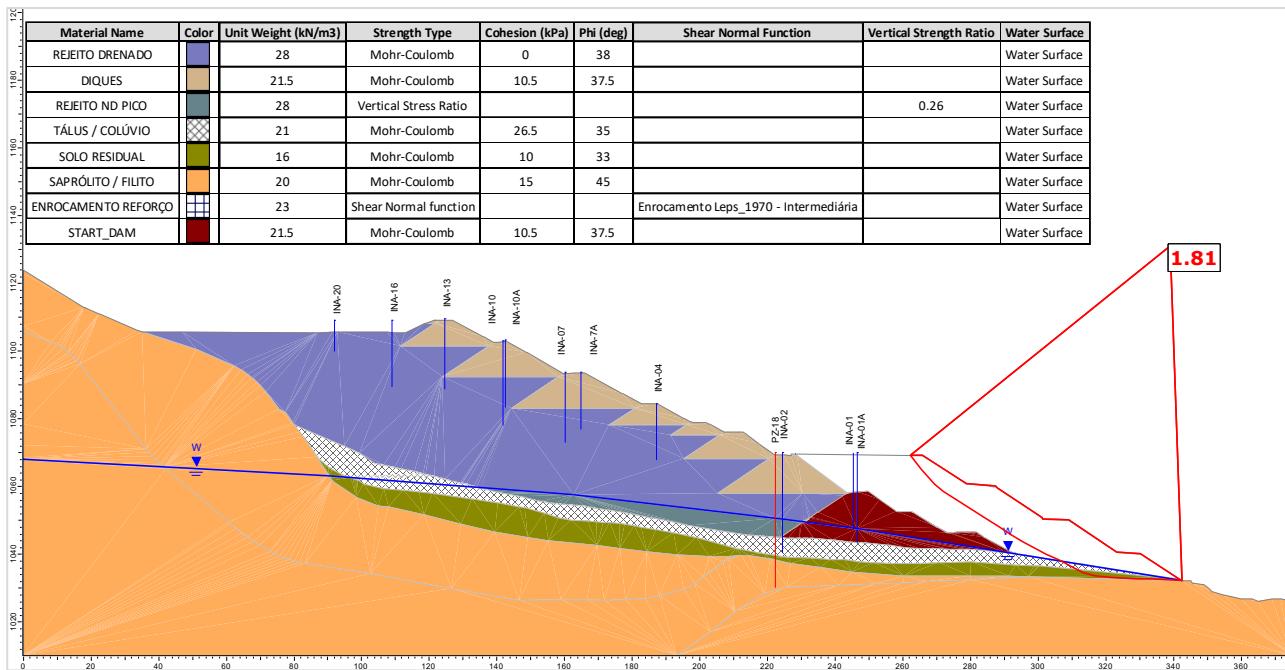


Figura 6.56 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada de pico.

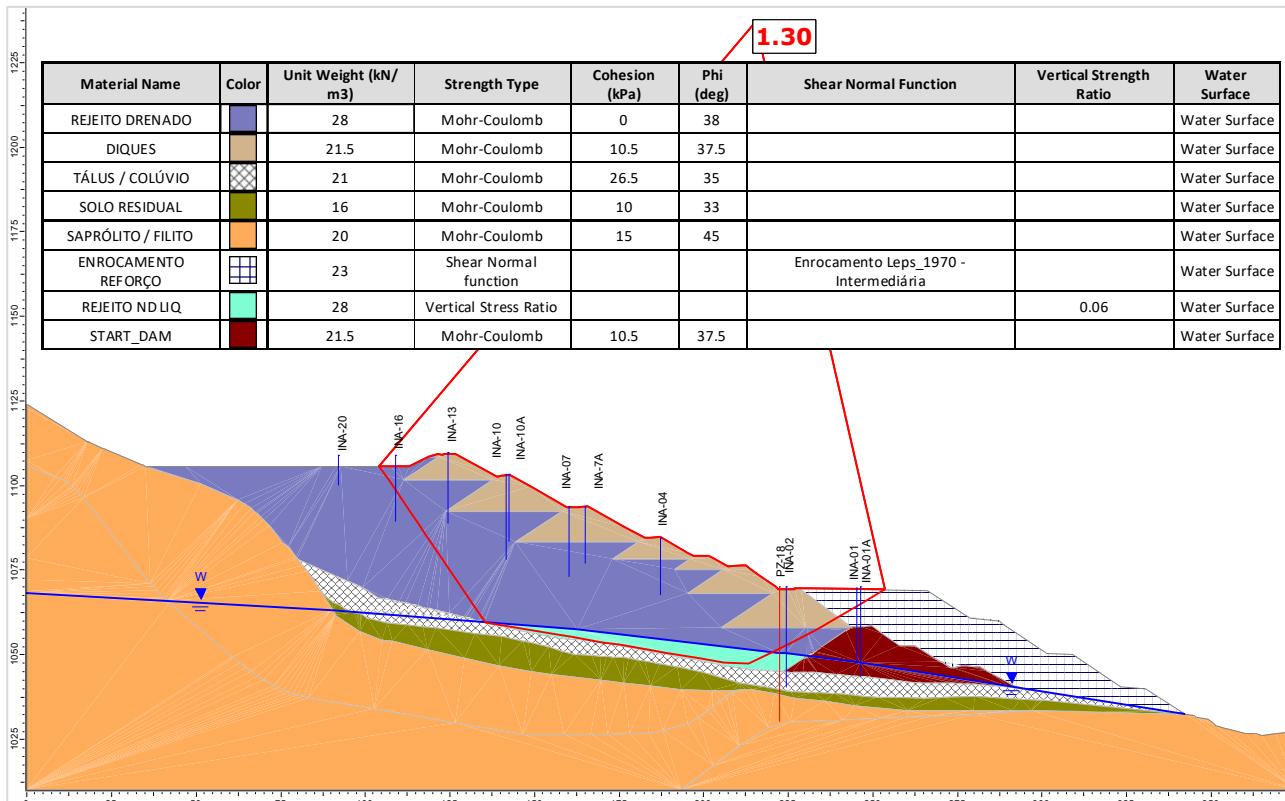


Figura 6.57 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada liquefeita.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Filito		23	Mohr-Coulomb	200	30	Water Surface
Saprolito de Filito		22	Mohr-Coulomb	60	30	Water Surface
Colúvio		21	Mohr-Coulomb	26.5	35	Water Surface
Rejeito - Efetivo		28	Mohr-Coulomb	0	39	Water Surface
Aterros - Efetivo		26	Mohr-Coulomb	17	33	Water Surface
Enrocamento		22	Mohr-Coulomb	0	40	Water Surface

Method Name	Min FS
Spencer	1.42
GLE / Morgenstern-Price	1.41
Sarma	1.41

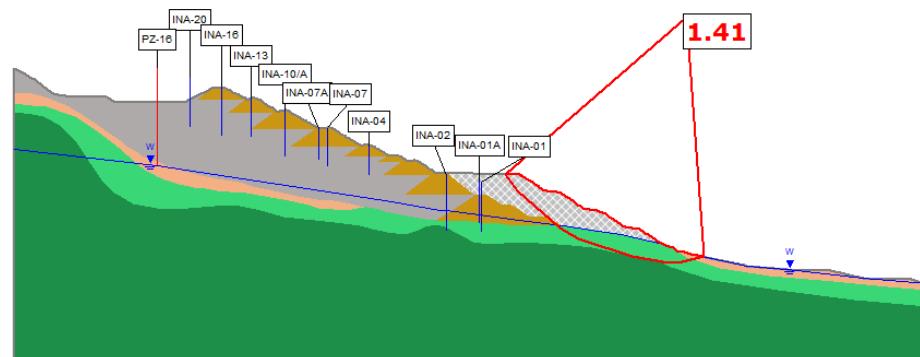


Figura 6.58 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↑

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Filito		23	Mohr-Coulomb	200	30	Water Surface
Saprolito de Filito		22	Mohr-Coulomb	60	30	Water Surface
Colúvio		21	Mohr-Coulomb	26.5	35	Water Surface
Rejeito - Efetivo		28	Mohr-Coulomb	0	39	Water Surface
Aterros - Efetivo		26	Mohr-Coulomb	17	33	Water Surface
Enrocamento		22	Mohr-Coulomb	0	40	Water Surface

