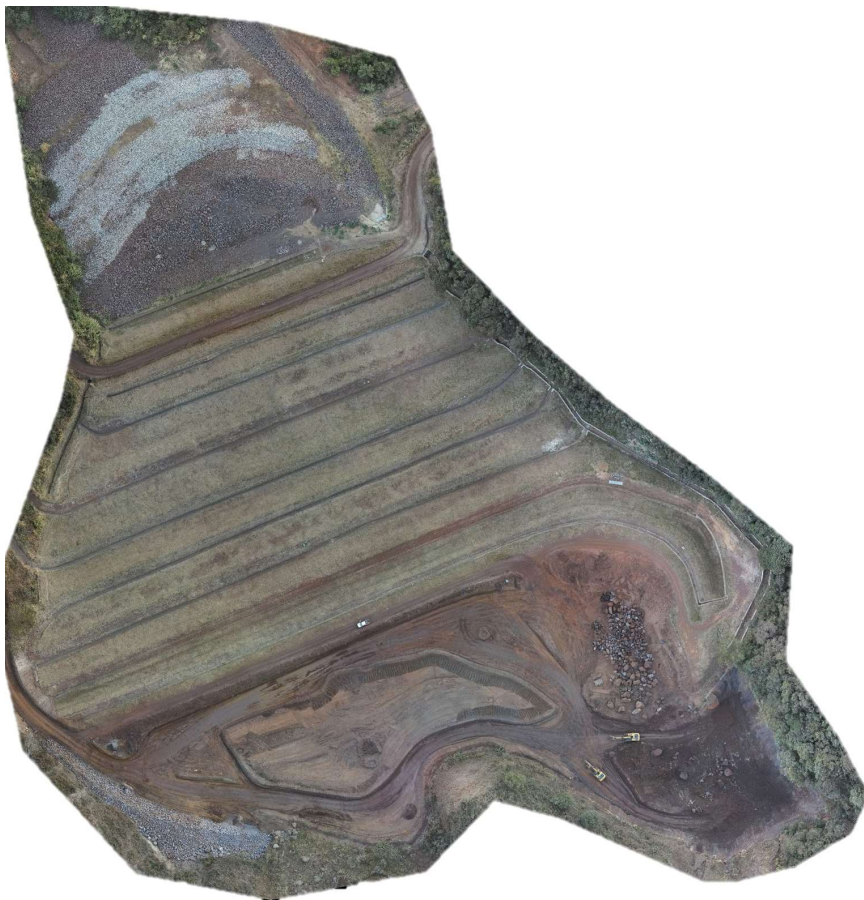


TERRACOTA
GEOTECNIA

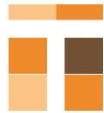
BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO



RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO

RELATÓRIO TÉCNICO
12824-R-BA-RL-23-GE_r0

AGOSTO
2024

 TERRACOTA GEOTECNIA		TERRACOTA CONSULTORIA E PROJETOS																				
MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.																						
Nº. CONTRATADA: 12824-R-BA-RL-23-GE_r0		BARRAGEM B2 – MINA TICO-TICO RELATÓRIO TÉCNICO RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO																				
Nº. MORRO DO IPÊ: IPE.OP.RL.8000.GT.20.1025																						
CONTROLE DE REVISÃO DAS FOLHAS																						
Rev doc	00					Rev doc	00					Rev doc	00				Rev doc	00				
Revisão da folha					Revisão da folha					Revisão da folha					Revisão da folha							
1	X					26	X					51	X				76	X				
2	X					27	X					52	X				77	X				
3	X					28	X					53	X				78	X				
4	X					29	X					54	X				79	X				
5	X					30	X					55	X				80	X				
6	X					31	X					56	X				81	X				
7	X					32	X					57	X				82	X				
8	X					33	X					58	X				83	X				
9	X					34	X					59	X				84	X				
10	X					35	X					60	X				85	X				
11	X					36	X					61	X				86	X				
12	X					37	X					62	X				87	X				
13	X					38	X					63	X				88	X				
14	X					39	X					64	X				89	X				
15	X					40	X					65	X				90	X				
16	X					41	X					66	X				91	X				
17	X					42	X					67	X				92	X				
18	X					43	X					68	X				93	X				
19	X					44	X					69	X				94	X				
20	X					45	X					70	X				95	X				
21	X					46	X					71	X				96	X				
22	X					47	X					72	X				97	X				
23	X					48	X					73	X				98	X				
24	X					49	X					74	X				99	X				
25	X					50	X					75	X				100	X				
REV.	T.E	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES																				
00	B	EMISSÃO PARA COMENTÁRIOS																				
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.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.
DATA	29/08/2024																					
EXECUTADO	GFL / EJC																					
VERIFICADO	EJC																					
APROVADO	EJC																					

SUMÁRIO

1.	Introdução	5
2.	Documentos de referência.....	6
3.	Códigos e Normas	7
4.	Ficha Técnica do Empreendimento	8
4.1	Identificação do Empreendedor	8
4.2	Identificação do Empreendimento.....	8
4.3	Endereço para Envio de Correspondência	8
4.4	Identificação do Representante Legal do Empreendimento.....	8
4.5	Responsável Técnico pela Segurança da Barragem	8
4.6	Responsável Técnico pela Elaboração do Projeto para Descaracterização.....	9
4.7	Equipe Técnica Responsável pela Elaboração do Projeto para Descaracterização.....	9
4.8	Responsável temporário pelo Acompanhamento das Obras de Descaracterização	9
4.9	Localização da Barragem.....	10
4.10	Função atual.....	10
4.11	Características Gerais	11
4.12	Classificação da Barragem.....	16
5.	Projeto de Descaracterização	21
5.1	Descrição do Projeto	22
5.2	Alterações de Projeto.....	27
5.3	Atividades Preparatórias.....	27
5.3.1	Remoção da Impermeabilização do Reservatório	28
5.3.2	Regularização das Vias de Acesso.....	28
5.3.3	Estabilização da Encosta – Berma de Equilíbrio em Enrocamento.....	28
5.4	Riscos Geológicos-Geotécnicos	29
6.	Obras de Descaracterização	37
6.1	Memorial Descritivo	37
6.1.1	Projeto.....	39
6.1.2	Levantamento Topográfico – Obras Executadas	41
6.1.3	Comparativo Projeto x Executado.....	43
6.2	Condição da Estrutura no Período Avaliado	45
6.2.1	Inspeções de Campo	45
6.2.2	Anomalias Detectadas Durante as Inspeções	45
6.2.3	Instrumentação Instalada na Barragem	47
6.2.3.1	Leituras Instrumentação	60
6.2.4	Análise de Estabilidade	84

6.2.4.1	Premissas Adotadas nas Simulações	86
6.2.4.2	Sismicidade do Local da Barragem	87
6.2.4.3	Definição da Condição da Superfície Freática	93
6.2.4.4	Parâmetros de Resistência	95
6.2.4.5	Resultados	97
6.3	Controle do Nível Freático no Reservatório	117
6.4	Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização	118
6.5	Programa de Monitoramento para as Obras de Descaracterização	118
6.6	Rotina de Monitoramento	119
6.7	Cronograma	120
7.	Situação atual dos demais itens do Termo de Referência	124
8.	Assinaturas	125
9.	Anexos	126

1. Introdução

O presente documento corresponde ao Relatório Técnico de Acompanhamento do Processo de Descaracterização da **Barragem B2 - Mina Tico-Tico**, referente ao trimestre de Maio/2024 a Julho/2024, 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:

- “RMO_Julho2024_B2TT.docx” - Descaracterização Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Relatório Mensal de Acompanhamento Técnico de Obra. Mineração Morro do Ipê. Agosto/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.674_r2 - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização - Relatório Técnico de Consolidação de Dados. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Abril/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.675_r2 - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização - Relatório Técnico de Diagnóstico da Estrutura. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Abril/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.GT.20.678_r2 - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização - Planilha de Quantidades. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Maio/2023;
- IPE.OP.DE.8000.GT.20.708_r2 a IPE.OP.DE.8000.GT.20.756_r2, IPE.OP.DE.8000.GT.20.813_r0 e IPE.OP.DE.8000.GT.20.814_r0 - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Projeto Executivo de Descaracterização - Desenhos do Projeto. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Abril/2024.
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.908_r1 - Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança de Barragens - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - FEAM - 1º Semestre de 2024. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Março/2024;
- IPE.OP.RL.8000.GT.20.553_r2 - Barragem B2 - Mina Tico-Tico - Níveis de Controle da Instrumentação - Carta de Risco. Terracota Consultoria e Projetos Ltda. Setembro/2023.

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 - Consolidar 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 13.028/2017 - dispõe sobre os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projeto de barragens de mineração, incluindo as barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos gerados por erosão e reservação de água em mineração, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente.

4. Ficha Técnica do Empreendimento

4.1 Identificação do Empreendedor

Razão Social: Mineração Morro do Ipê S.A.

CNPJ: 22.902.554/0001-17

Inscrição Estadual: 293732116

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

Telefone: (31) 3614-1800 / (31) 3181-1315

E-mail: casaipe@ipemineração.com

4.2 Identificação do Empreendimento

Razão Social: Mineração Morro do Ipê S.A.

CNPJ: 22.902.554/0001-17

Processo Administrativo
COPAM nº: 37478/2016

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

Telefone: (31) 3614-1800 / (31) 3181-1315

E-mail: casaipe@ipemineração.com

4.3 Endereço para Envio de Correspondência

Destinatário: Wellington Pereira Maximiano

Vínculo: Coordenador de Geotecnia

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

4.4 Identificação do Representante Legal do Empreendimento

Nome: Cristiano Monteiro Parreiras

CPF: 030.102.416-23

Formação: Advogado

Cargo/Função: Diretor de Assuntos Corporativos

Telefone: (31) 99194-8589

E-mail: cristiano.parreiras@ipemineraçao.com

4.5 Responsável Técnico pela Segurança da Barragem

Nome: Wellington Pereira Maximiano

Formação: Engenheiro Civil

Registro Nacional Profissional: 1411469151 (CREA-MG)

Cargo: Coordenador de Geotecnia

Telefone: (31) 3614-1840

E-mail: welington.maximiano@ipemineraçao.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 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

4.8 Responsável temporário 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

4.9 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.

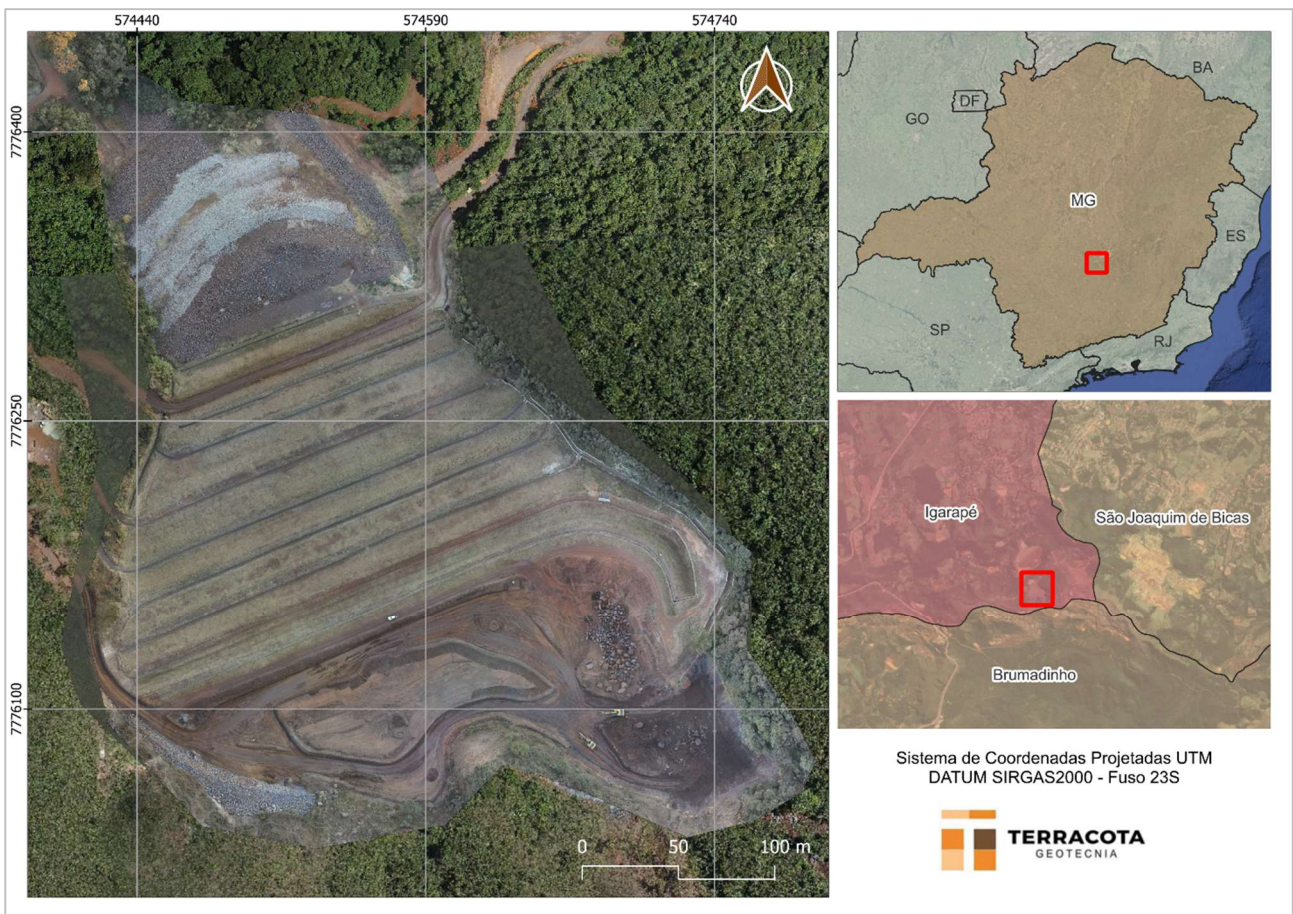


Figura 4.1 – Localização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

4.10 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.