Method Name	Min FS
Spencer	1.43
GLE / Morgenstern-Price	1.41
Sarma	1.43

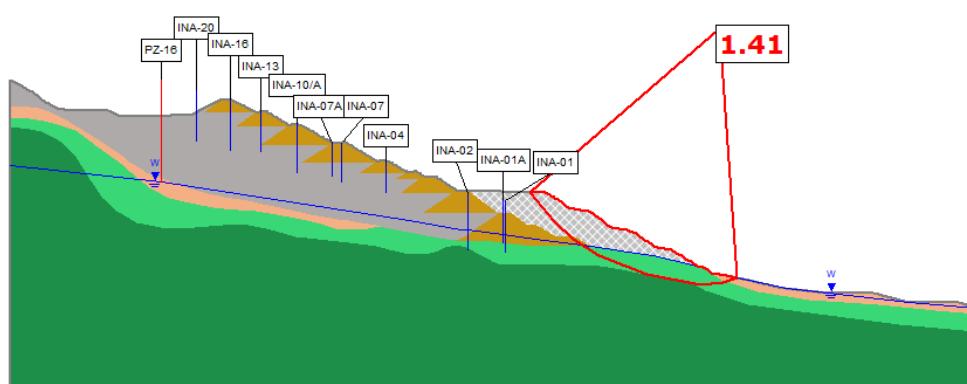


Figura 6.59 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↓

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

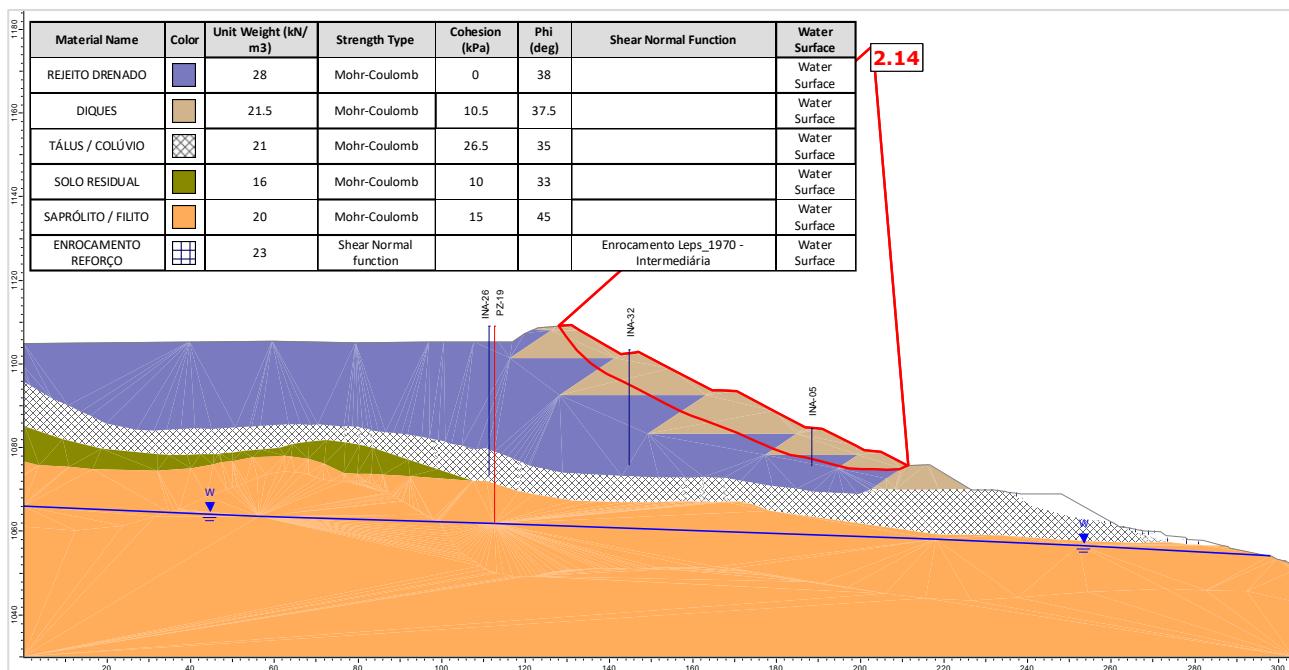


Figura 6.60 – Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada –

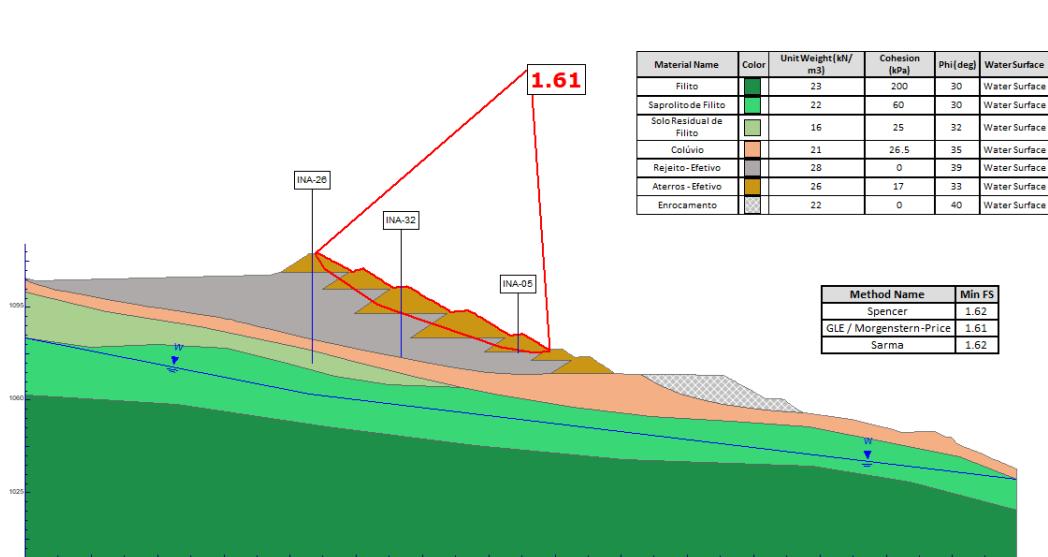


Figura 6.61 – Seção C-C' – Análise Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sísmico ↑

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

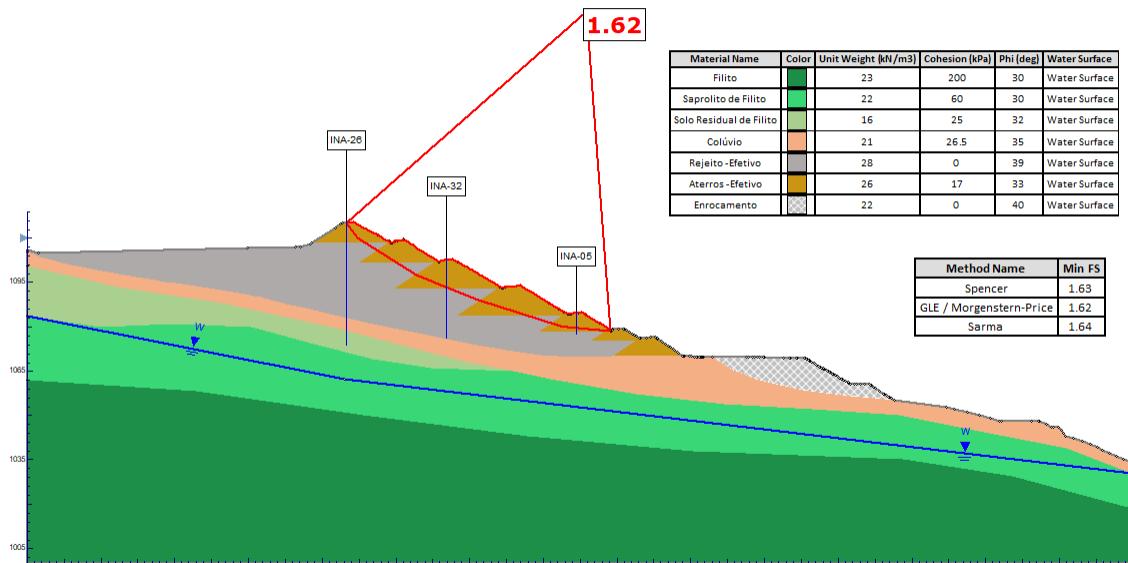


Figura 6.62 – Seção C-C' – Análise Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sísmico ↓

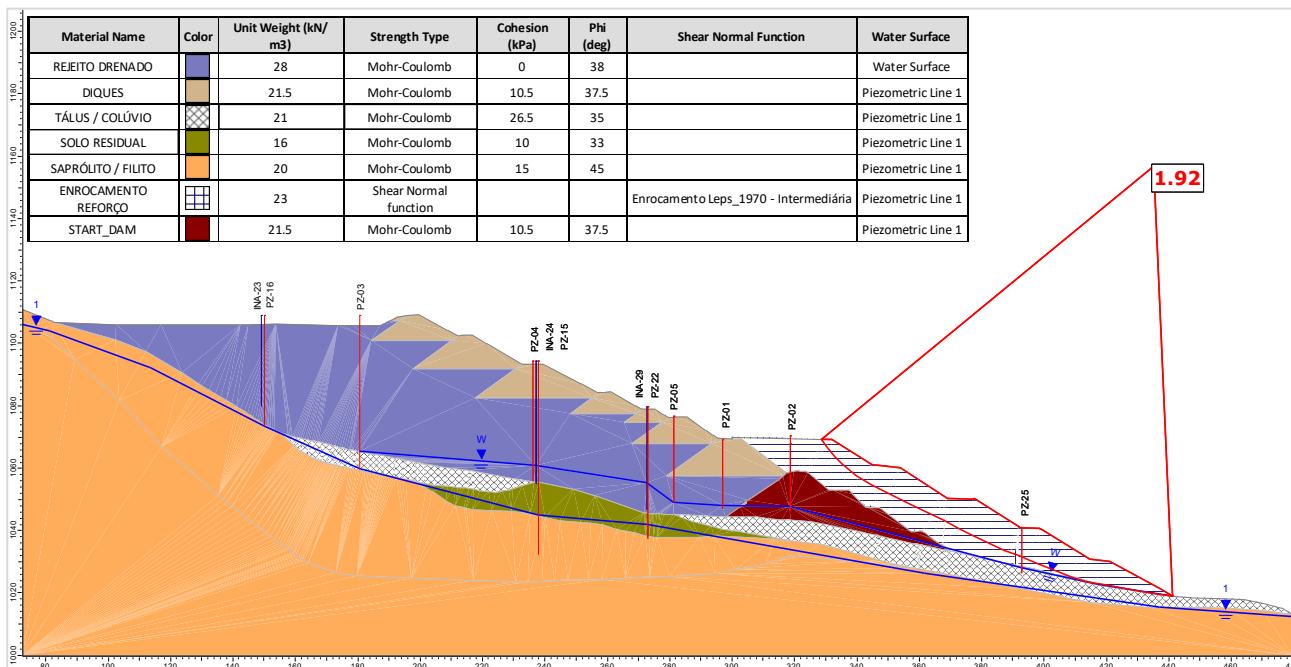


Figura 6.63 – Seção D-D' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

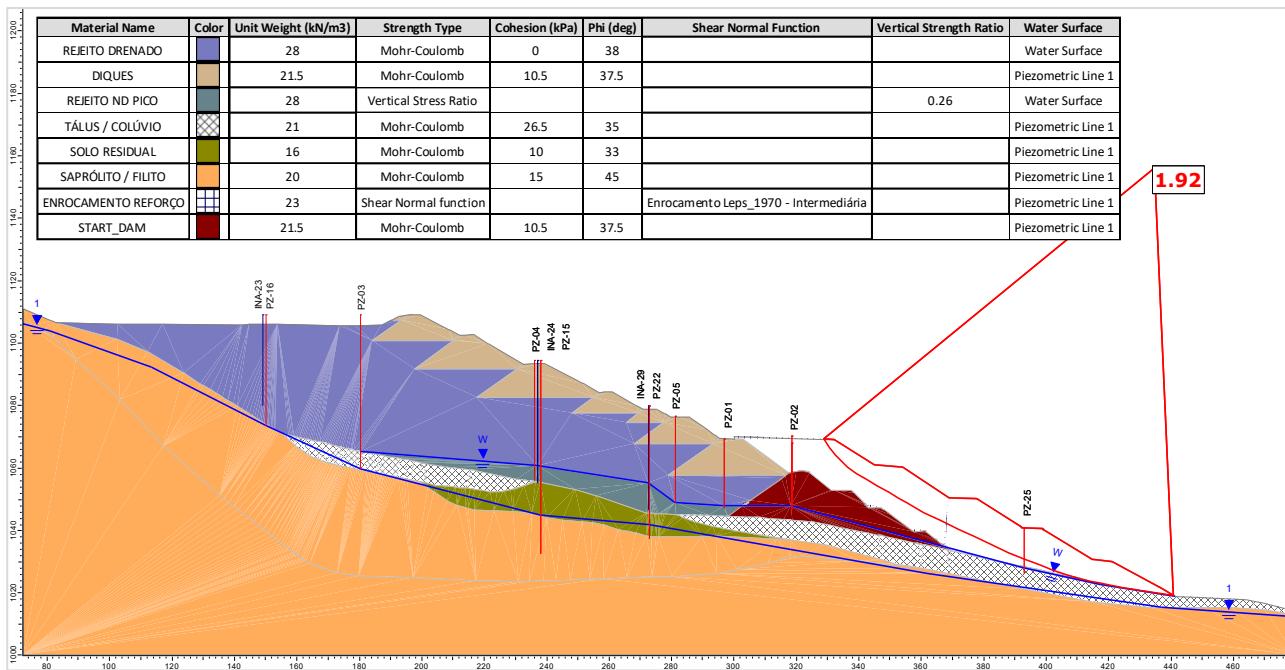


Figura 6.64 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada de pico.

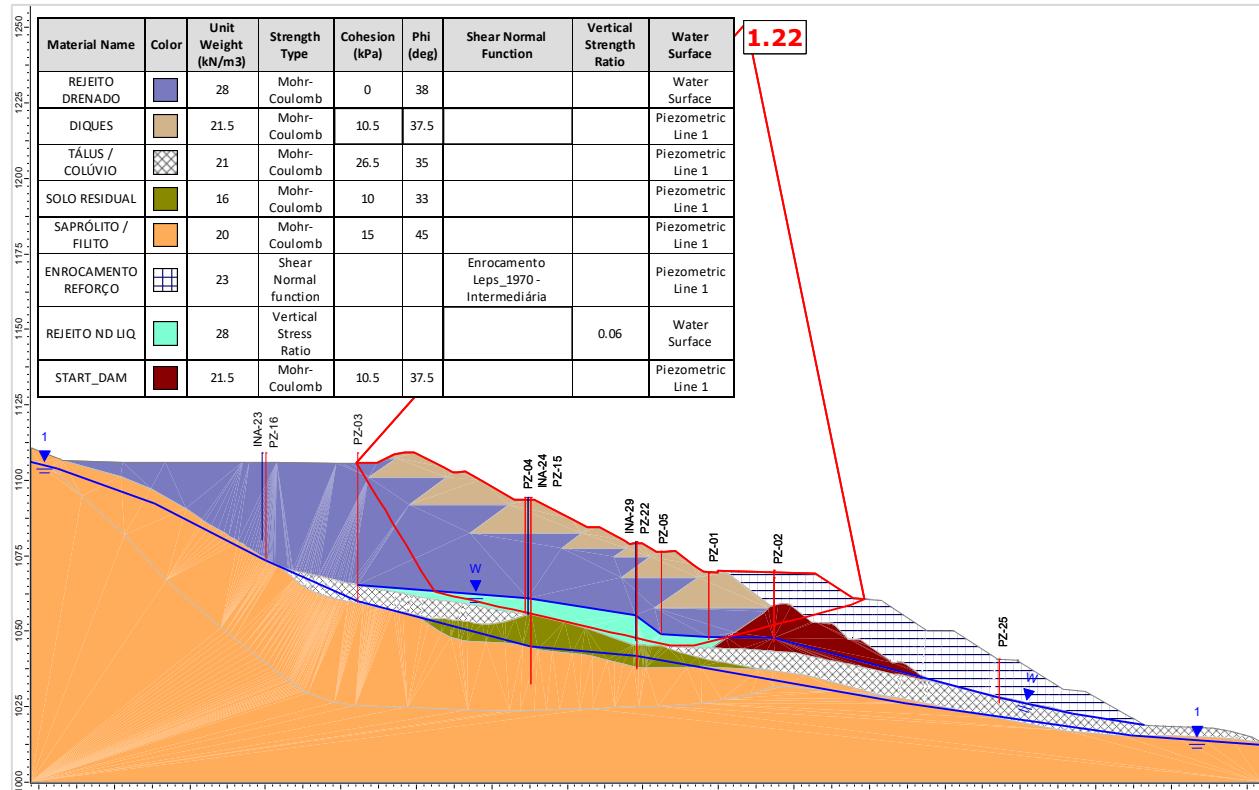


Figura 6.65 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada liquefeita.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi [deg]	Vertical Strength Ratio	Minimum Shear Strength (kPa)	Water Surface	Hu Type	Hu
Filito	Green	23	Mohr-Coulomb	200	30			Water Surface	Custom	1
Saprolito do Filito	Green	22	Mohr-Coulomb	60	30			Water Surface	Custom	1
Calvário	Orange	21	Mohr-Coulomb	26.5	35			Water Surface	Custom	1
Rejeito Efectivo	Grey	28	Mohr-Coulomb	0	39			Water Surface	Custom	1
Rejeito ND Piso	Blue	28	Vertical Stress Ratio			0.25	0	Water Surface	Custom	1
Aterros Efectivo	Yellow	26	Mohr-Coulomb	17	33			Water Surface	Custom	1
Enrocamento	Grey	22	Mohr-Coulomb	0	40			Water Surface	Custom	1