4.11 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.

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).

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"
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	Sem previsão
Situação (status) de operação atual da barragem	Em descaracterização (obras)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Volume Total – maciços + reservatório + amortecimento (m ³)	1.800.173 (*)
Volume Total de maciços (m ³)	442.916 (*)
Capacidade total do reservatório (m ³)	1.357.257 (*)
Volume do reservatório ocupado com rejeitos (m ³)	1.344.347 (*)
Volume de amortecimento (m ³)	19.207
Área do reservatório (m ²)	18.519
Elevação do coroamento (m)	1.127,0
Elevação do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)	1.016,0
Altura atual da barragem (m);	111,0
Extensão do coroamento (m)	320,0
Largura do coroamento (m)	4,5
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) (21,6°)
Inclinação talude de montante	1,6(H):1(V) (32°)
Elevação do NA normal do reservatório (m)	1.125,20
Nível d'água máximo maximorum (TR 10.000 anos) (m)	1.126,48
Nível d'água máximo maximorum (PMP) (m)	1.126,74
Borda livre mínima (TR 10.000 anos) (m)	0,52

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Borda livre mínima (PMP) (m)	0,26
Descarga do vertedouro (TR 10.000 anos) (m ³ /s)	1,44
Descarga do vertedouro (PMP) (m ³ /s)	3,78
Capacidade de descarga do vertedouro (m ³ /s)	9,60
Área da bacia de contribuição (km ²)	0,129

(*) Volumes obtidos a partir da reinterpretação da topografia primitiva do vale e levantamento topográfico cadastral.

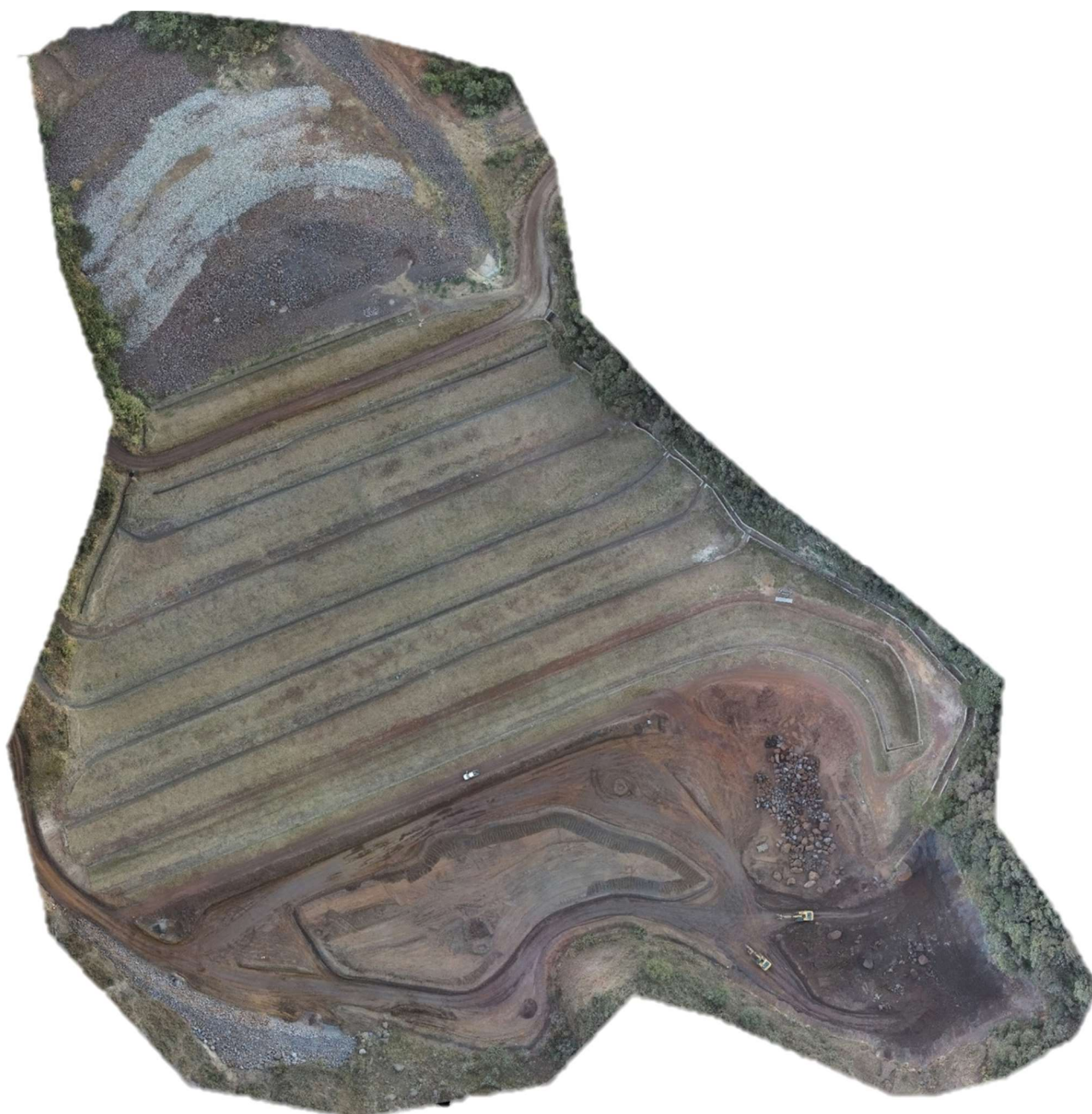


Figura 4.2 – Imagem da Barragem B2 – Mina Tico-Tico. (Fonte: Ortofoto MMI – Julho/2024).

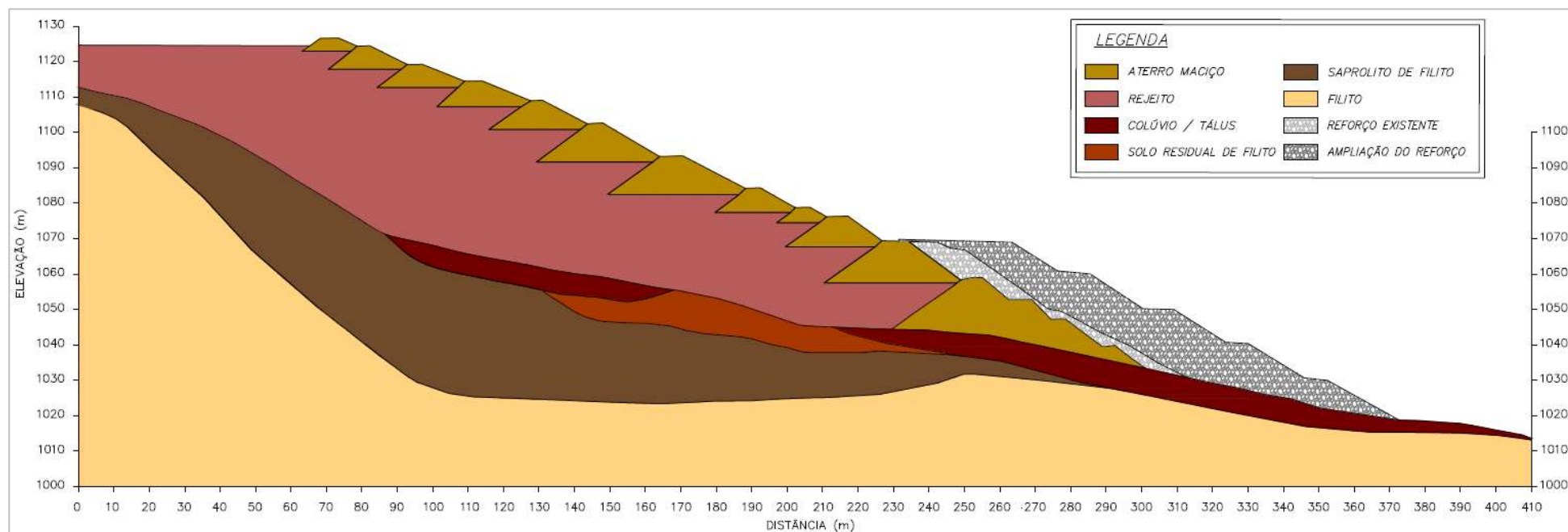


Figura 4.3 – Seção de maior altura (D-D') da Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

4.12 Classificação da Barragem

De acordo com a Matriz para Classificação de barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração segundo Anexo II do Decreto 48.140/2021 que regulamenta a Lei Estadual 23.291/2019, a **Barragem B2 – Mina Tico-Tico** foi classificada, conforme RTESB referente ao 1º semestre/2024 (IPE.OP.RL.8000.GT.20.908), com Potencial de Dano Ambiental Alto e Categoria de Risco Baixo, resultando em **Classe B**, 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		22
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 – Classificação de Categoria de Risco e Potencial de Dano Ambiental.

CATEGORIA DE RISCO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	B	C	D
BAIXO	B	C	E

Tabela 4.6 – 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 Decamilar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
10m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Milinar (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 4.7 – Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração) – Estado de Conservação.

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

Tabela 4.8 – 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				

Tabela 4.9 – Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental (barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração).

Quadro de Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental			
Volume Total do Reservatório (a)	Existência de População a Jusante (b)	Impacto Ambiental (c)	Impacto Socioeconômico (d)
MUITO PEQUENO ≤ 1 milhão m ³ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes / residentes ou temporárias / transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE (Área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
PEQUENO 1 milhão a 5 milhões m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, e armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	BAIXO (Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
MÉDIO 5 milhões a 25 milhões m ³ (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos classe IIB - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
GRANDE 25 milhões a 50 milhões m ³ (4)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (10)	MUITO SIGNIFICATIVO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na classe IIA, Não Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (8)	ALTO (Existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
MUITO GRANDE ≥ 50 milhões m ³ (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na classe I - perigosos, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (10)	-
PDA = Σ (a até d) = 23			

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, 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.

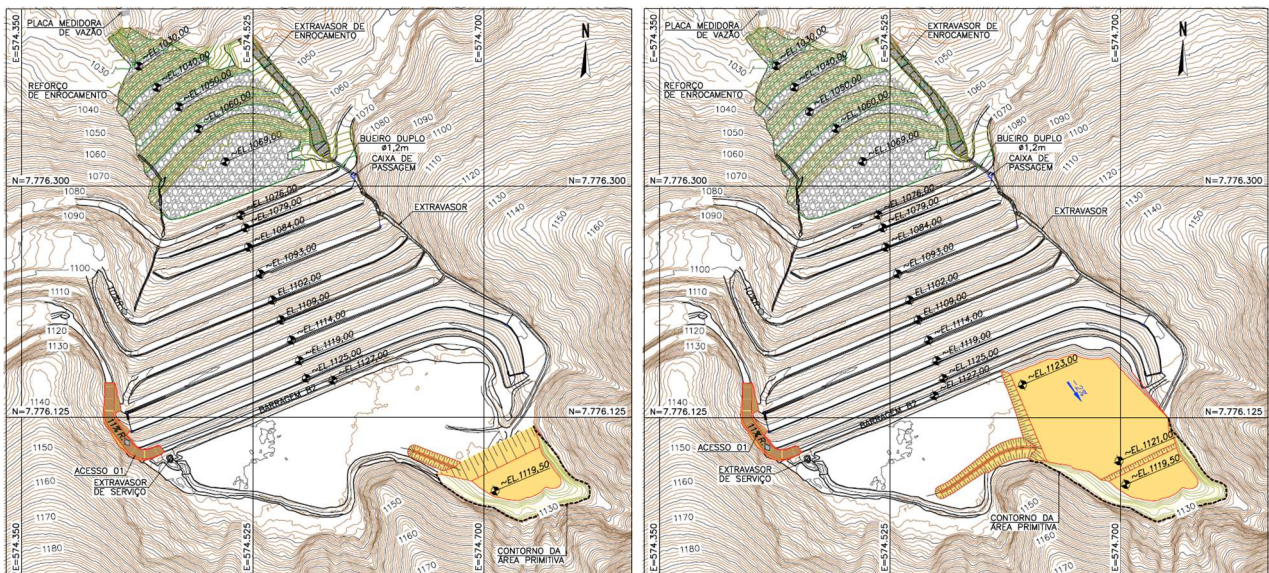


Figura 5.1 – Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente à primeira fase.

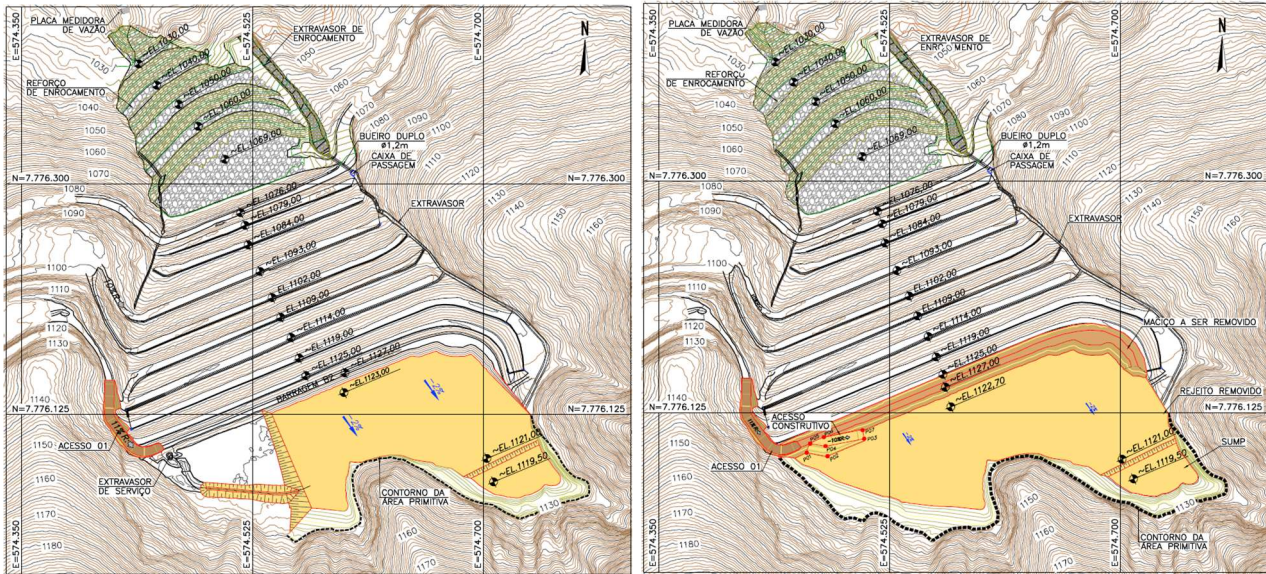


Figura 5.2 – Sequência construtiva de remoção das camadas de rejeito, referente à primeira fase.

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 talwegues 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.

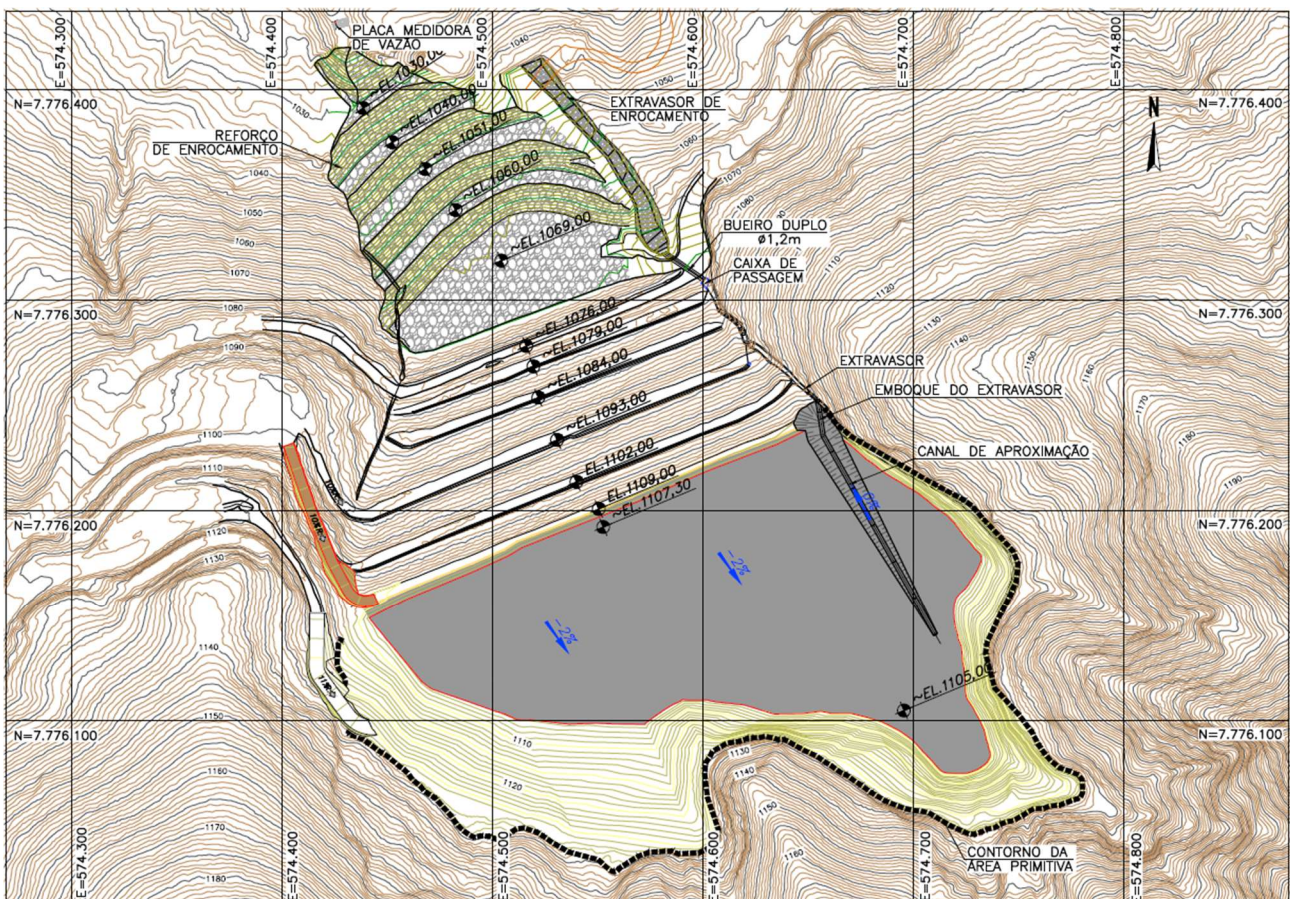


Figura 5.3 – Etapa 1 – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços entre o 11º e 8º alteamentos por montante.

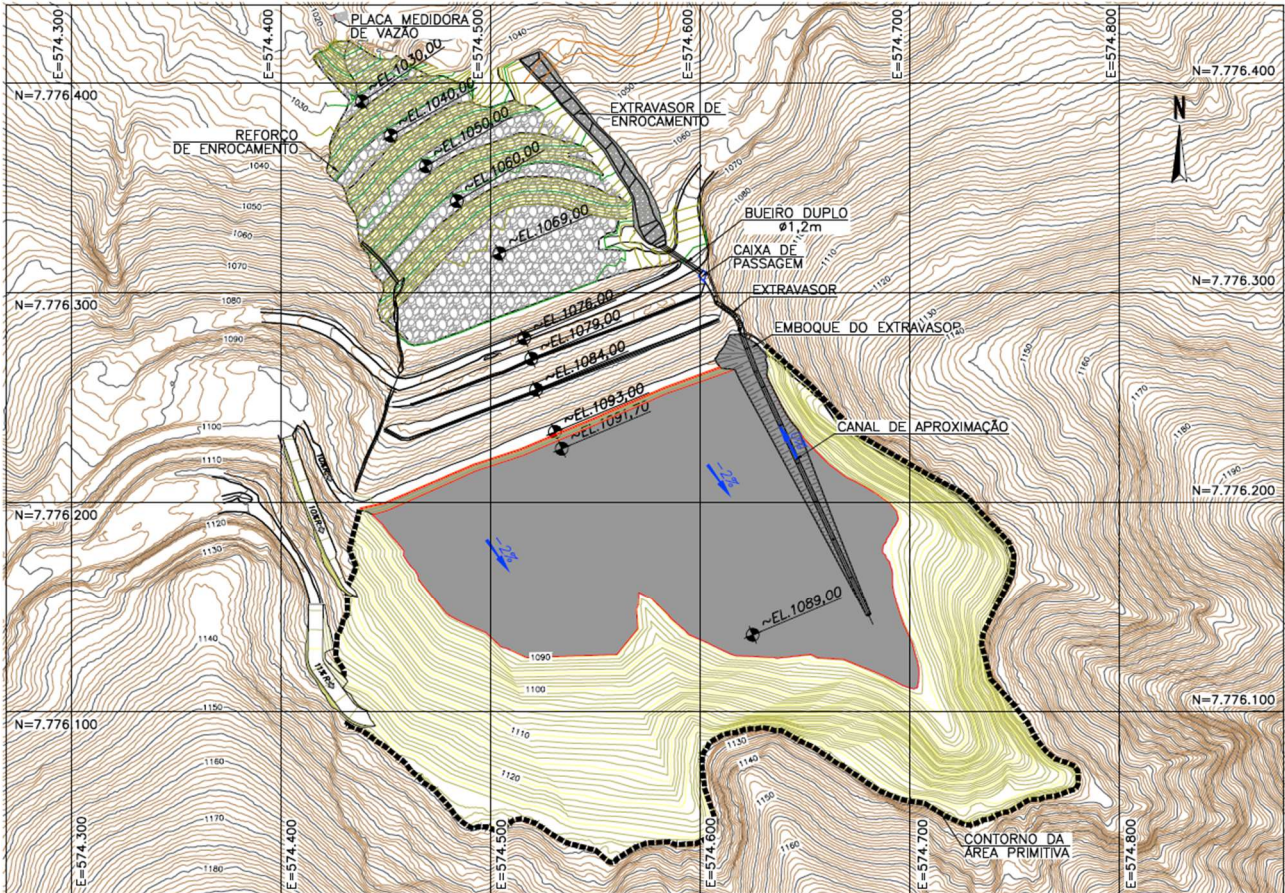


Figura 5.4 – Etapa 2 – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços do 7º e 6º alteamentos por montante.

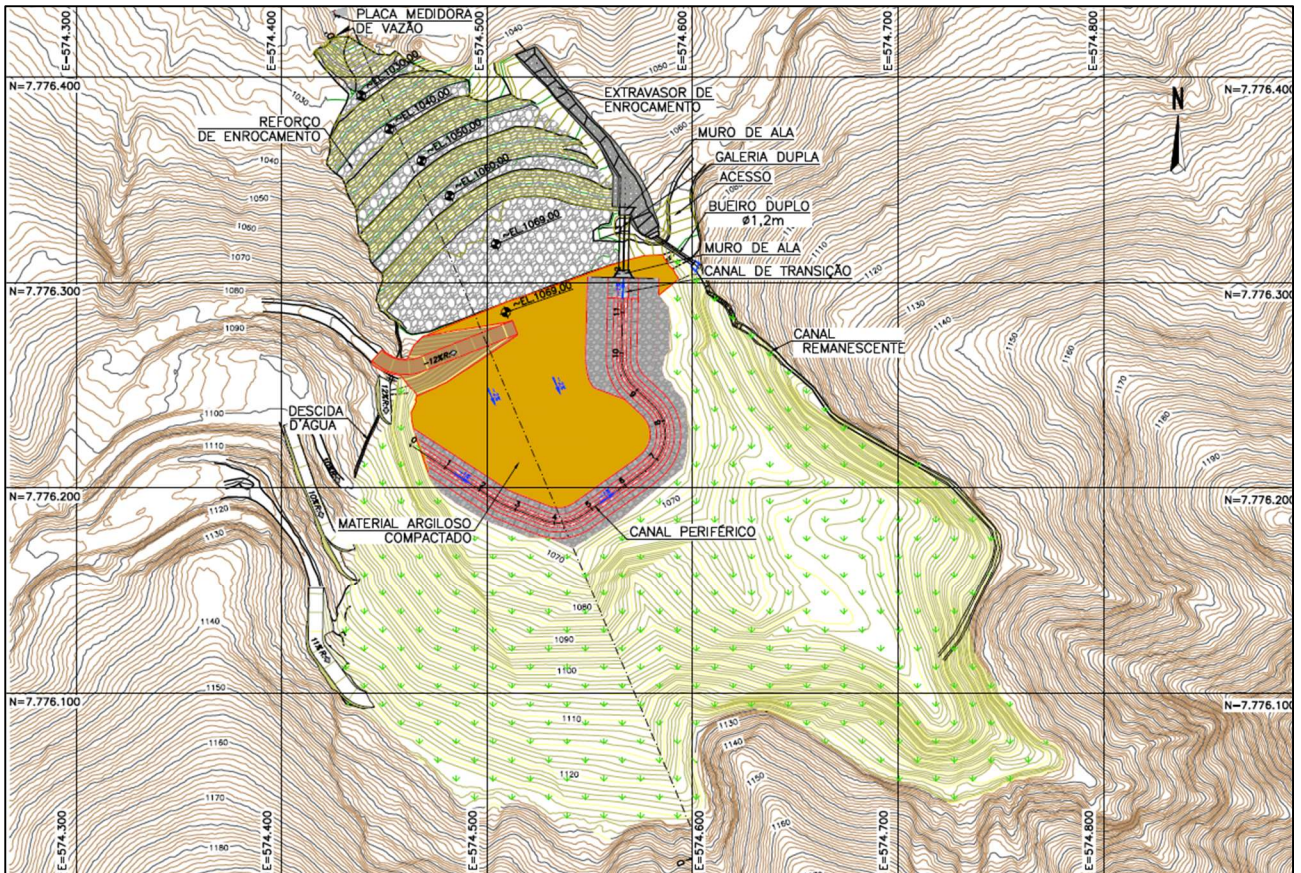


Figura 5.5 – Etapa 3 (Condição Final) – Remoção do rejeito do reservatório e dos maciços entre o 5º e o 2º alteamentos por montante.