1.21

Method Name	Min FS
Spencer	1.22
GLE / Morgenstern-Price	1.22
Sarma	1.21

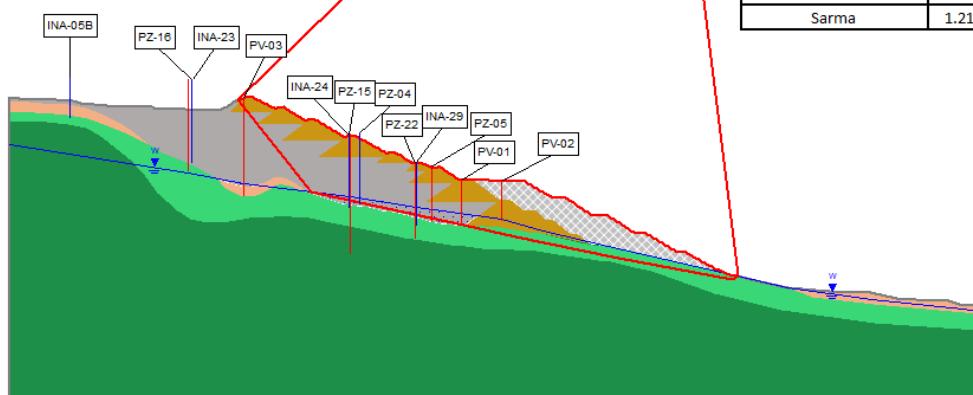


Figura 6.66 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↑

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi [deg]	Vertical Strength Ratio	Minimum Shear Strength (kPa)	Water Surface	Hu Type	Hu
Filito	Green	23	Mohr-Coulomb	200	30			Water Surface	Custom	1
Saprolito do Filito	Green	22	Mohr-Coulomb	60	30			Water Surface	Custom	1
Calvário	Orange	21	Mohr-Coulomb	26.5	35			Water Surface	Custom	1
Rejeito - Efectivo	Grey	28	Mohr-Coulomb	0	39			Water Surface	Custom	1
Rejeito - ND Piso	Blue	28	Vertical Stress Ratio			0.25	0	Water Surface	Custom	1
Aterros Efectivo	Yellow	26	Mohr-Coulomb	17	33			Water Surface	Custom	1
Enrocamento	Grey	22	Mohr-Coulomb	0	40			Water Surface	Custom	1



Method Name	Min FS
Spencer	1.23
GLE / Morgenstern-Price	1.24
Sarma	1.21

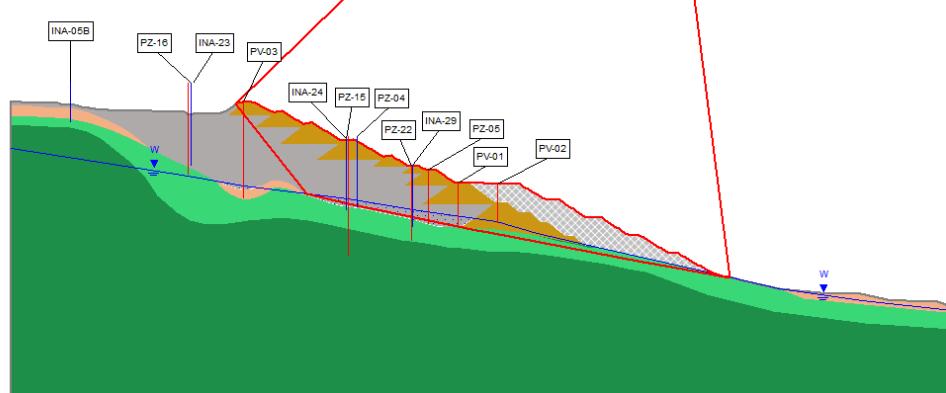


Figura 6.67 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↓

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

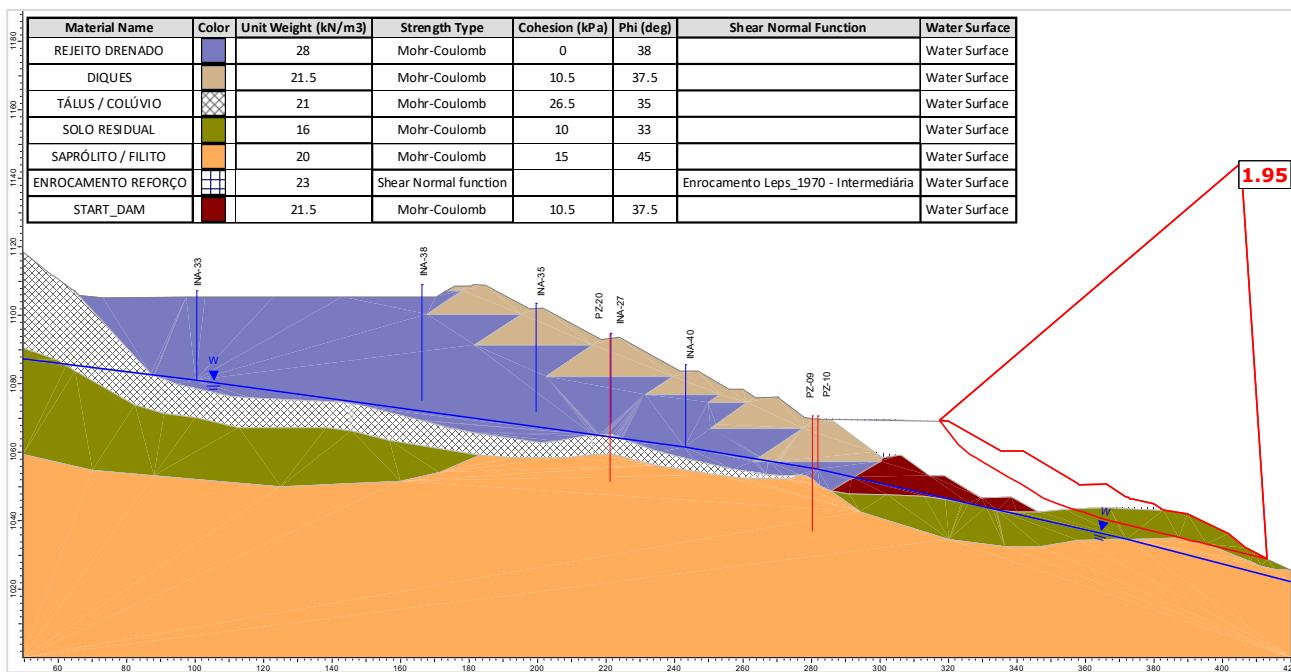


Figura 6.68 – Seção E-E' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada.

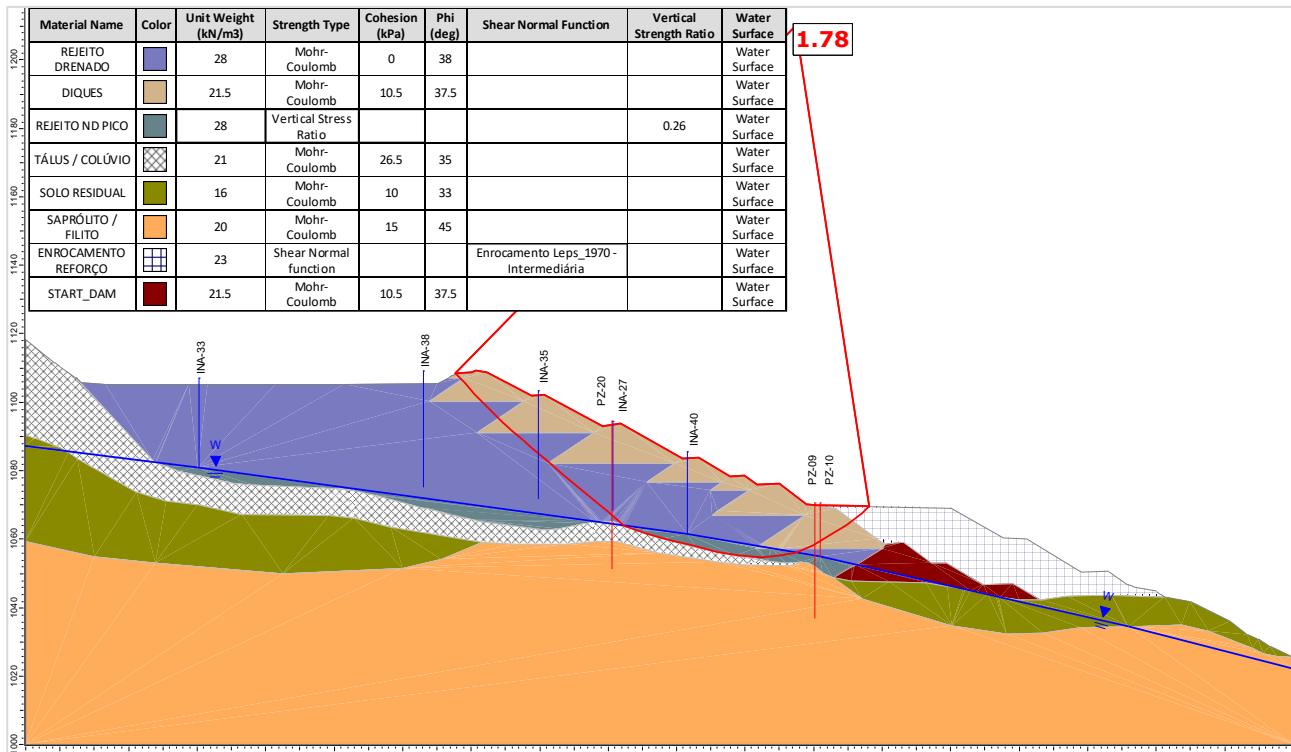


Figura 6.69 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada de pico.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