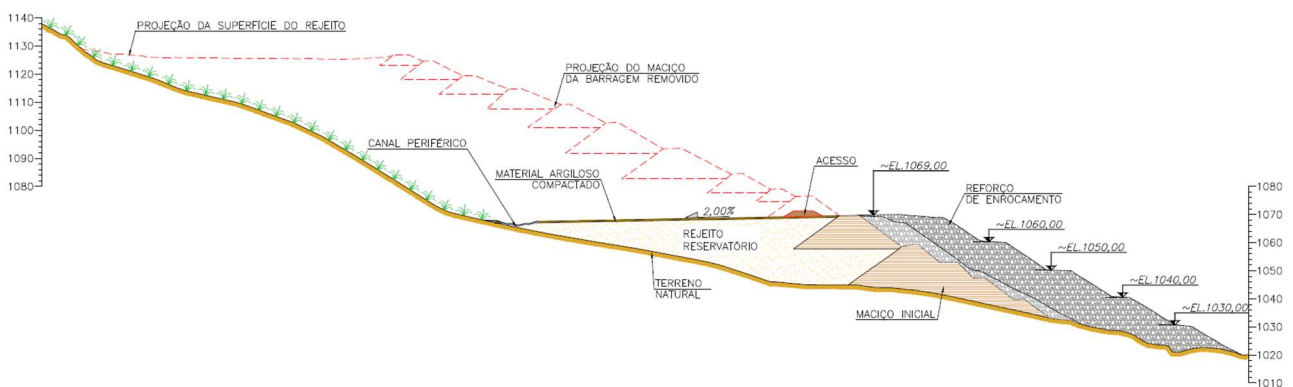


Figura 5.6 – Seção transversal D-D' passando pelo vale após a conclusão da Etapa 3.

5.2 Alterações de Projeto

Durante o período avaliado, não houve alterações nos conceitos do projeto de descaracterização.

5.3 Atividades Preparatórias

A seguir são apresentadas as atividades preparatórias para início da obra de descaracterização executadas durante o período avaliado.

5.3.1 Remoção da Impermeabilização do Reservatório

No período entre a 2ª quinzena de junho de 2024 e a 1ª quinzena de julho/2024 foi realizada a remoção da impermeabilização do reservatório, como parte dos serviços de preparação para o início das obras de descaracterização. As geomembranas foram retiradas de modo a serem preservadas pois serão reutilizadas em etapas intermediárias para selamento do reservatório em fases intermediárias.



Foto 5.1 – Reservatório da barragem.
(Remoção da geomembrana em andamento)



Foto 5.2 – Reservatório da barragem.
(Remoção da geomembrana em andamento)

5.3.2 Regularização das Vias de Acesso

Também no período entre a 2ª quinzena de junho de 2024 e a 1ª quinzena de julho/2024 foi realizada a adequação das vias de acesso entre a barragem e a planta de beneficiamento, para que possibilitasse o início das obras de descaracterização da estrutura.



Foto 5.3 – Obra de ajuste da via de acesso à barragem.



Foto 5.4 – Obra de ajuste da via de acesso à barragem.

5.3.3 Estabilização da Encosta – Berma de Equilíbrio em Enrocamento

Durante o mês de julho/2024 foi executada uma berma de equilíbrio em enrocamento (Foto 5.5 e Foto 5.6) de forma a estabilizar a massa rompida localizada na encosta a montante próximo a ombreira esquerda. Além da berma, está em processo de instalação de dispositivos de drenagem superficial (Foto 5.7 e Foto 5.8) no contato entre a cunha e o terreno natural de forma a reduzir

a infiltração de água e assim reduzir a saturação do material e conseqüentemente, possíveis movimentações.



Foto 5.5 – Berma de equilíbrio em enrocamento na encosta próxima a ombreira esquerda.



Foto 5.6 – Berma de equilíbrio em enrocamento na encosta próxima a ombreira esquerda.



Foto 5.7 – Instalação de dispositivos de drenagem superficial no contato da cunha com o terreno.



Foto 5.8 – Instalação de dispositivos de drenagem superficial no contato da cunha com o terreno.

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 5.7).



Figura 5.7 – 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 instabilização.



Figura 5.8 – Vista do escorregamento situado na encosta a montante do reservatório.



Figura 5.9 – Imagem de satélite delimitando a área onde se desenvolveu a superfície de escorregamento.

Conforme apresentado no subitem 5.3.3, foi executada uma berm de equilíbrio em enrocamento de forma a estabilizar a encosta. A região segue monitorada através de 13 marcos de controle, a localização desses marcos pode ser verificada na Figura 5.10 e as coordenadas de instalação na Tabela 5.1.

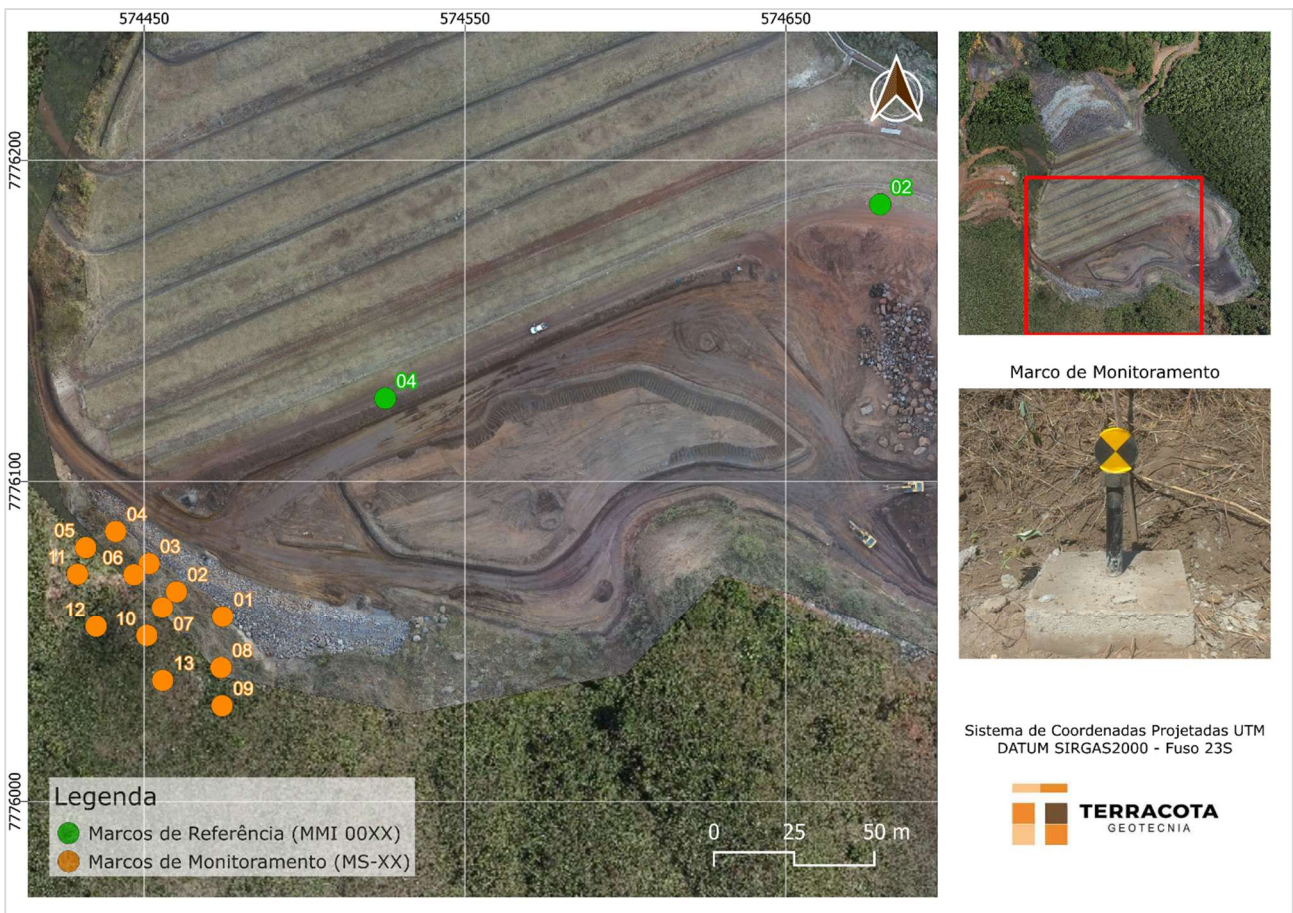


Figura 5.10 – Localização dos Marcos de Monitoramento da Encosta.

Tabela 5.1 – Coordenadas de instalação dos Marcos de Monitoramento da Encosta.

TIPO	INSTRUMENTO	COORDENADAS DE INSTALAÇÃO (SIRGAS2000)		
		E	N	ELEVAÇÃO (m)
Marco de Referência	MMI 0002	574.679,468	7.776.186,272	1.127,265
	MMI 0004	574.525,188	7.776.125,877	1.126,784
Marco de Monitoramento	MS-01	574.474,498	7.776.057,729	1.130,151
	MS-02	574.460,073	7.776.065,584	1.131,997
	MS-03	574.451,548	7.776.074,386	1.130,069
	MS-04	574.441,136	7.776.084,414	1.130,585
	MS-05	574.431,812	7.776.079,372	1.134,258
	MS-06	574.446,855	7.776.070,898	1.134,377
	MS-07	574.455,717	7.776.060,624	1.136,573
	MS-08	574.474,005	7.776.041,703	1.137,554
	MS-09	574.474,309	7.776.029,832	1.143,163
	MS-10	574.450,865	7.776.051,753	1.141,307
	MS-11	574.429,233	7.776.071,074	1.139,692
	MS-12	574.435,039	7.776.054,629	1.146,037
	MS-13	574.455,801	7.776.037,717	1.147,163

A seguir são apresentados o histórico de deslocamentos dos marcos de monitoramento da encosta.

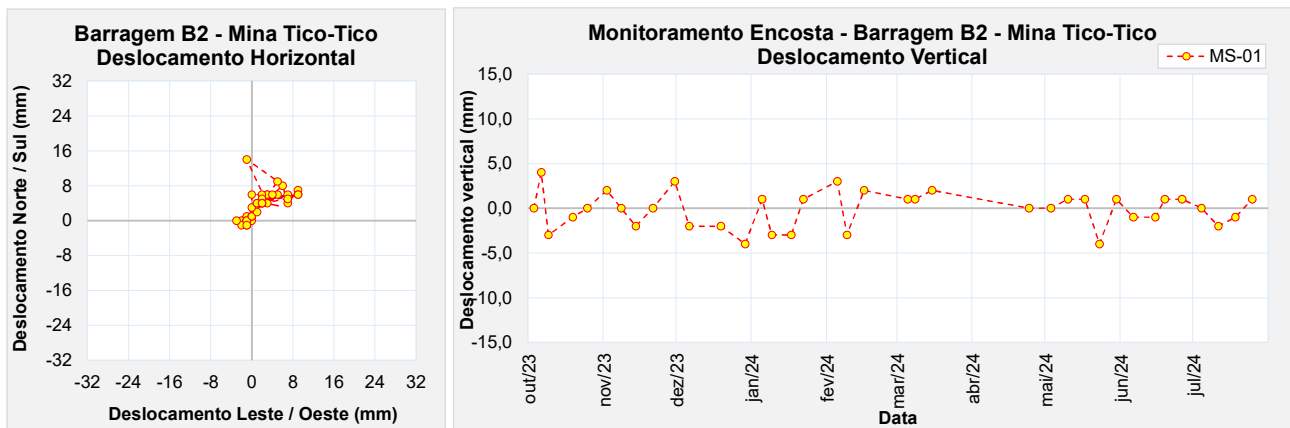


Figura 5.11 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-01.

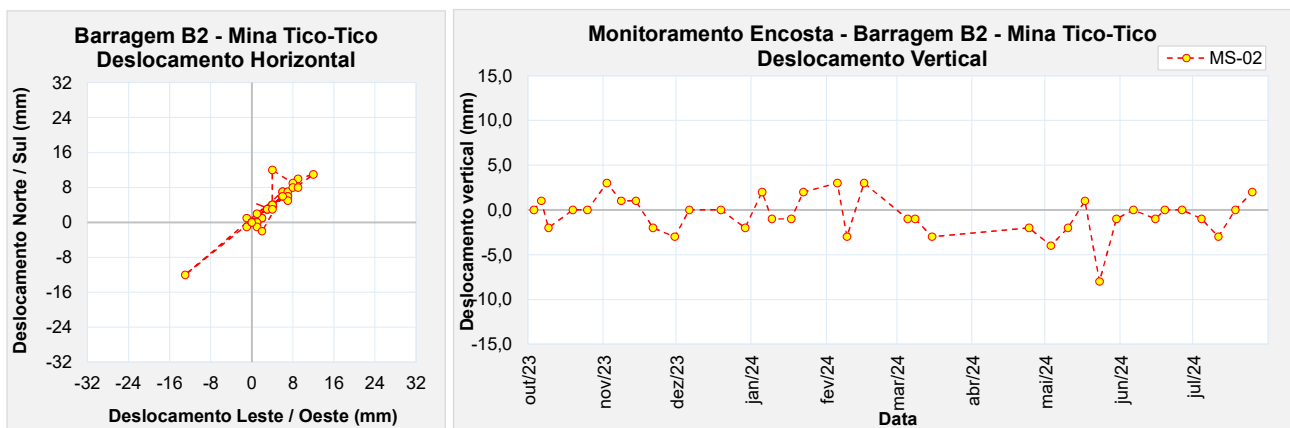


Figura 5.12 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-02.