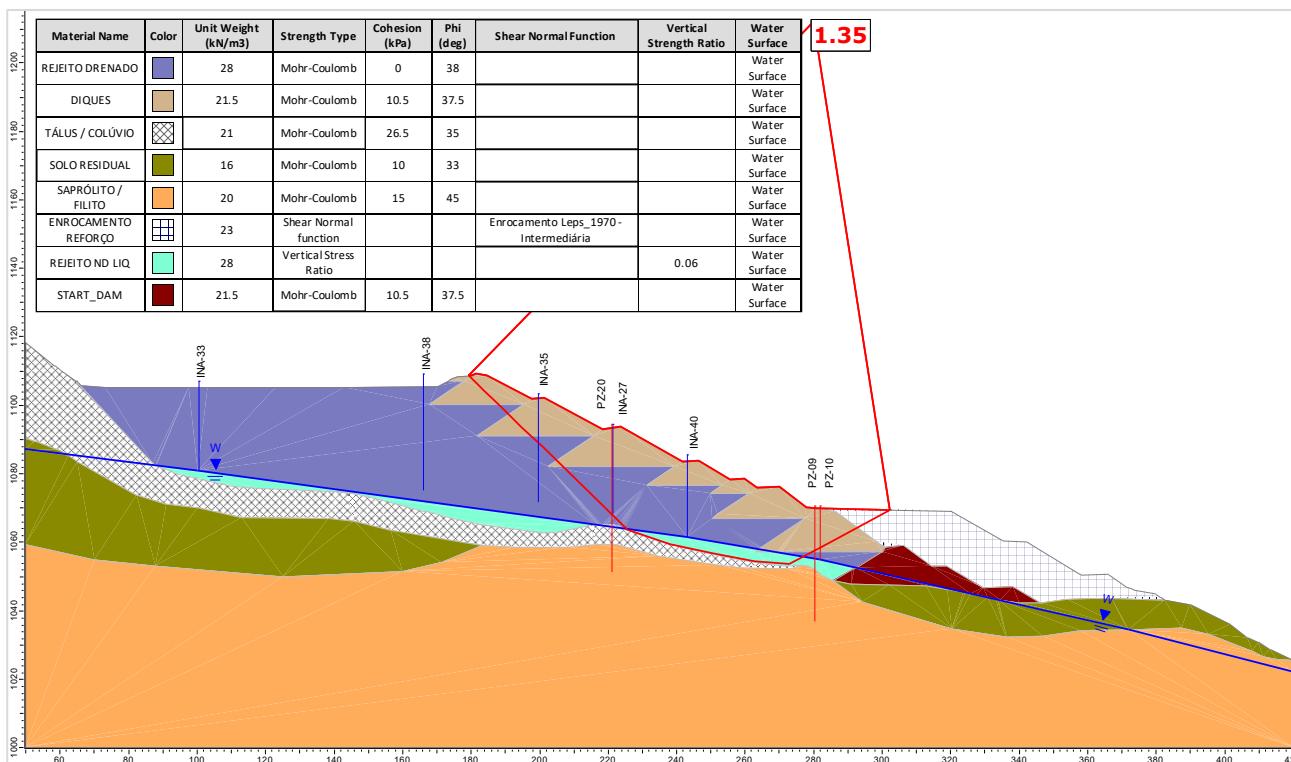


Figura 6.70 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada liquefeita.

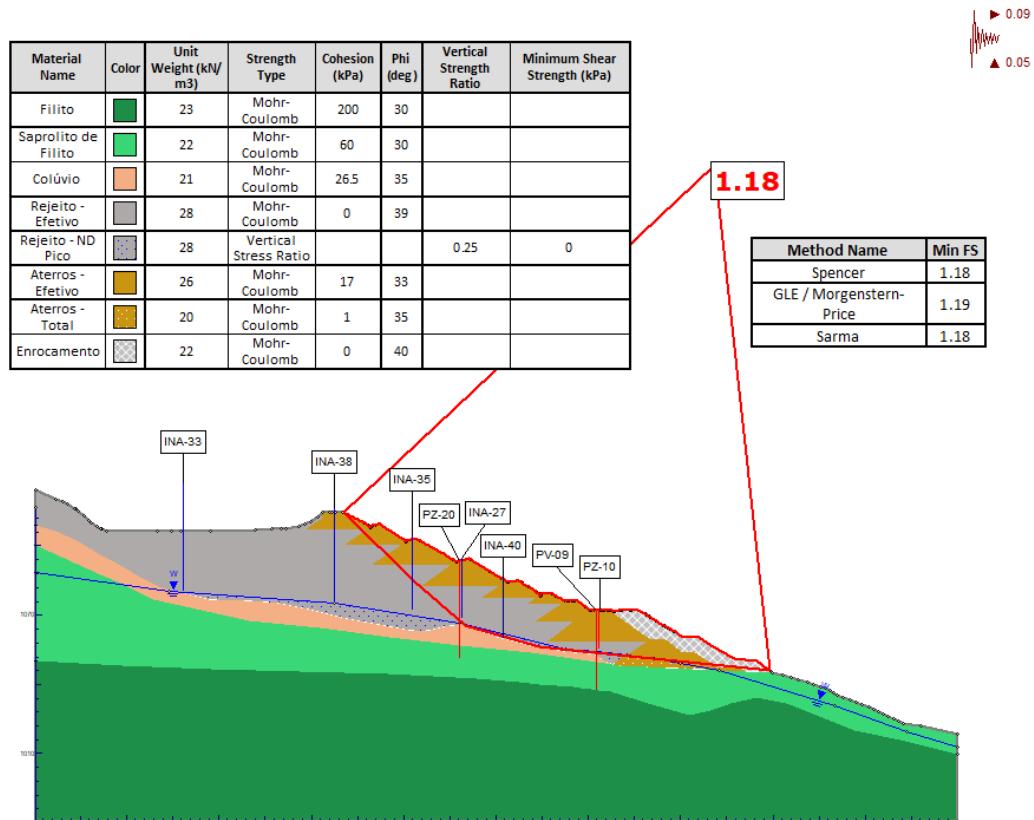


Figura 6.71 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↑

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Vertical Strength Ratio	Minimum Shear Strength (kPa)
Filito	Green	23	Mohr-Coulomb	200	30		
Saprolito de Filito	Green	22	Mohr-Coulomb	60	30		
Colúvio	Orange	21	Mohr-Coulomb	26.5	35		
Rejeito-Efetivo	Grey	28	Mohr-Coulomb	0	39		
Rejeito-ND Pico	Grey	28	Vertical Stress Ratio			0.25	0
Aterros - Efectivo	Yellow	26	Mohr-Coulomb	17	33		
Aterros - Total	Yellow	20	Mohr-Coulomb	1	35		
Enrocamento	Grey	22	Mohr-Coulomb	0	40		

1.16

Method Name	Min FS
Spencer	1.16
GLE / Morgenstern-Price	1.17
Sarma	1.16

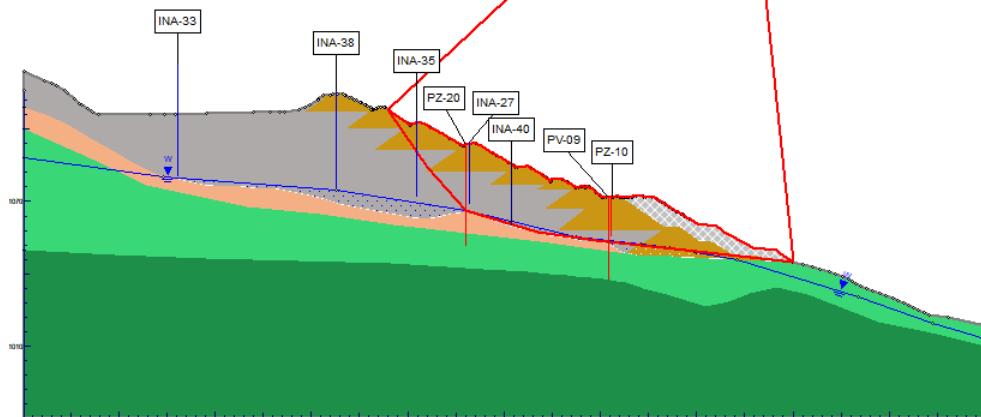


Figura 6.72 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Carregamento Pseudo-Estático sismo ↓

A seguir são apresentados os históricos dos fatores de segurança obtidos nas análises de estabilidade realizadas com as seções de controle da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

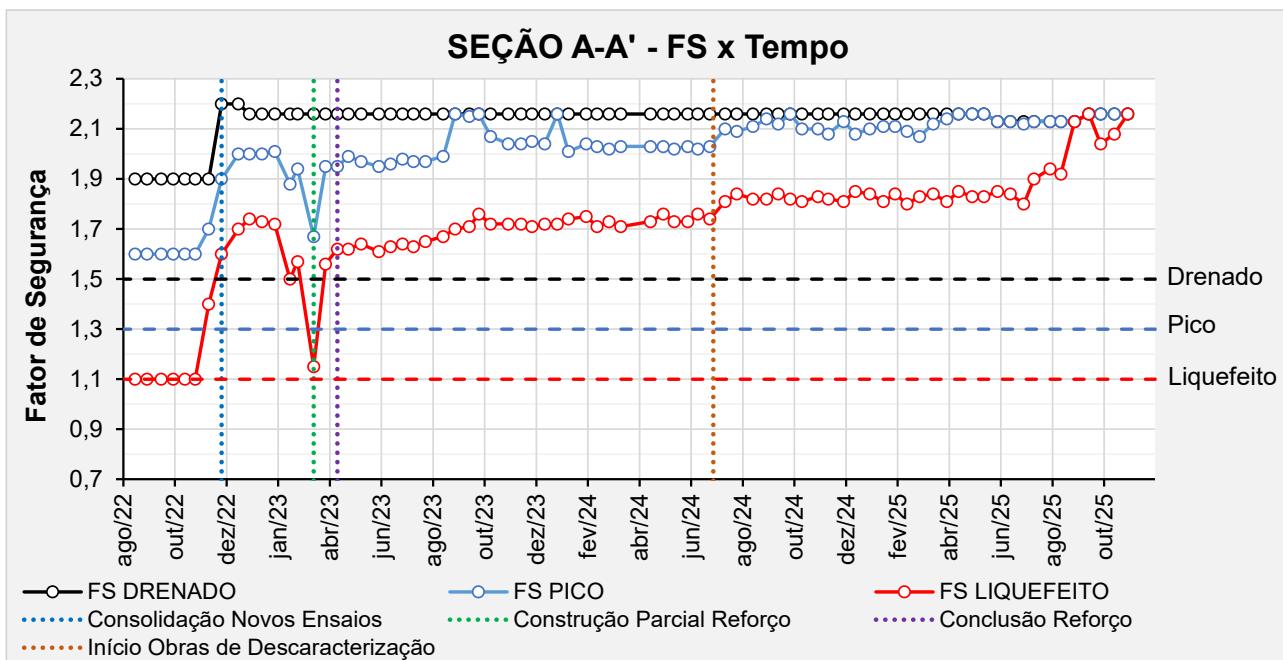


Figura 6.73 – Seção A-A' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

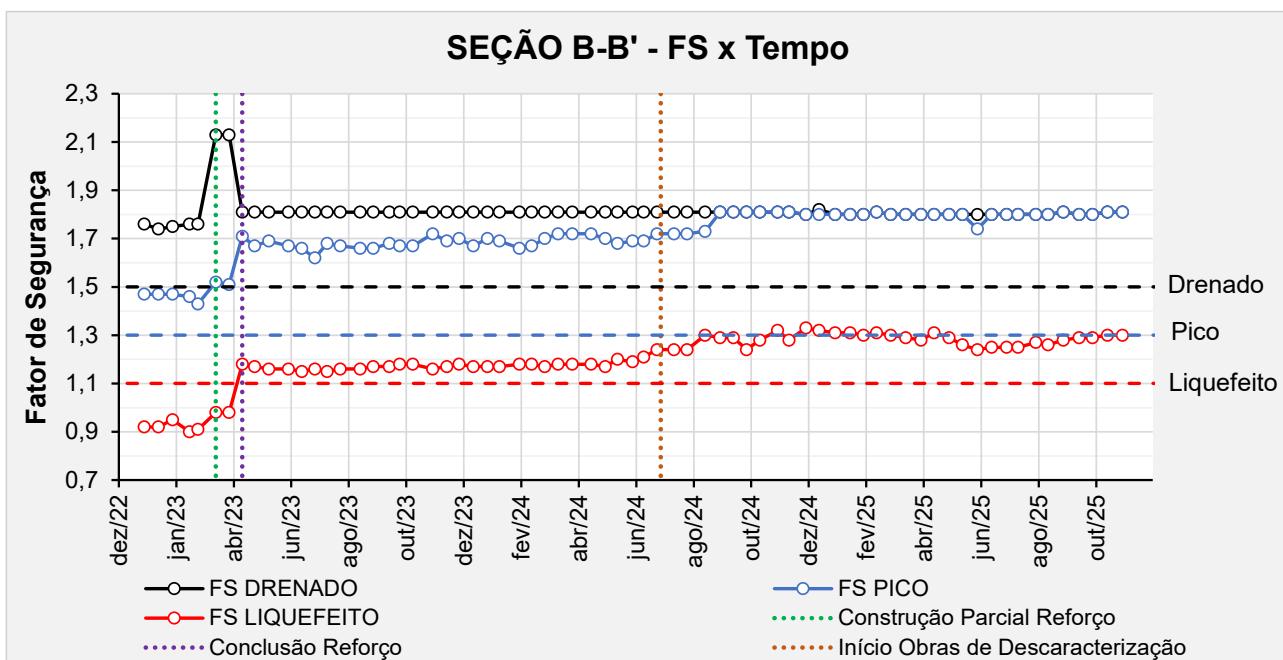


Figura 6.74 – Seção B-B' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

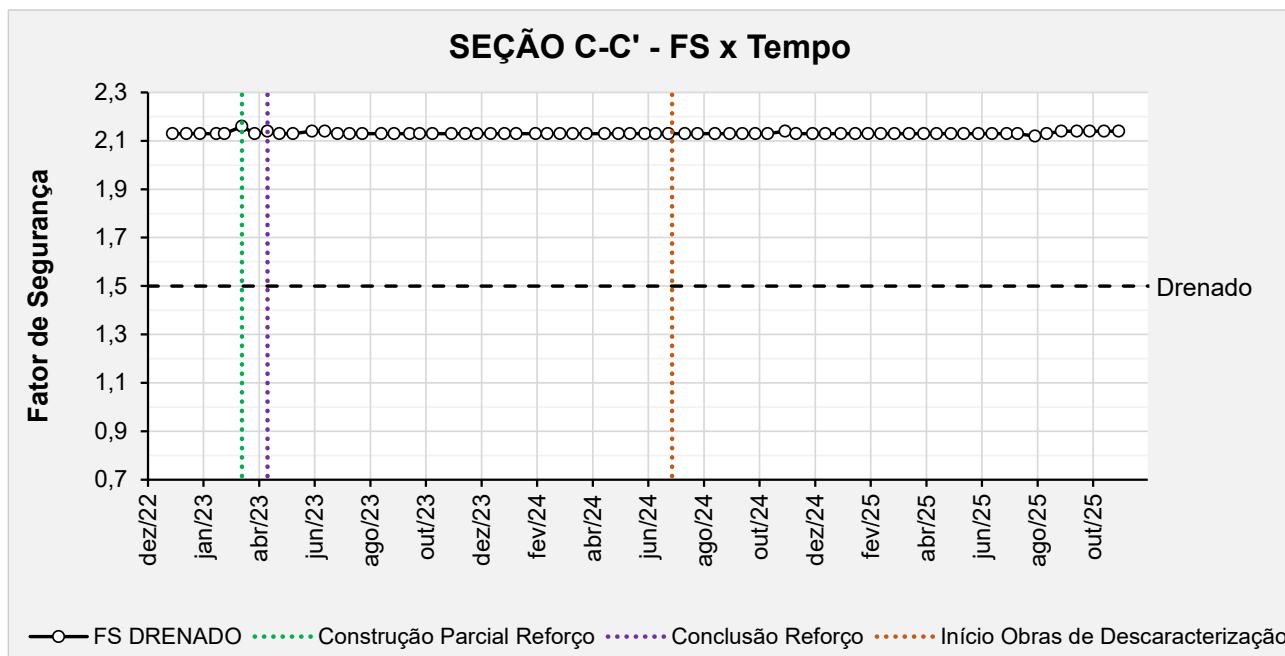


Figura 6.75 – Seção C-C' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

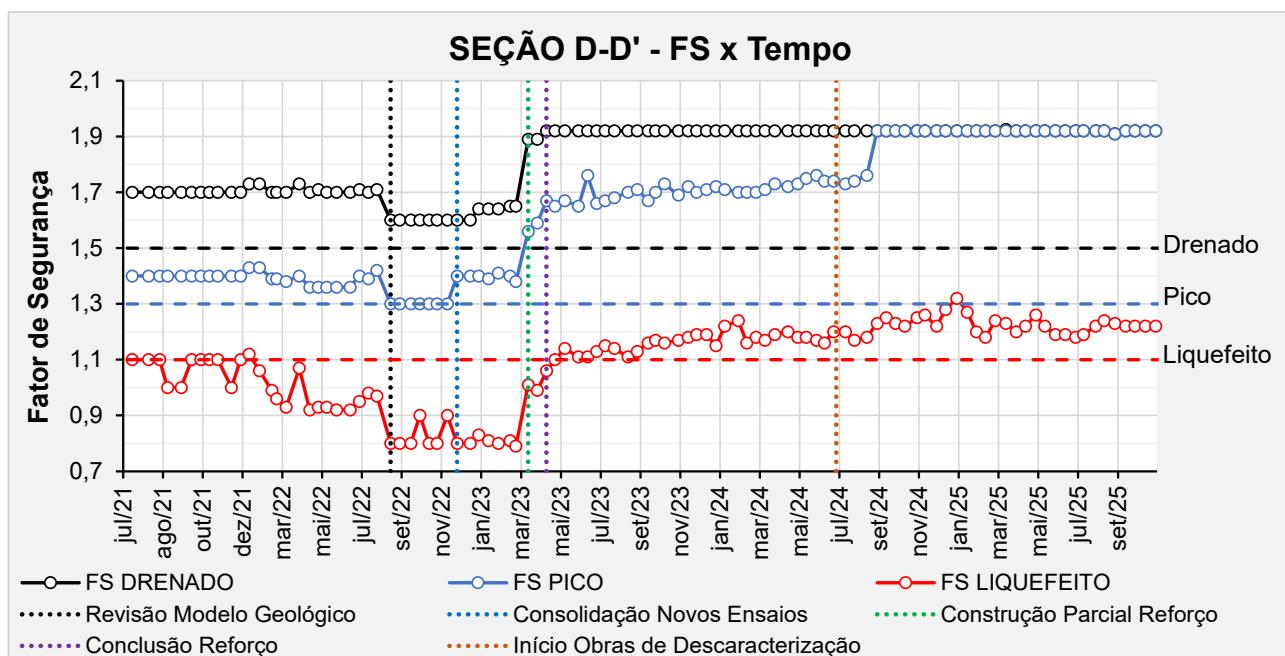


Figura 6.76 – Seção D-D' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

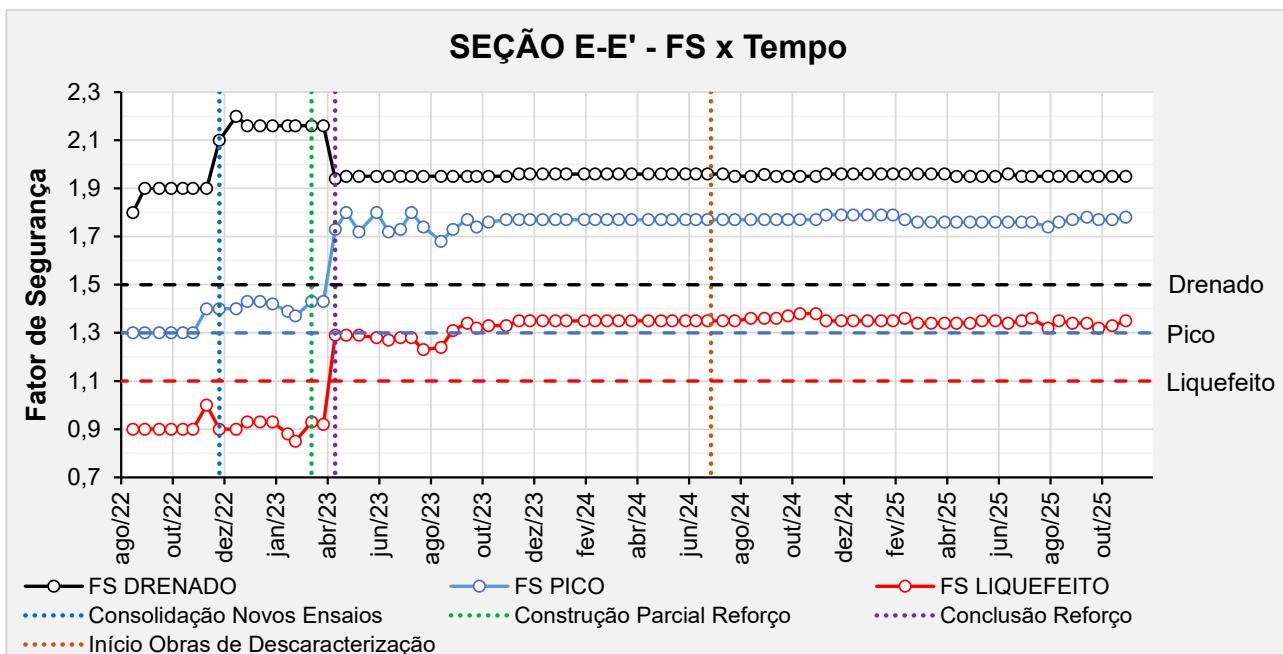


Figura 6.77 – Seção E-E' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade.

6.3 Controle do Nível Freático no Reservatório

O reservatório encontra-se completamente seco durante todo o período de obras da descaracterização da barragem, com controle das águas pluviais sendo direcionadas com a regularização da inclinação do reservatório direcionando a drenagem para o canal extravasor de emergência, evitando acúmulo hídrico no local.

Em outubro, iniciou-se a Etapa 2 – Fase 5A, e com isso a Terracota emitiu uma atualização para a escavação do reservatório, mantendo a drenagem direcionada para o emboque do canal extravasor, o que garante a permanência do local seco durante o período chuvoso, conforme Figura 6.78.

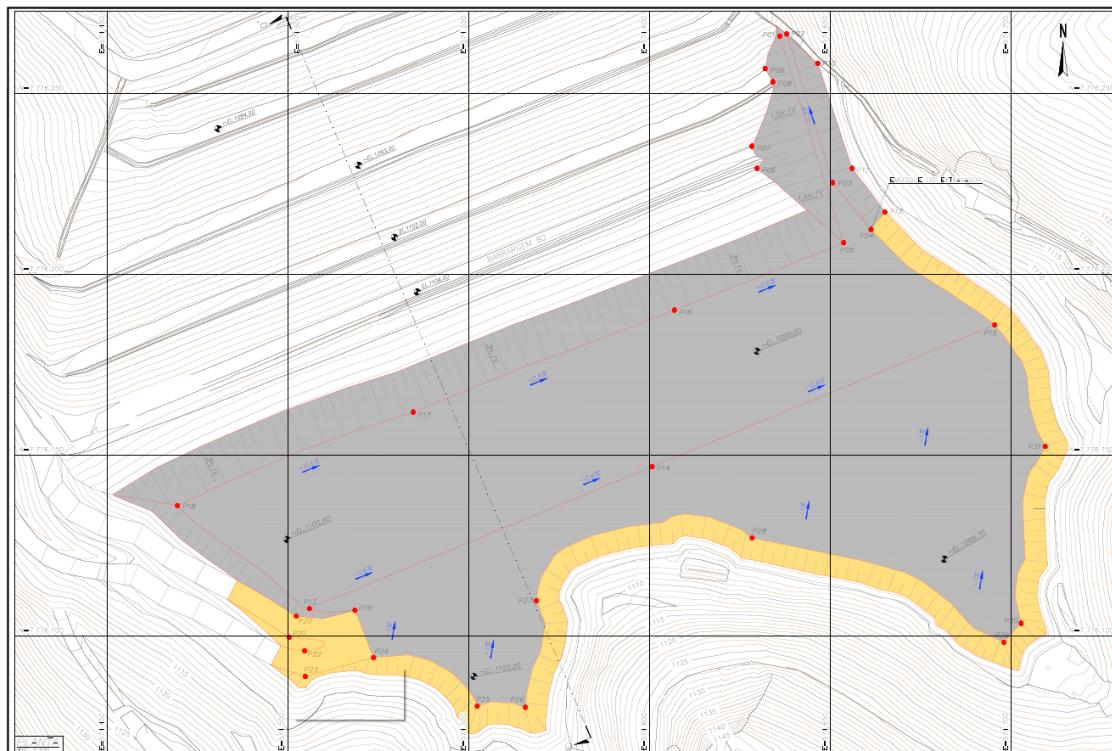


Figura 6.78 – Escavação e direcionamento de drenagem do reservatório.

6.4 Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização

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

Os documentos comprobatórios já foram enviados como anexo do relatório trimestral enviado em agosto, referente ao período maio a julho/2025.

6.4.1 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.

Os documentos comprobatórios já foram enviados como anexo do relatório trimestral referente ao período (maio-julho/2025).

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 1^a ou 2^a 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 6-36 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.



Foto 6-37 – Mosaico da aspersão das vias na Mineração Morro do Ipê.

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

6.4.2 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 6-11 são apresentados os métodos de referência adotados no monitoramento.