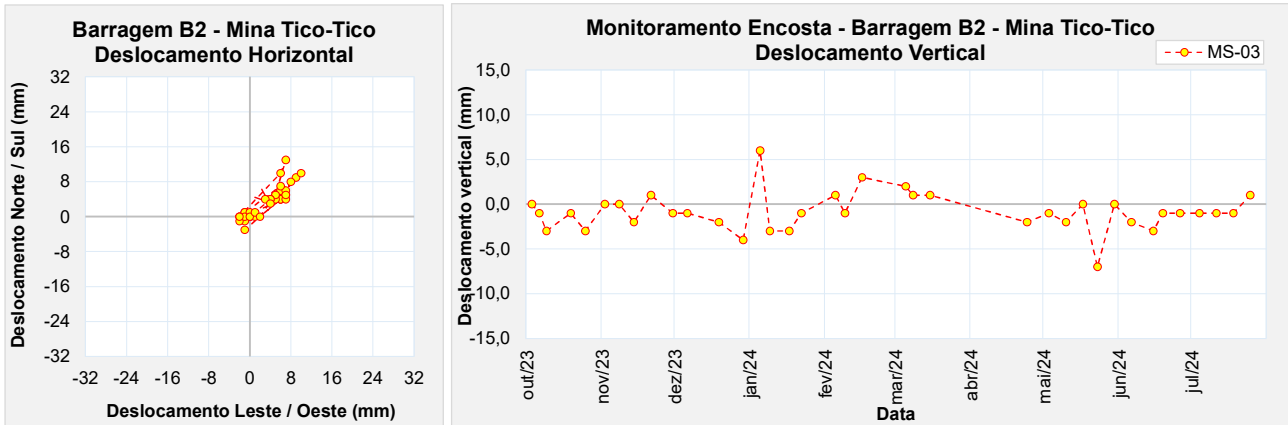


Figura 5.13 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-03.

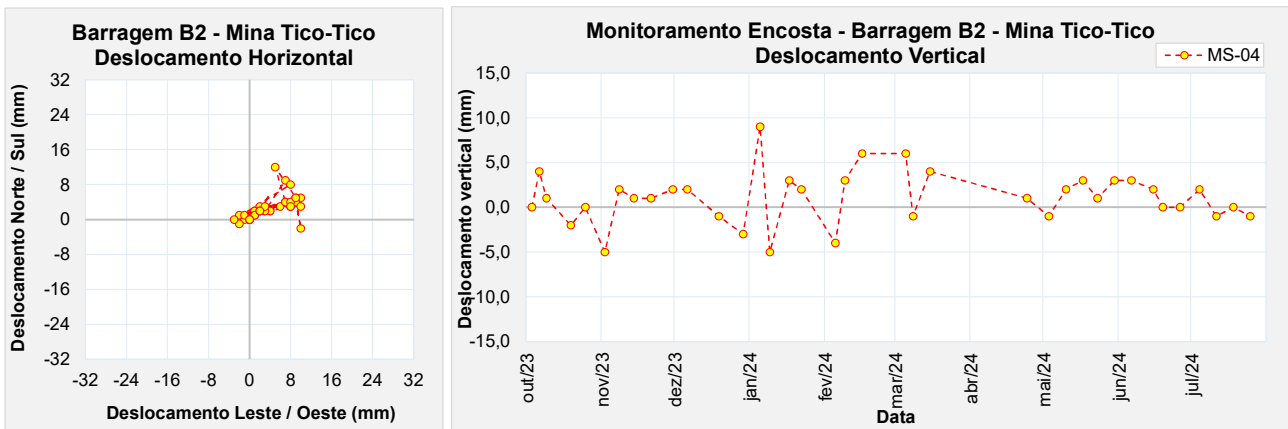


Figura 5.14 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-04.

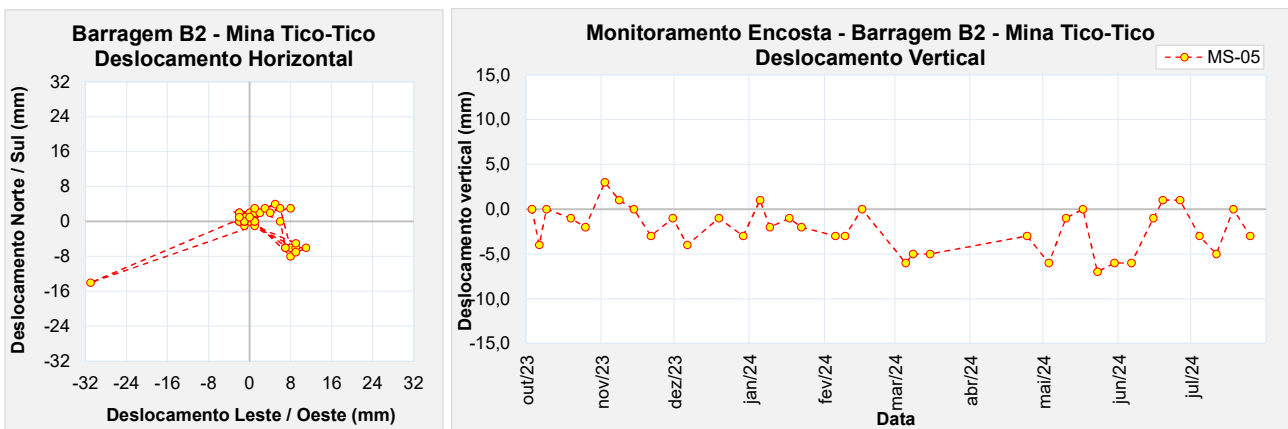


Figura 5.15 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-05.

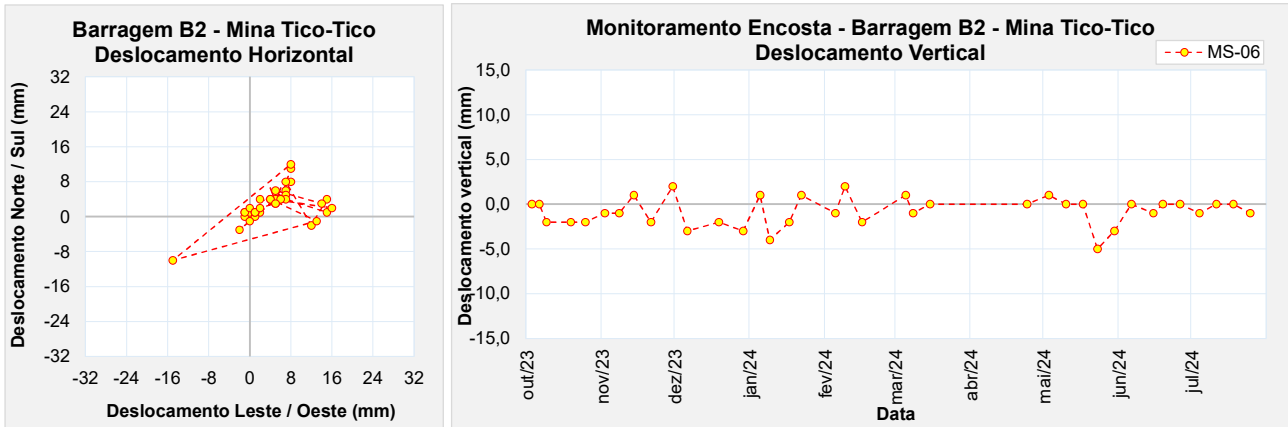


Figura 5.16 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-06.

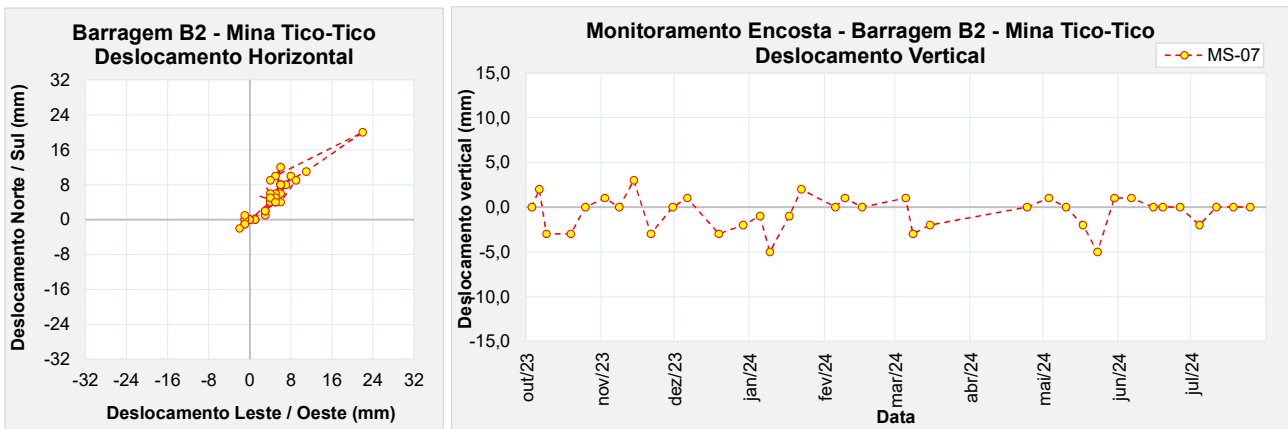


Figura 5.17 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-07.

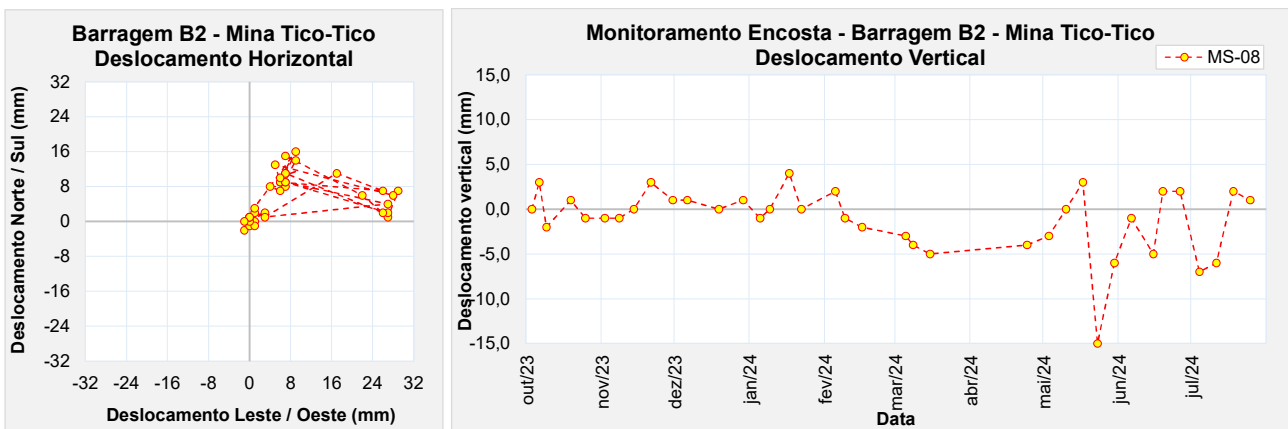


Figura 5.18 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-08.

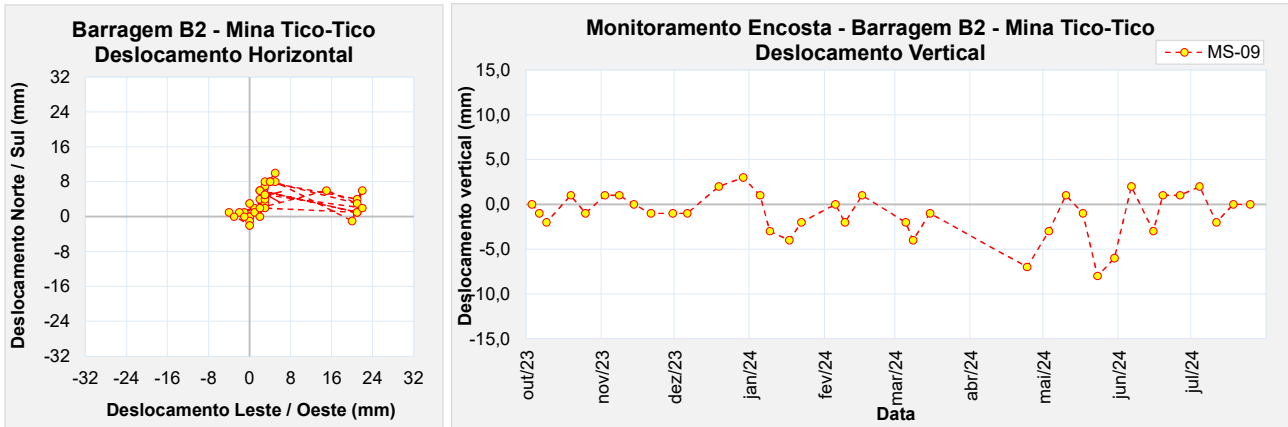


Figura 5.19 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-09.