Tabela 6-11 – 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 2 µg/m ³ de Grande Volume	
PM10	ABNT NBR 13412:1995	Material Particulado em Suspensão na Atmosfera – Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo	2 µg/m ³

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

		Método Amostrador de Grande Volume Acoplado ao Separador Inercial de Partículas	
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 6-12), estruturado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).

Tabela 6-12 – Estrutura do IQAR - FEAM.
(Fonte: Relatório Técnico de Monitoramento Técnico da Qualidade do Ar – out/25)

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
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

Individualmente, cada poluente apresenta diferentes efeitos sobre a saúde da população para faixas de concentração distintas, identificados por estudos epidemiológicos desenvolvidos dentro e fora do país. Tais efeitos sobre a saúde requerem medidas de prevenção a serem adotadas pela população afetada. A Tabela 6-13 descreve os efeitos da qualidade do ar à saúde:

Tabela 6-13 – Qualidade do ar e efeitos à saúde.
(Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB))

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0 - 40	-
Moderada	> 40 - 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Ruim	> 80 - 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Muito Ruim	> 120 - 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	> 200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

A Tabela 6-15 contém os padrões de qualidade do ar definidos pelo Artigo 3º da Resolução nº506/24 do CONAMA:

Tabela 6-14 - Padrões de Qualidade do Ar - CONAMA 506/24

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1 µg/m³	PI-2 µg/m³	PI-3 µg/m³	PF µg/m³
Partículas Inaláveis - PM10	24 horas	120	100	75	50
	Anual ⁽¹⁾	40	35	30	20
Partículas Inaláveis - 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

⁽¹⁾ Média aritmética anual
⁽²⁾ Média geométrica anual

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

Tabela 6-15 – 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

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01



Figura 6.79 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar. Fonte: ECOAR 2025.



Figura 6.80 – Ponto P-01 – Casa do João Batista.



Figura 6.81 – Ponto P-02 – Sítio do Sr. Ronaldo.



Figura 6.82 – Ponto P-03 – E.M. Maria das Graças Dias Maldonado - SJB.



Figura 6.83 – Ponto P-04 – Projeto Voluntários da Esperança - IGA.

Conforme apresentado na conclusão do relatório de ensaio da ECOAR nº AR979-25, referente ao mês de outubro/2025, foram realizadas coletas com intervalos de 5 (cinco) dias e obteve-se a seguintes conclusões:

- Os resultados de concentração diária de Partículas Totais em Suspensão (PTS) ficaram abaixo do limite de 240 µg/m³ para o padrão de qualidade do ar final (PF);
- Os resultados de concentração diária de Partículas Inaláveis (PM10) ficaram abaixo do limite de 100 µg/m³ para o padrão intermediário (PI-2);
- Os resultados de concentração diária de Partículas Inaláveis (PM2,5) ficaram abaixo do limite 50 µg/m³ para o padrão intermediário (PI-2).

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

6.4.3 Controle de Emissão de Gases Poluentes

6.4.3.1 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.

6.4.3.2 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.



Foto 6-38 – Monitoramento em equipamento com escala.



Foto 6-39 – 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.

6.4.4 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.

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 seusefeitos sobre o homem" e 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 6-16 e a Figura 6.84 apresentam as locações dos pontos de monitoramento de ruído e vibração.

Tabela 6-16 – 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 Elevato	Área mista, predominantemente residencial	574.433,981	7.777.514,028

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

PONTO	REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	COORDENADAS UTM SIRGAS2000 (m)	
			E	N
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



Figura 6.84 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade do ar. Fonte: ECOAR 2025.

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.

6.4.4.1 Ruídos Ambientais

A Tabela 6-17 apresenta os limites de níveis de pressão sonora (RL_{Aeq}) para cada tipo de área habitada.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-17 – 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 6-18 – 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	
RV01	30/10/25	14:24	0,9	10:00	46,2	46,2⁽¹⁾	-	40,0
RV02	31/10/25	08:22	0,9	10:00	39,5	39,5⁽¹⁾	-	40,0
RV03	31/10/25	08:56	0,6	10:00	44,8	44,8⁽¹⁾	-	55,0
RV04	30/10/25	15:01	0,9	10:00	41,4	41,4⁽¹⁾	-	70,0
RV05	31/10/25	08:41	0,7	10:00	39,8	39,8⁽¹⁾	-	55,0
RV06	31/10/25	09:14	0,8	10:00	44,6	44,6⁽¹⁾	-	40,0
RV07	31/10/25	09:37	0,9	10:00	42,5	42,5⁽¹⁾	-	40,0
RV08	30/10/25	15:21	0,8	10:00	38,9	38,9⁽¹⁾	-	55,0
RV09	30/10/25	15:35	0,8	10:00	41,8	41,8⁽¹⁾	-	55,0

⁽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⁾ Conforme mencionado no Tópico 5, quando o $L_{Aeq,T(total)}$ 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 $L_{Aeq(específico)}$ da fonte sonora objeto de avaliação. Se a diferença aritmética entre o $L_{Aeq,T(total)}$ e o L_{res} 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 $L_{Aeq(específico)}$ será igual ao valor do L_{res} .

⁽³⁾ Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

Tabela 6-19 – Níveis de pressão sonora verificados no período noturno.

Ponto	Data do ensaio	Horário Inicial	Velocidade dos Ventos (m/s)	Tempo Total de Medição (minutos)	L_{res} (som residual)	$L_{Aeq,T}$	L_{Aeq} (esp.) ⁽²⁾	Limite ⁽³⁾
						dB	dB	
RV01	30/10/25	00:13	0,7	10:00	37,7	37,7⁽¹⁾	-	35,0
RV02	30/10/25	22:20	0,9	10:00	41,7	41,7⁽¹⁾	-	35,0
RV03	30/10/25	22:35	0,9	10:00	37,6	37,6⁽¹⁾	-	50,0
RV04	30/10/25	00:56	0,8	10:00	41,3	41,3⁽¹⁾	-	60,0
RV05	30/10/25	23:15	0,8	10:00	38,2	38,2⁽¹⁾	-	50,0

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

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	
RV06	30/10/25	22:49	0,8	10:00	37,8	37,8 ⁽¹⁾	-	35,0
RV07	30/10/25	22:37	0,6	10:00	33,6	33,6 ⁽¹⁾	-	35,0
RV08	31/10/25	00:02	0,7	10:00	39,3	39,3 ⁽¹⁾	-	50,0
RV09	31/10/25	00:16	0,8	10:00	34,9	34,9 ⁽¹⁾	-	50,0

⁽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⁾ Conforme mencionado no Tópico 5, quando o $L_{Aeq,T}$ (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 L_{Aeq} (específico) da fonte sonora objeto de avaliação. Se a diferença aritmética entre o $L_{Aeq,T}$ (total) e o L_{res} 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 L_{Aeq} (específico) será igual ao valor do L_{res} .

⁽³⁾ Limite definido pela ABNT NBR 10151:2019.

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 outubro/2025:

- Comparando-se os resultados encontrados nesse monitoramento com o limite estabelecido pela norma brasileira ABNT NBR 10151:2019., 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.

6.4.4.2 Vibrações

A Tabela 6-20 apresenta os limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência.

Tabela 6-20 – 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.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-21 – Vibrações verificadas no período diurno.

Ponto	Data	Horário	Velocidade ⁽¹⁾						Pressão Acústica ⁽¹⁾	
			Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica (dB/L)	Frequência (Hz)
			Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	30/10/25	14:24	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	31/10/25	08:22	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	31/10/25	08:56	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	30/10/25	15:01	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	31/10/25	08:41	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	31/10/25	09:14	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	31/10/25	09:37	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	30/10/25	15:21	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	30/10/25	15:35	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-

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

Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico

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

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

Tabela 6-22 – Vibrações verificadas no período noturno.

Ponto	Data	Horário	Velocidade ⁽¹⁾						Pressão Acústica ⁽¹⁾	
			Vp (Transversal)		Vp (Vertical)		Vp (Longitudinal)		Pressão Acústica (dB/L)	Frequência (Hz)
			Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)	Velocidade (mm/s)	Frequência (Hz)		
RV01	30/10/25	00:13	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV02	30/10/25	22:20	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV03	30/10/25	22:35	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV04	30/10/25	00:56	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV05	30/10/25	23:15	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV06	30/10/25	22:49	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV07	30/10/25	22:37	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV08	31/10/25	00:02	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-
RV09	31/10/25	00:16	< 0,13	-	< 0,13	-	< 0,13	-	< 100	-

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

Vp: Velocidade de Vibração de Partícula de Pico

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

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

A partir dos resultados obtidos nos dias de estudo da pressão sonora, nos pontos determinados, a ECOAR emitiu o seguinte parecer na conclusão do relatório do mês de outubro/2025:

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

6.4.5 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 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.

6.4.6 Monitoramento da Qualidade da Água

O monitoramento da qualidade da água na saída da drenagem interna da Barragem B2 – 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 07/10/2025; 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 e os métodos utilizados em cada análise.

A MMI também realiza monitoramento da turbidez da água na saída da drenagem interna da Barragem B2 – Mina Tico-Tico, com coleta diária de amostras por parte da equipe interna de monitoramento geotécnico.

RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-23 – Resultados da amostragem realizada no dia 07/10/2025 na saída do vertedouro da Barragem B2- Mina Tico-Tico. Fonte: TERRA.

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

LQ - Limite de Quantificação

LD - Limite de Detecção

VMP - Valores Máximos Permitidos

(***) Não foi possível realizar a coleta e posteriormente a análise, devido ao ponto estar seco.

6.4.7 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.

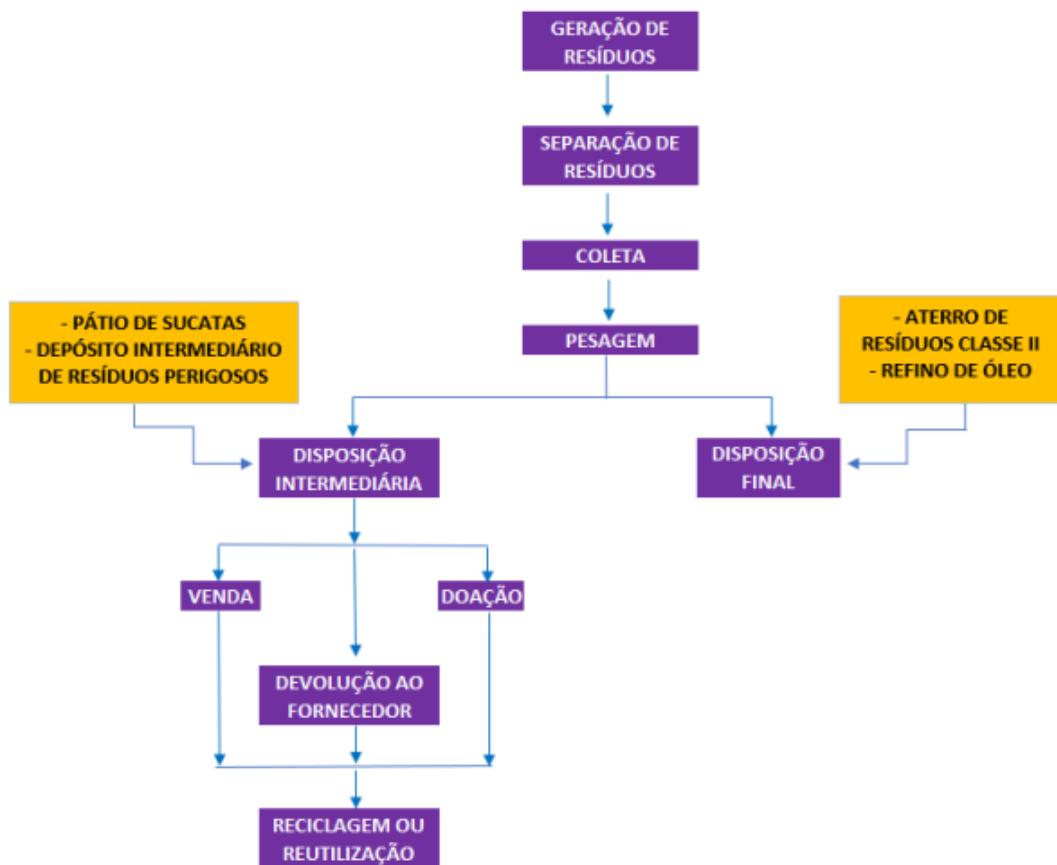


Figura 6.85 – Fluxograma de gerenciamento de resíduos.

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.