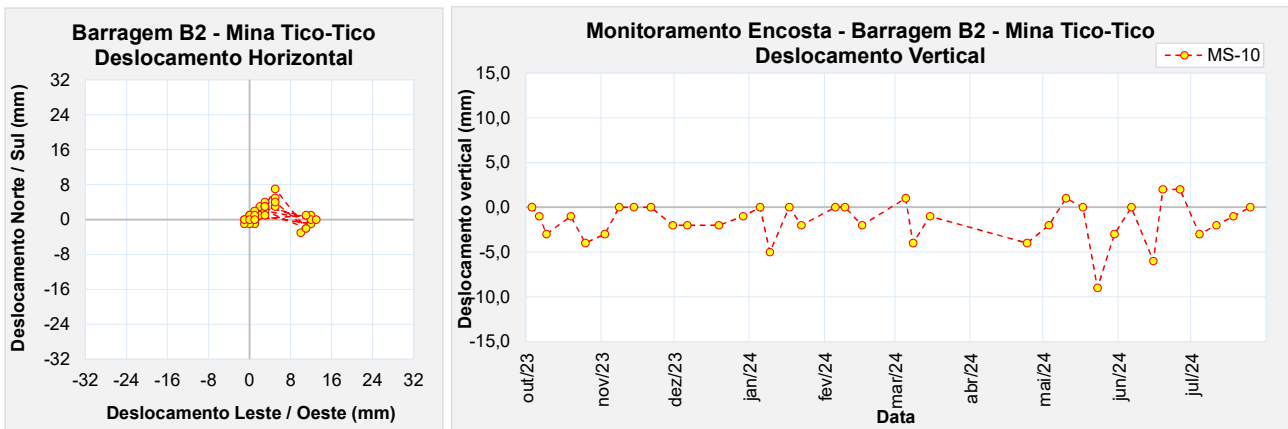


Figura 5.20 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-10.

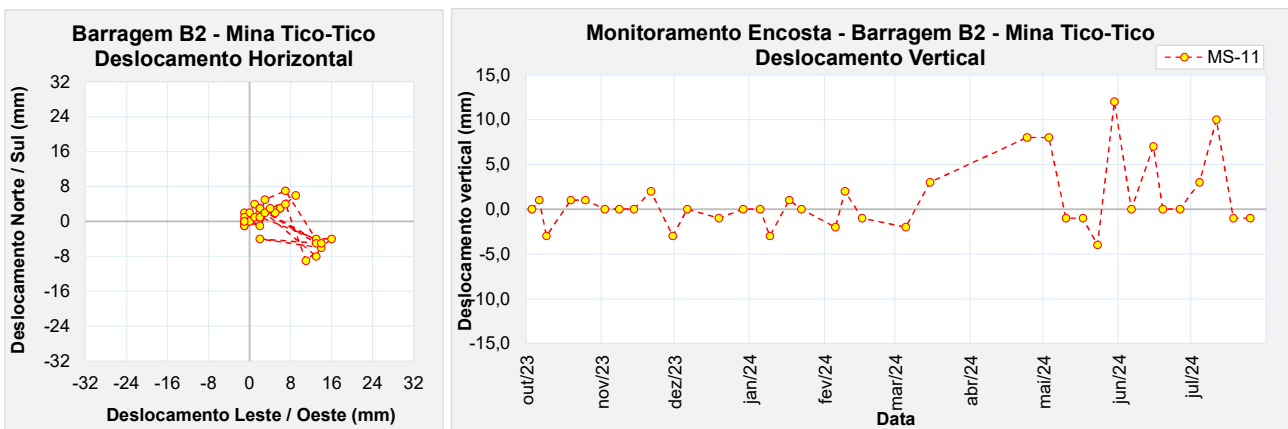


Figura 5.21 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-11.

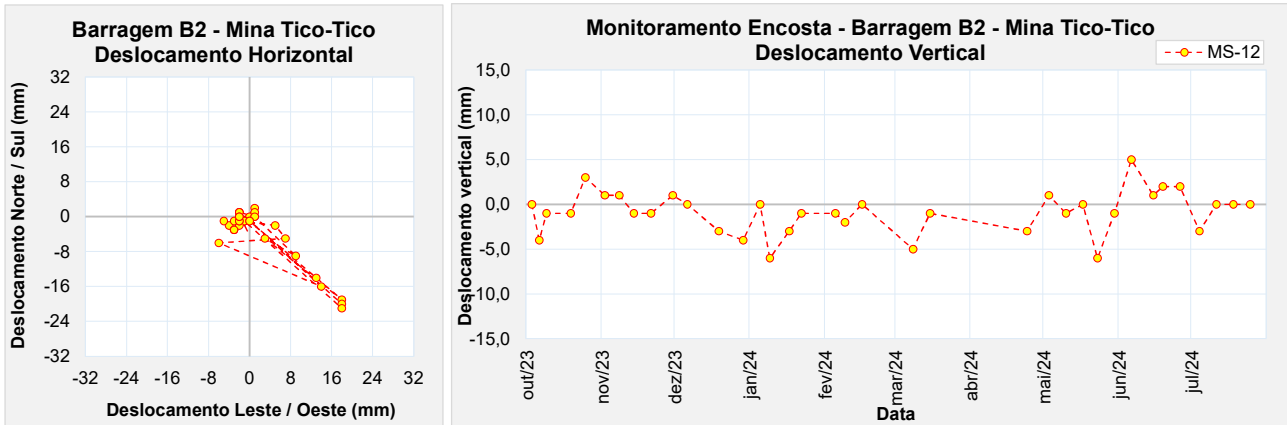


Figura 5.22 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-12.

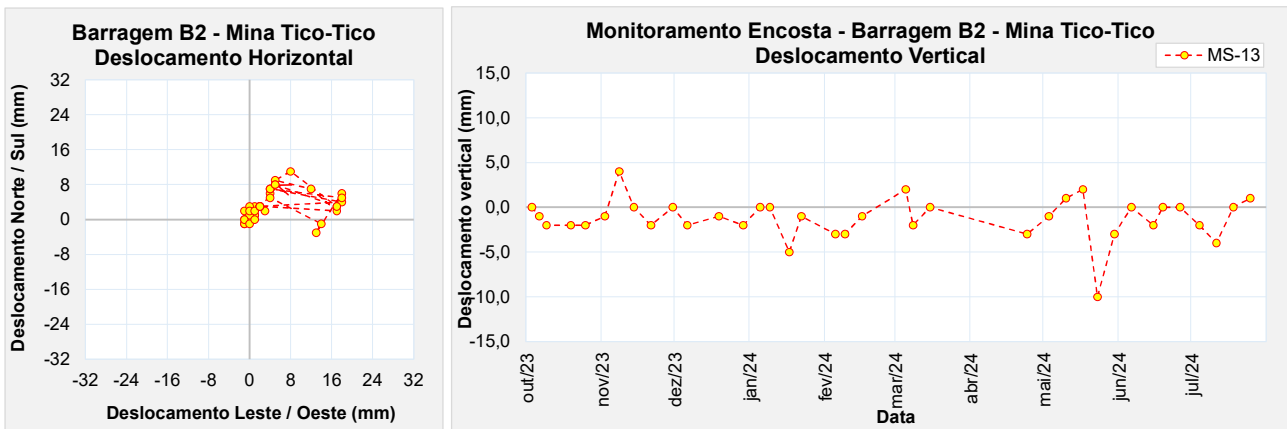


Figura 5.23 – Marco de controle de monitoramento da encosta – MS-13.

A partir da análise das leituras dos marcos de monitoramento da encosta, percebe-se um comportamento similar aos apresentados pelos marcos instalados no maciço da estrutura, verificando movimentações verticais e horizontais muito pequenas. Os valores acumulados observados até 25/07/2024, horizontais menores que 12 mm, predominantemente na direção NE, e verticais menores que 3 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.

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.

6.1 Memorial Descritivo

Durante o mês de julho/2024 foi executada a Fase 1A do projeto de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico, com ajustes na declividade do acesso à crista da barragem (Foto 6.1 e Foto 6.2), regularização do reservatório (Foto 6.3 e Foto 6.4) e execução do *SUMP* (Foto 6.5 e Foto 6.6) para o acúmulo de sedimentos durante as obras, localizado no fundo do reservatório, próximo ao emboque do extravasor de emergência.



Foto 6.1 – Ajuste na declividade do acesso à crista da barragem.

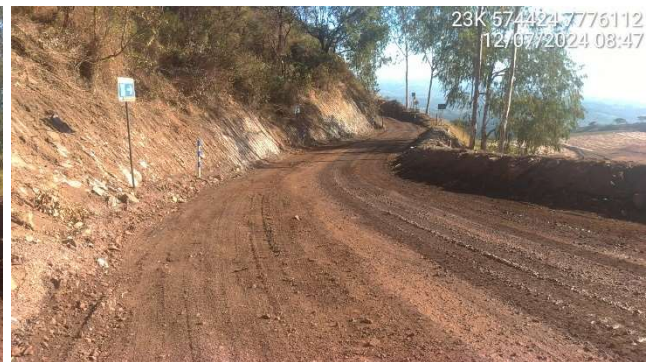


Foto 6.2 – Ajuste na declividade do acesso à crista da barragem.



Foto 6.3 – Regularização do reservatório.



Foto 6.4 – Regularização do reservatório.



Foto 6.5 – Execução do *sump* no fundo do reservatório.



Foto 6.6 – Execução do *sump* no fundo do reservatório.

Como pode ser verificado nestas imagens, 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.

A equipe da MMI realizou o acompanhamento das obras durante o mês de julho e emitiu um relatório mensal de acompanhamento técnico obras (RMO_Julho2024_B2TT), apresentando uma compilação dos relatórios diários de obra e discretizando as atividades realizadas no período avaliado.

6.1.1 Projeto

Conforme apresentado no desenho IPE.OP.DE.8000.GT.20.711, os serviços presentes na Fase 1A correspondem a:

- Execução do acesso 01;
- Execução de *Sump* com base na elevação 1.119,5 m com inclinação 3(H):1(V);
- Execução da vala de drenagem com dimensão 2 m de base, 2m de altura e inclinação 2(H):1(V), caso necessário.

A seguir são apresentadas figuras referentes a Fase 1A do projeto de descaracterização da Barragem B2-Mina Tico-Tico.

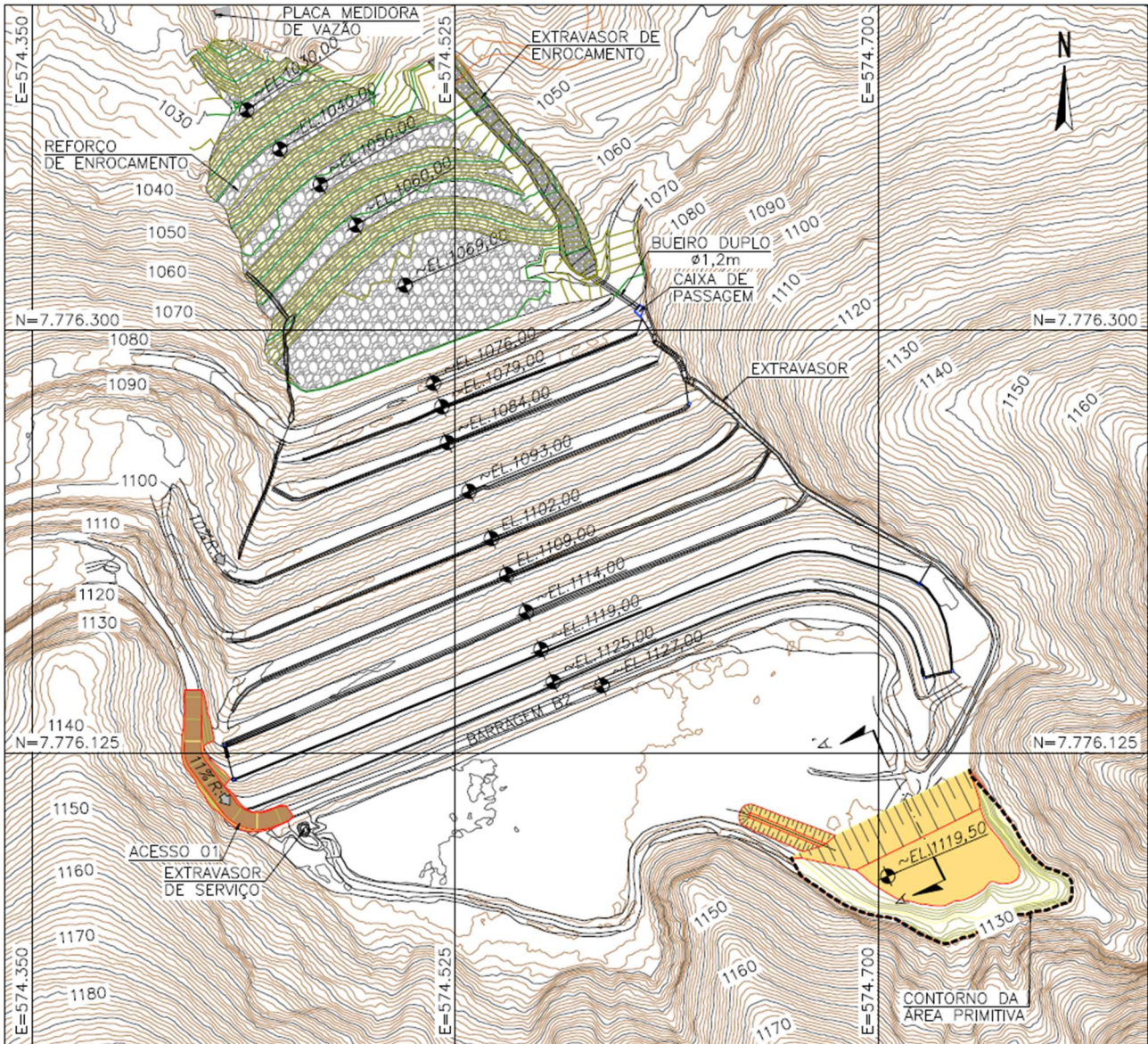


Figura 6.2 - Sequência Construtiva - Planta - Fase 1A.

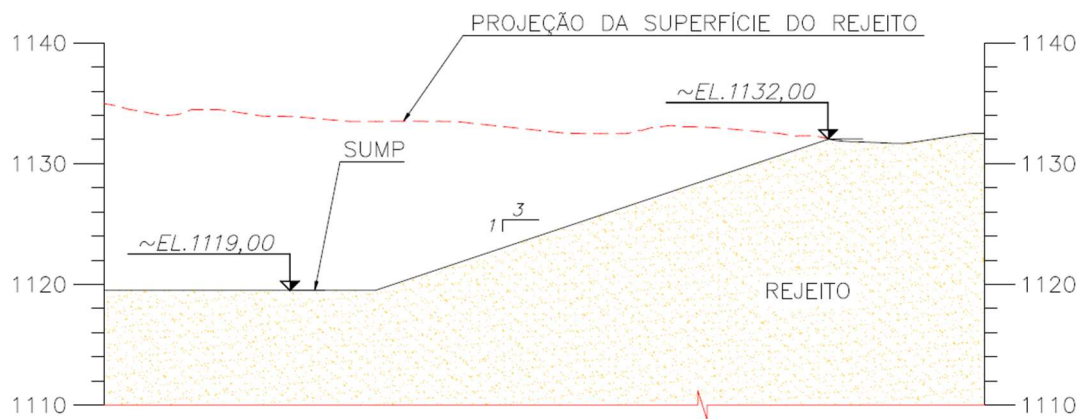


Figura 6.3 - Sequência Construtiva - Seção A-A' (Sump) - Fase 1A.

6.1.2 Levantamento Topográfico – Obras Executadas

Os levantamentos topográficos e ortofotos de acompanhamento das obras estão sendo realizados pela MMI com frequência quase diária, de modo a se registro e controle das obras. A seguir é apresentado o levantamento realizado pela MMI em 01/08/2024 (ACAD_ATUALIZACAO_GERAL_MMI_01AGO24.dwg) e ortofoto com a conclusão da Fase 1A.

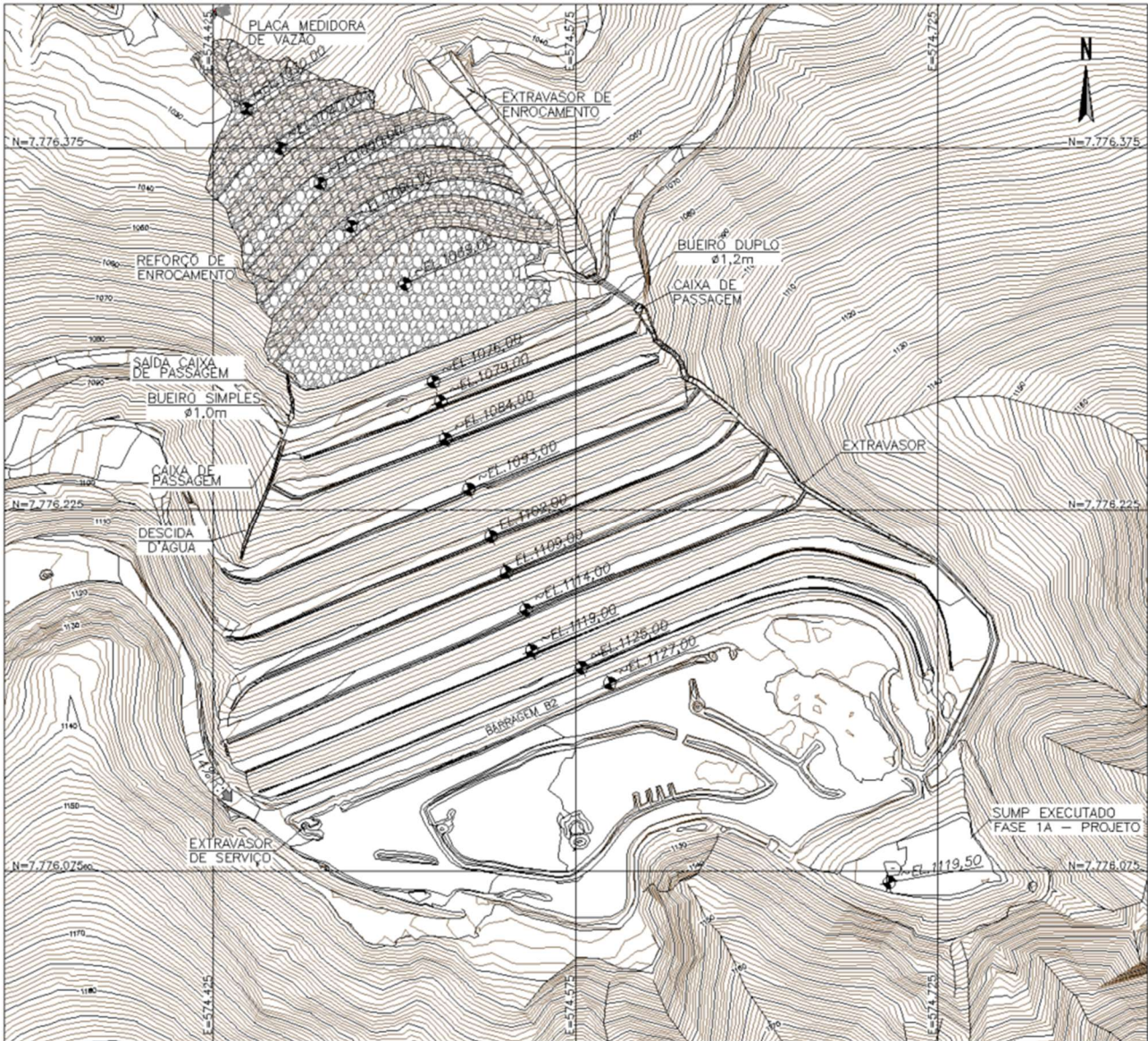


Figura 6.4 – Levantamento topográfico 01/08/24 – Obras Executadas - Planta – Fase 1A.

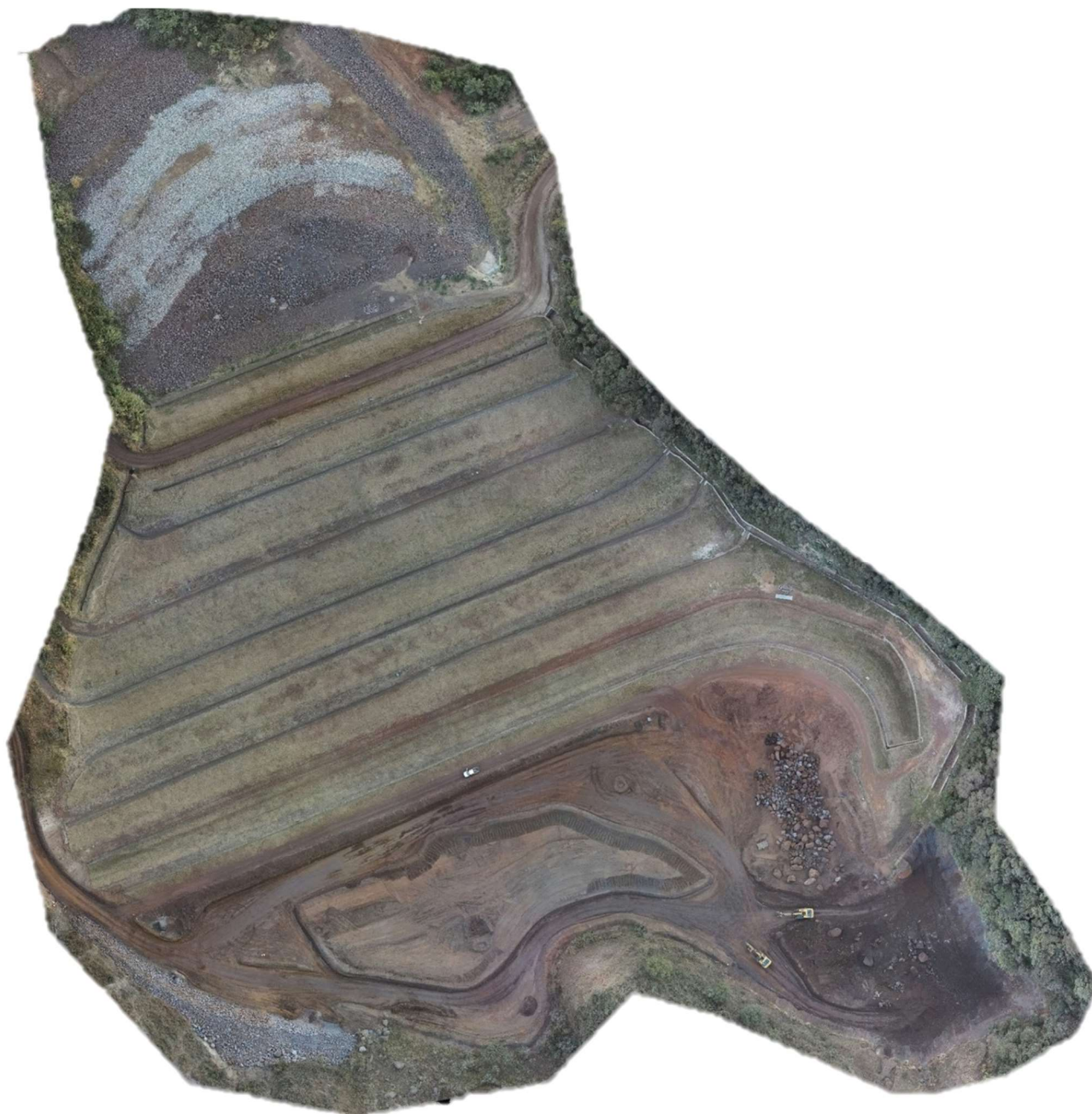


Figura 6.5 –Barragem B2 – Mina Tico-Tico. (Fonte: Ortofoto MMI – “BARRAGEM_B2_TT_25JUL24.jpg”).

A partir do levantamento topográfico (ACAD_ATUALIZACAO_GERAL_MMI_01AGO24.dwg) enviado pela MMI, verifica-se que para a execução do *Sump* da Fase 1A foi removido aproximadamente 24.400 m³ de rejeitos. A curva elevação x volume da escavação da região do *Sump* é apresentada na Figura 6.6.

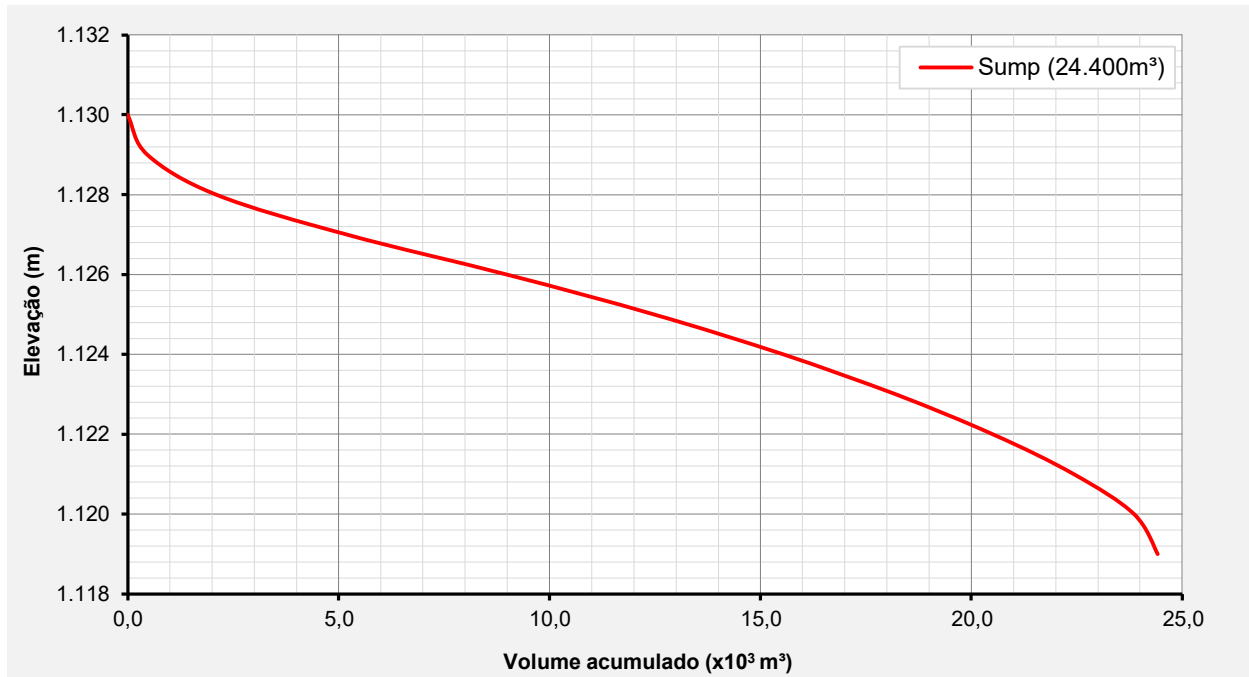


Figura 6.6 – Curva elevação x volume - Sump – Fase 1A.