6.4.8 Supressão Vegetal – perda de Habitat para Fauna

O Programa de Resgate de Flora da Mineração Morro do Ipê visa acompanhar o processo de supressão da vegetação, sendo realizado o resgate de flora e fauna em todos os locais nos períodos pré-supressão e durante a supressão, nos locais autorizados.

Para as obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico foram suprimidos dois Eucalyptus sp. localizados dentro da ADA da MMI, sem ter ninho ou vestígio de que os espécimes eram usados como refúgio ou habitat provisório de fauna.



Figura 6.86 – Localização das árvores removidas.



Foto 6-40 – Árvore removida.



Foto 6-41 – Árvore removida.

6.5 Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização

O monitoramento do comportamento da Barragem B2 – Mina Tico-Tico será fundamental para as obras de descaracterização da estrutura. A barragem, sua fundação e entorno das estruturas

envolvidas no projeto estão sendo monitorados a partir de instrumentos para aferição da variação do nível e pressão da água e por instrumentos para medição das vibrações e dos deslocamentos.

Conforme discutido em itens anteriores, o material contido no reservatório da Barragem B2 – Mina Tico-Tico é composto por rejeito que foi caracterizado como material contrátil a partir da análise de ensaios CPTu realizados nas campanhas de 2018, 2019 e 2021 – 2022. Os materiais contráteis estão suscetíveis a carregamentos não drenados e devem ser avaliados admitindo-se parâmetro de resistência não drenada de pico e liquefeita.

Os fatores de segurança atuais, obtidos nas análises de estabilidade para a 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 1,1.

Com base nos resultados das análises de estabilidade, verifica-se que as condições determinadas para executar as obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico são atendidas e podem prosseguir desde que obedecidas as seguintes condicionantes:

- a) Análise de estabilidade atualizada que demonstre fatores de segurança iguais ou superiores àqueles obtidos na fase de diagnóstico;
- b) Monitoramento contínuo da instrumentação de controle (indicadores de nível d'água, piezômetros, marcos de deformação e radar), cujas leituras manuais devem ter periodicidade mínima 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 emitido pelo radar de superfície;
- f) Paralisação imediata da obra no caso de verificação de redução no fator de segurança para a condição de carregamento não drenado liquefeito;
- g) A retomada das obras após qualquer paralisação deve ser precedida de: análise de estabilidade que demonstrem o retorno dos fatores de segurança para a condição anterior, inspeção visual de campo e parecer favorável por parte da projetista que permita autorizar o retorno das atividades.

6.5.1 Carta de Risco - Etapas de Descaracterização

O monitoramento do maciço é de extrema importância para que seja possível avaliar a condição da estrutura durante o período em que a barragem esteja em processo de descaracterização. Desse modo, foram definidos níveis de controle (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.1143) para as configurações ao fim das três etapas macro definidas em projeto conforme apresentadas na Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5.

Os instrumentos com cota de fundo acima da elevação prevista de cada fase da descaracterização foram naturalmente desconsiderados nos modelos, ou seja, alguns instrumentos ficaram sem níveis de controle a partir de determinada fase da descaracterização, pois não mais existirão em campo. Situação análoga ocorre com as seções de controle, tendo em vista que apenas as seções transversais B-B', D-D' e E-E' permanecerão na estrutura até a última etapa prevista em projeto (Etapa 3).

Alguns dos instrumentos instalados na área da Barragem B2 – Mina Tico-Tico foram desconsiderados na elaboração da carta de risco, tendo em vista que são instrumentos utilizados pela equipe de hidrogeologia da MMI e se encontram fora das seções transversais de controle. No caso de instrumentos curtos, os níveis de controle foram considerados iguais a elevação de fundo do instrumento somados 0,50 m (nível de atenção), 0,80 m (nível de alerta) e 1,0 m (nível de emergência), de forma que nos períodos chuvosos, caso haja algum problema de vedação no instrumento, não seja estabelecida condição de alerta sem que haja necessidade. A Tabela 6-24 apresenta a listagem dos instrumentos que se encontram nas condições supracitadas.

Tabela 6-24 – Instrumentos de hidrogeologia e instrumentos curtos.

Instrumentos da hidrogeologia	INA-18, INA-37, PZ-07, PZ-08, PZ-12, PZ-13, PZ-14, PZ-17
Instrumentos curtos	INA-04, INA-05, INA-06, INA-07A, INA-07, INA-10A, INA-10, INA-13, INA-16, INA-19, INA-20

Durante análise do comportamento da instrumentação, foi constatado que os piezômetros instalados na fundação apresentam leituras sensivelmente diferentes das leituras dos INAs e dos piezômetros instalados no material do reservatório, gerando a suspeita de que existem freáticas distintas para esses dois materiais. Por conservadorismo, para a elaboração da carta de risco, considerou-se uma única freática atuando em todos os materiais das seções de controle.

Além da determinação dos níveis de controle da instrumentação com referência aos níveis de emergência previstos na Resolução ANM 95/2022, foram elaboradas análises de estabilidade

com parâmetro de resistência liquefeita do rejeito para definir a superfície freática que resulta em fator de segurança $FS = 1,10$. Esse nível de controle foi criado para monitorar as condições da barragem frente às exigências contidas no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante (SEMAD/FEAM), que solicita $FS \geq 1,10$ na condição liquefeita para permitir o início das obras de descaracterização. O nível de controle foi denominado "SEMAD/FEAM".

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

De uma maneira geral, os níveis de controle dos instrumentos aumentaram conforme o progresso das etapas. Dessa forma, caso as obras sejam paralisadas em fases intermediárias das três etapas previstas, a MMI deverá utilizar os níveis de controle da etapa em andamento, que terá caráter conservador para o controle da instrumentação.

Apenas as leituras dos instrumentos estarem abaixo dos níveis de controle definidos não são garantia de segurança da estrutura. Elas são apenas um indicativo do seu comportamento que deve ser avaliado em complemento às inspeções regulares de rotina.

A Tabela 6-25 apresenta os níveis de controle definidos para a instrumentação instalada na Barragem B2 – Mina Tico-Tico, considerando as três fases do projeto de descaracterização da estrutura.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Tabela 6-25 – Projeto de Descaracterização - Níveis de controle da instrumentação da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 1				Etapa 2				Etapa 3			
		Pico			Liquef.	Pico			Liquef.	Pico			Liquef.
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
INA-01	1.047,85	1.052,00	1.053,50	1.055,00	1.051,00	1.054,00	1.056,00	1.057,00	1.053,00	1.058,00	1.059,00	1.061,00	1.061,00
INA-01A	1.043,35	1.052,00	1.053,50	1.055,00	1.051,00	1.054,00	1.056,00	1.057,00	1.053,00	1.058,00	1.059,00	1.061,00	1.061,00
INA-02	1.039,00	1.056,00	1.058,50	1.061,50	1.053,00	1.060,50	1.062,00	1.064,50	1.055,00	1.062,00	1.063,00	1.065,00	1.065,00
INA-03	1.074,43	1.074,93	1.075,50	1.078,00	1.074,93	1.078,75	1.080,00	1.081,50	1.075,50	NE	NE	NE	NE
INA-04	1.067,61	1.068,11	1.068,50	1.073,25	1.068,11	1.071,00	1.071,50	1.075,00	1.068,11	NE	NE	NE	NE
INA-05	1.075,57	1.076,07	1.076,37	1.077,50	1.076,07	1.076,07	1.077,00	1.079,00	1.076,07	NE	NE	NE	NE
INA-05B	1.103,80	1.104,30	1.104,60	1.104,80	1.104,30	1.104,30	1.104,60	1.104,80	1.104,30	NE	NE	NE	NE
INA-06	1.083,36	1.083,86	1.084,16	1.084,36	1.083,86	1.085,00	1.086,25	1.088,00	1.084,36	NE	NE	NE	NE
INA-07	1.072,70	1.073,20	1.074,00	1.080,25	1.073,20	1.077,50	1.078,50	1.081,00	1.073,20	NE	NE	NE	NE
INA-07A	1.076,68	1.077,18	1.077,48	1.080,25	1.077,18	1.077,18	1.078,50	1.081,00	1.077,18	NE	NE	NE	NE
INA-10	1.078,01	1.078,51	1.078,81	1.083,00	1.078,51	1.081,50	1.083,50	1.084,50	1.078,51	NE	NE	NE	NE
INA-10A	1.083,17	1.083,67	1.083,97	1.084,17	1.083,67	1.083,67	1.083,50	1.084,50	1.083,67	NE	NE	NE	NE
INA-12	1.088,33	1.091,50	1.092,00	1.093,50	1.088,83	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.088,83	NE	NE	NE	NE
INA-13	1.088,62	1.089,12	1.089,42	1.089,62	1.089,12	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-15	1.089,65	1.093,50	1.094,50	1.095,50	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.091,75	1.090,15	NE	NE	NE	NE
INA-16	1.089,27	1.089,77	1.090,07	1.090,27	1.089,77	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-18	1.109,56	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 1				Etapa 2				Etapa 3			
		Pico			Liquef.	Pico			Liquef.	Pico			Liquef.
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
INA-19	1.093,90	1.094,50	1.095,50	1.096,50	seco	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-20	1.099,75	1.100,25	1.100,55	1.100,75	1.100,25	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-23	1.079,79	1.080,29	1.080,59	1.083,50	1.080,29	1.082,00	1.083,00	1.084,00	1.080,29	NE	NE	NE	NE
INA-24	1.055,03	1.070,50	1.074,00	1.077,00	1.060,50	1.075,00	1.076,50	1.079,00	1.063,50	1.063,00	1.064,00	1.066,00	1.066,00
INA-25	1.098,96	1.099,46	1.099,76	1.099,96	1.099,46	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-26	1.073,22	1.081,50	1.083,00	1.087,00	1.079,75	1.085,00	1.086,00	1.087,50	1.078,00	NE	NE	NE	NE
INA-27	1.068,25	1.071,00	1.072,50	1.077,00	1.066,00	1.075,50	1.076,50	1.079,00	1.066,50	NE	NE	NE	NE
INA-28	1.071,25	1.078,50	1.079,00	1.081,00	1.075,00	1.085,00	1.086,25	1.088,00	1.080,00	NE	NE	NE	NE
INA-29	1.046,61	1.063,50	1.067,50	1.071,00	1.054,50	1.069,00	1.070,00	1.073,00	1.057,50	1.062,50	1.063,50	1.065,50	1.065,50
INA-30	1.080,01	1.093,50	1.094,50	1.095,50	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.091,75	1.087,00	NE	NE	NE	NE
INA-31	1.077,38	1.091,50	1.092,00	1.093,50	1.087,50	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.085,00	NE	NE	NE	NE
INA-32	1.075,65	1.078,50	1.080,00	1.084,00	1.076,25	1.082,00	1.083,00	1.085,00	1.076,00	NE	NE	NE	NE
INA-33	1.080,90	1.086,00	1.088,00	1.092,00	1.082,00	1.085,50	1.087,00	1.088,00	1.082,00	NE	NE	NE	NE
INA-34	1.098,14	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
INA-35	1.071,71	1.075,00	1.076,50	1.080,00	1.072,21	1.078,50	1.080,00	1.081,50	1.072,21	NE	NE	NE	NE
INA-36	1.070,88	1.084,00	1.085,00	1.086,50	1.080,50	1.088,75	1.089,25	1.090,25	1.083,00	NE	NE	NE	NE
INA-37	1.076,60	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
INA-38	1.074,93	1.080,00	1.081,50	1.084,50	1.075,43	1.081,00	1.083,00	1.084,50	1.075,43	NE	NE	NE	NE



RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 1				Etapa 2				Etapa 3			
		Pico			Liquef.	Pico			Liquef.	Pico			Liquef.
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
INA-39	1.068,81	1.074,00	1.075,50	1.078,00	1.073,00	1.078,75	1.080,00	1.081,50	1.075,50	NE	NE	NE	NE
INA-40	1.061,39	1.066,00	1.068,50	1.072,50	1.063,00	1.071,00	1.072,00	1.075,00	1.063,50	1.065,75	1.066,75	1.068,00	1.066,00
PZ-01	1.046,98	1.058,50	1.061,00	1.063,50	1.049,50	1.061,50	1.063,00	1.065,00	1.054,00	1.061,00	1.062,00	1.064,00	1.064,00
PZ-02	1.046,43	1.054,50	1.056,00	1.057,00	1.049,00	1.055,00	1.056,50	1.057,50	1.051,00	1.058,00	1.059,00	1.061,00	1.061,00
PZ-03	1.059,37	1.075,50	1.077,00	1.083,00	1.066,00	1.081,00	1.082,00	1.083,50	1.066,75	1.066,00	1.066,25	1.066,50	1.066,50
PZ-04	1.055,76	1.070,50	1.074,00	1.077,00	1.060,50	1.075,00	1.076,50	1.079,00	1.063,50	1.063,00	1.064,00	1.066,00	1.066,00
PZ-05	1.048,78	1.061,50	1.065,50	1.069,00	1.050,50	1.067,00	1.068,00	1.070,50	1.055,50	1.062,00	1.063,00	1.065,00	1.065,00
PZ-06	1.075,53	1.091,50	1.092,00	1.093,50	1.087,50	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.085,00	NE	NE	NE	NE
PZ-07	1.078,55	Instrumento já removido na etapa atual				Instrumento já removido na etapa atual				Instrumento já removido na etapa atual			
PZ-08	1.053,14	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
PZ-09	1.036,67	1.059,00	1.061,00	1.064,50	1.057,00	1.062,50	1.064,00	1.066,50	1.057,50	1.065,00	1.065,50	1.066,50	1.064,25
PZ-10	1.054,86	1.059,00	1.061,00	1.064,50	1.057,00	1.062,50	1.064,00	1.066,50	1.057,50	1.065,00	1.065,50	1.066,50	1.064,25
PZ-11	1.027,43	1.072,50	1.073,50	1.076,50	1.072,00	1.075,75	1.076,75	1.078,25	1.073,00	NE	NE	NE	NE
PZ-12	1.022,64	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
PZ-13	1.068,63	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
PZ-14	1.005,30	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
PZ-15	1.032,28	1.070,50	1.074,00	1.077,00	1.060,50	1.075,00	1.076,50	1.079,00	1.063,50	1.063,00	1.064,00	1.066,00	1.066,00
PZ-16	1.073,44	1.076,50	1.078,00	1.083,50	1.073,94	1.082,00	1.083,00	1.084,00	1.073,94	NE	NE	NE	NE



RELATÓRIO TÉCNICO

BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Instrumento	Cota de Fundo (m)	Níveis de Controle											
		Etapa 1				Etapa 2				Etapa 3			
		Pico			Liquef.	Pico			Liquef.	Pico			Liquef.
		Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)	Atenção (m)	Alerta (m)	Emerg. (m)	SEMAD FEAM (m)
PZ-17	1.089,24	1.095,50	1.096,50	1.097,50	1.093,00	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
PZ-18	1.028,98	1.056,00	1.058,50	1.061,50	1.053,00	1.060,50	1.062,00	1.064,50	1.055,00	1.062,00	1.063,00	1.065,00	1.065,00
PZ-19	1.061,70	1.081,50	1.083,00	1.087,00	1.079,75	1.085,00	1.086,00	1.087,50	1.078,00	NE	NE	NE	NE
PZ-20	1.051,21	1.071,00	1.072,50	1.077,00	1.066,00	1.075,50	1.076,50	1.079,00	1.066,50	1.066,50	1.067,50	1.068,00	1.066,50
PZ-21	1.048,62	1.078,50	1.079,00	1.081,00	1.075,00	1.085,00	1.086,25	1.088,00	1.080,00	NE	NE	NE	NE
PZ-22	1.037,19	1.063,50	1.067,50	1.071,00	1.054,50	1.069,00	1.070,00	1.073,00	1.057,50	1.062,50	1.063,50	1.065,50	1.065,50
PZ-23	1.085,15	1.093,50	1.094,50	1.095,50	1.090,50	1.091,00	1.091,50	1.091,75	1.087,00	NE	NE	NE	NE
PZ-24	1.033,69	Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle				Instrumento fora de seção de controle			
PZ-25	1.026,15	1.031,00	1.032,00	1.033,00	1.031,00	1.031,00	1.032,00	1.033,00	1.031,00	1.033,50	1.034,50	1.061,00	1.061,00

6.6 Rotina de Monitoramento

Devido às condições atuais de estabilidade da estrutura nas análises de estabilidade com carregamento não drenado e devido à complexidade de execução de um projeto de descaracterização, a equipe técnica da MMI e 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 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 de execução das obras. Caso os instrumentos indiquem que a superfície freática se encontra abaixo do nível verificado na fase de diagnóstico, a obra poderá prosseguir normalmente. Caso contrário, a equipe da MMI ou outra equipe com profissionais qualificados deverá realizar uma análise de estabilidade para verificação do fator de segurança referente à freática medida.

A MMI deverá dispor de um profissional qualificado para atuação no centro de monitoramento com dedicação exclusiva aos instrumentos instalados na Barragem B2 – 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 fator de segurança avaliado com os dados atualizados da instrumentação não atender aos critérios mínimos descritos nesse projeto;
- O profissional do centro de monitoramento verifique alterações abruptas / anômalas na resposta dos instrumentos automatizados existentes;
- O profissional de campo verificar leituras anômalas nos instrumentos manuais;
- O profissional do centro de monitoramento verifique leituras anômalas não justificadas em qualquer um dos 04 (quatro) sismógrafos instalados na barragem;
- O profissional de campo identificar sinais/evidências de deformação nos taludes das ombreiras e áreas adjacentes;
- O fiscal da obra ou qualquer outro funcionário envolvido verificar sinais de deslocamento em campo, como o surgimento de fissuras nos elementos de concreto abertura de trincas nos maciços, entumecimento do solo etc.

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

6.7 Cronograma

Na Figura 6.87 é apresentado um cronograma das obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico considerando desde os serviços preliminares até as obras de descaracterização propriamente dito.

Este cronograma foi inicialmente elaborado considerando três etapas macro a serem realizadas em período seco, conforme premissas do projeto, porém teve sua data ajustada conforme o início das obras e está sendo atualizado de acordo com o andamento real dos serviços, com atualização do projeto para atuação nas obras de descaracterização também nos períodos de veranicos, a partir de solicitação da MMI e aprovação da projetista Terracota.

As obras de descaracterização começaram em julho de 2024, acarretando um prazo reduzido do período seco para executar todas as fases da Etapa 1 de projeto. Dessa forma, foi necessário redistribuir as fases não executadas para a etapa seguinte que se iniciou em abril de 2025, com o fim do período chuvoso 2024/2025. Essas alterações de prazo poderão exigir adequações do projeto durante as obras, de forma a manter a segurança da estrutura e manter o prazo final de entrega da descaracterização.

RELATÓRIO TÉCNICO
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO
RELATÓRIO TRIMESTRAL DE
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO
DE DESCARACTERIZAÇÃO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.1353 - Revisão 01

Id	EDT	Nome da Tarefa	% concluída	Duração	Início	Término
1	1	CRONOGRAMA DESCARACTERIZAÇÃO B2 - MINA TICO-TICO	66%	1852,81 dias	Qua 21/12/22	Sex 25/01/30
2	1.1	INÍCIO	100%	0 dias	Qua 21/12/22	Qua 21/12/22
3	1.2	PROJETO EXECUTIVO - BARRAGEM B2 - MINA TICO-TICO	100%	111 dias	Qua 21/12/22	Qua 31/05/23
4	1.3	OBRAS COMPLEMENTARES	100%	224 dias	Ter 10/01/23	Qui 07/12/23
5	1.4	REVISÃO DE PROJETO R02	100%	138 dias	Sex 06/10/23	Seg 29/04/24
6	1.5	PEER REVIEW (DIAGNÓSTICO)	100%	70 dias	Seg 22/01/24	Seg 29/04/24
7	1.6	ENCOSTA OMBREIRA ESQUERDA	68%	124 dias	Sex 01/08/25	Sex 30/01/26
8	1.6.1	REMOÇÃO DO MATERIAL SUPERFICIAL	100%	17 dias	Sex 01/08/25	Ter 26/08/25
9	1.6.2	REAVALIAÇÃO TERRACOTA	100%	55 dias	Ter 26/08/25	Qua 12/11/25
10	1.6.3	REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO TALUDE	100%	12 dias	Ter 26/08/25	Qui 11/09/25
11	1.6.4	APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE BIOENGENHARIA	0%	40 dias	Seg 01/12/25	Sex 30/01/26
12	1.7	ENCOSTA OMBREIRA DIREITA	74%	114 dias	Qui 17/07/25	Qua 31/12/25
13	1.7.1	REMOÇÃO DO MATERIAL SUPERFICIAL	100%	9 dias	Qui 17/07/25	Qua 30/07/25
14	1.7.2	REVEGETAÇÃO E APLICAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS	71%	77 dias	Seg 08/09/25	Qua 31/12/25
15	1.8	PERÍODO DE OBRA	79%	1004,88 dias	Ter 02/01/24	Qui 25/11/27
16	1.8.1	ETAPA 1	100%	452,88 dias	Ter 02/01/24	Ter 07/10/25
17	1.8.1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	100%	7 dias	Sex 28/06/24	Ter 09/07/24
18	1.8.1.1.1	MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS	100%	2 dias	Sex 28/06/24	Ter 02/07/24
19	1.8.1.1.2	ADEQUAÇÃO DE ACESSOS (REGULARIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO)	100%	7 dias	Sex 28/06/24	Ter 09/07/24
20	1.8.1.1.3	REMOÇÃO DA GEOMEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO	100%	1 dia	Sex 28/06/24	Seg 01/07/24
21	1.8.1.2	FASE 1 - REMOÇÃO 11º ALTEAMENTO	100%	41 dias	Seg 15/07/24	Ter 10/09/24
26	1.8.1.3	FASE 2 - REMOÇÃO 10º ALTEAMENTO	100%	433 dias	Ter 02/01/24	Ter 09/09/25
54	1.8.1.4	FASE 3 - REMOÇÃO 9º ALTEAMENTO	100%	48 dias	Seg 19/05/25	Sex 25/07/25
61	1.8.1.5	FASE 4 - REMOÇÃO 8º ALTEAMENTO	100%	58,06 dias	Qui 17/07/25	Ter 07/10/25
68	1.8.2	ETAPA 2	58%	452 dias	Sex 28/06/24	Sex 10/04/26
69	1.8.2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	38%	127,13 dias	Qua 08/10/25	Sex 10/04/26
73	1.8.2.2	FASE 5 - REMOÇÃO 7º ALTEAMENTO	100%	344,88 dias	Sex 28/06/24	Ter 04/11/25
78	1.8.2.3	FASE 6 - REMOÇÃO 6º ALTEAMENTO	21%	63 dias	Qua 05/11/25	Sex 06/02/26
83	1.8.3	ETAPA 3	0%	468 dias	Ter 10/02/26	Qui 25/11/27
112	1.9	PÓS-OBRA	0%	566 dias	Sex 26/11/27	Sex 25/01/30
113	1.9.1	PROTEÇÃO SUPERFICIAL DOS TALUDES NATURAIS	0%	45 dias	Sex 26/11/27	Qui 27/01/28
114	1.9.2	DESMOBILIZAÇÃO	0%	15 dias	Sex 07/01/28	Qui 27/01/28
115	1.9.3	MONITORAMENTO ATIVO (2 ANOS)	0%	521 dias	Sex 28/01/28	Sex 25/01/30

Figura 6.87 – Cronograma das obras de descaracterização Barragem B2 TT.

7. Assinaturas

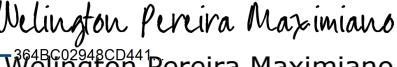
- Responsável técnico pelo projeto de descaracterização:

DocuSigned by:

Elias Josafá Cota
9A6C785904BE42F

Engenheiro Civil / Geotécnico
RNP 1403750408 (CREA-MG)

- Responsável técnico pelo acompanhamento das obras:

Assinado por:

Wellington Pereira Maximiano
364BC02948CD441

Coordenador de Geotecnia / Engenheiro Civil
RNP 1411469151 (CREA-MG)

- Responsável técnico pela elaboração do relatório:

Assinado por:

Fábio Castellan
E5920F314188429

Engenheiro de Minas / Geotécnico
RNP 1421939673 (CREA-MG)

8. Anexos

ANEXO A – ART - RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO (AGOSTO-OUTUBRO/2025)

Formato: Adobe PDF
(2 PÁGINAS)

ANEXO B – TOPOGRAFIA ATUALIZADA

Formato: Arquivo dwg

ANEXO C – PLANOS DE AÇÃO ANOMALIAS 2025

Formato: Arquivo zipado PDF e Excel