6.1.3 Comparativo Projeto x Executado

A seguir é apresentado um comparativo de modo a verificar a aderência entre o projeto e o que foi executado.

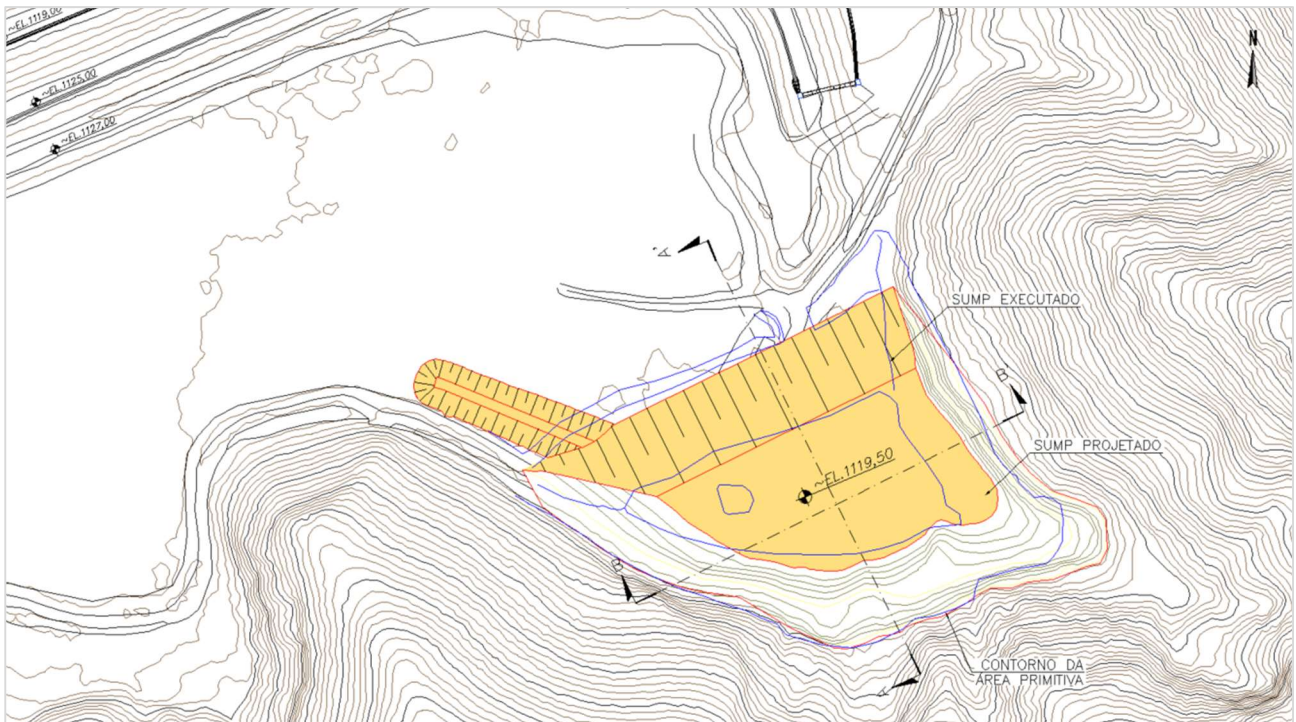


Figura 6.7 – Comparativo Projeto x Executado - Planta (Sump)– Fase 1A.

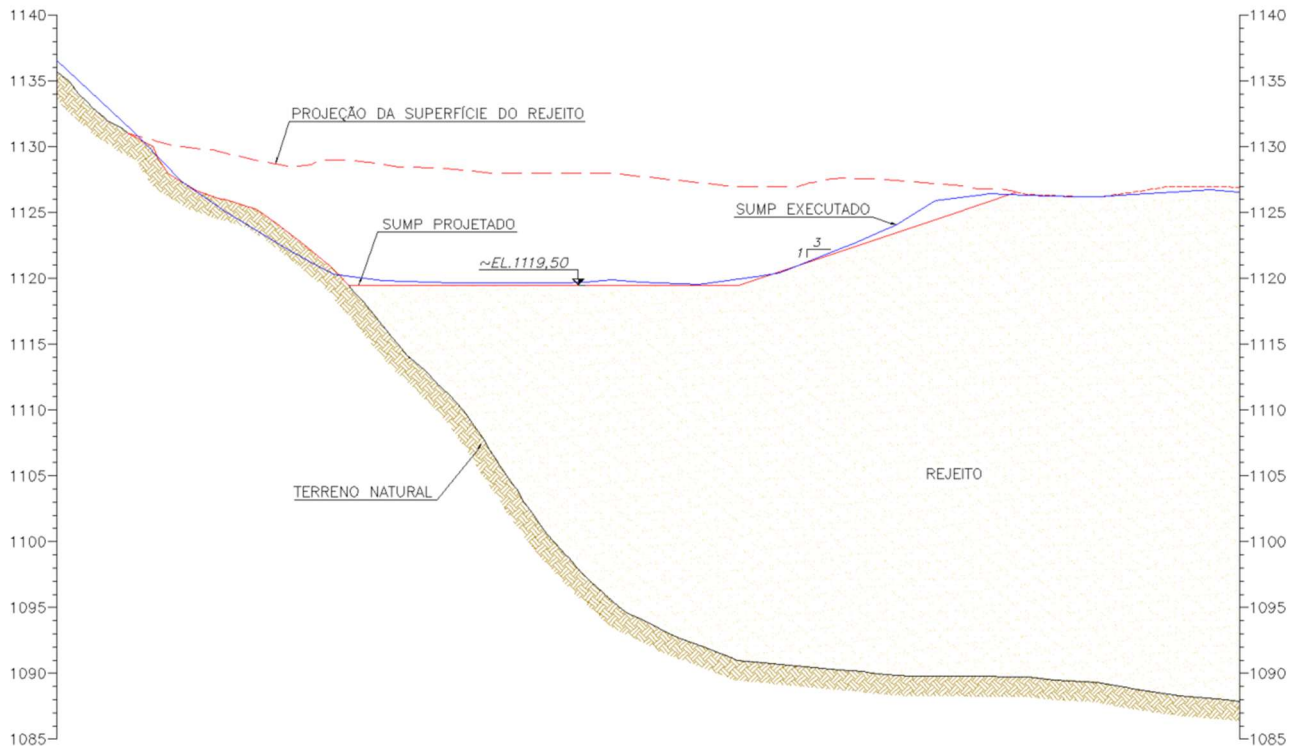


Figura 6.8 – Comparativo Projeto x Executado – Seção A-A' (Sump) – Fase 1A.

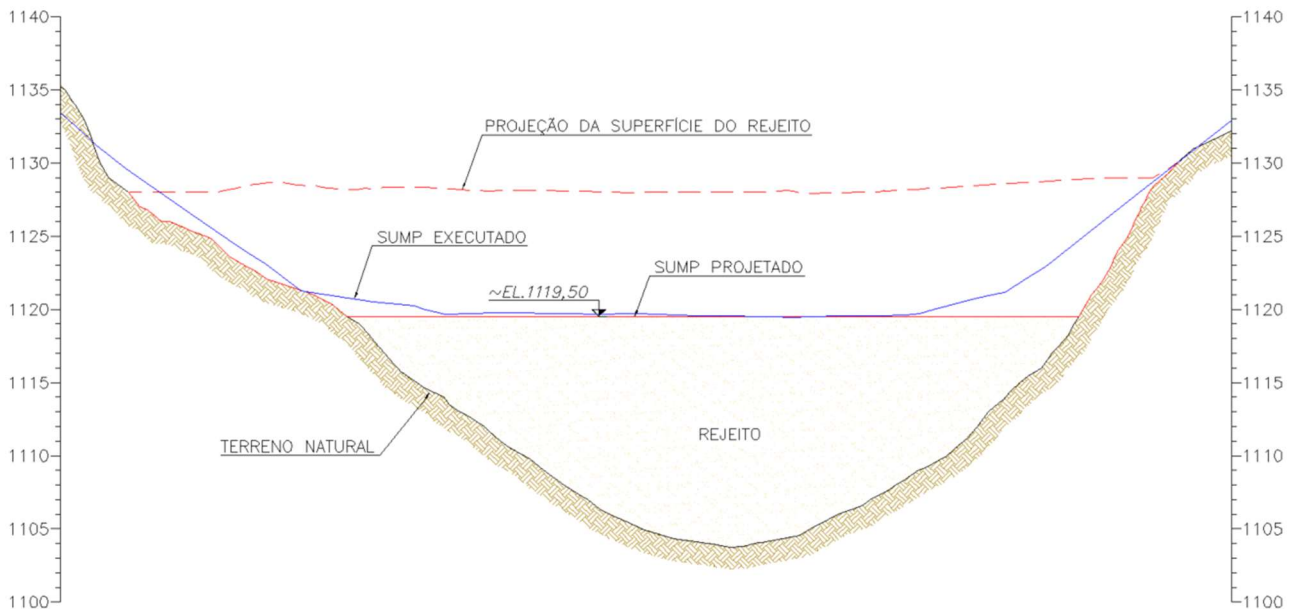


Figura 6.9 – Comparativo Projeto x Executado – Seção B-B' (Sump) – Fase 1A.

Verifica-se que o executado ficou bem próximo do projetado, com pequenas discrepâncias, 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.

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).

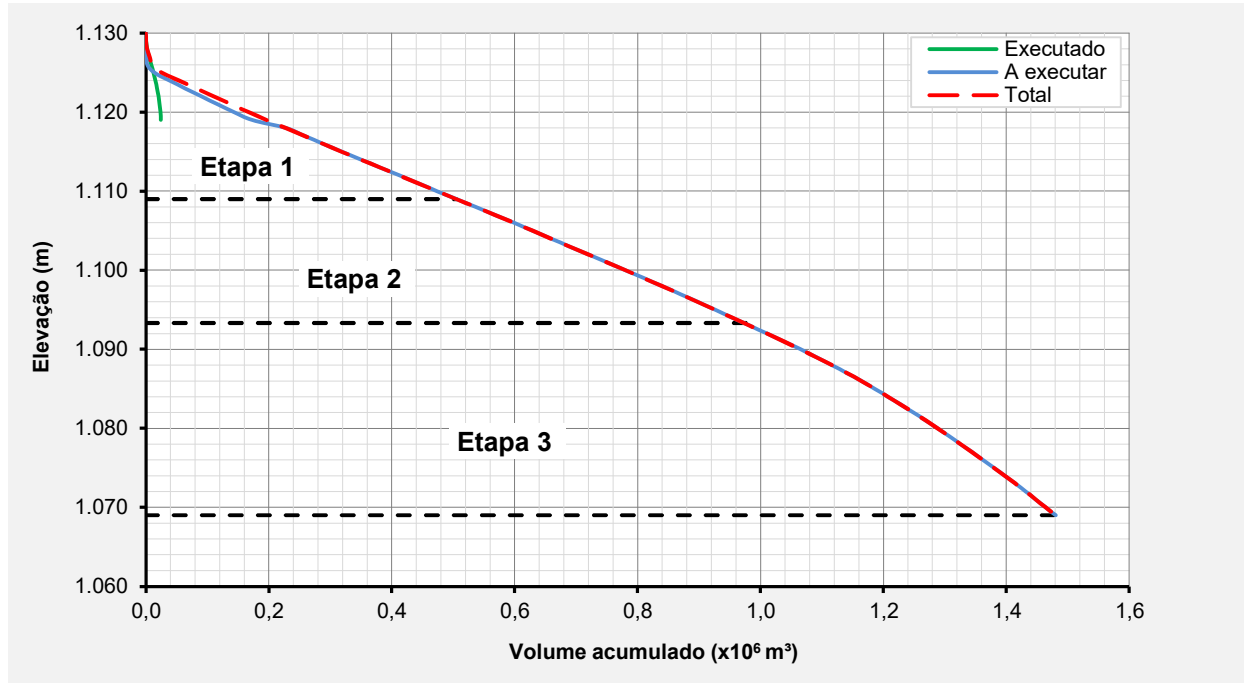


Figura 6.10 – Curva elevação-volume – Comparativo andamento das obras.

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 da MMI e quinzenalmente, são realizadas inspeções na estrutura pela equipe interna da MMI e do EoR e são emitidos relatórios de avaliação quinzenal 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 das anomalias verificadas no período de avaliação (maio/2024 a julho/2024).

Tabela 6.1 – Resumo das anomalias encontradas na Barragem B2 – Mina Tico-Tico – 1ª quinzena de mai./2024 a 2ª quinzena de jul./2024.

ID	ANOMALIA	Maio/24		Junho/24		Julho/24	
		1Q	2Q	1Q	2Q	1Q	2Q
01	PRESENÇA DE FORMIGUEIROS NO TALUDE DE JUSANTE						
06	VEGETAÇÃO ALTA NO TALUDE DE JUSANTE			-	-	-	-
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.						
32	INSTRUMENTO DE MONITORAMENTO SEM IDENTIFICAÇÃO						
37	BLOCOS OBSTRUINDO A CANALETA LOCALIZADA NA BERMA EL. 1.108 PRÓXIMA A OMBREIRA DIREITA.	-	-	-	-		
38	CANALETA DE BERMA DANIFICADA.		-	-	-	-	-
41	PRESENÇA DE VEGETAÇÃO E ENTULHOS NO INÍCIO DO TRECHO EM ENROCAMENTO DO SISTEMA EXTRAVASOR DE EMERGÊNCIA.						
42	PRESENÇA DE TOCAS DE ANIMAIS NO TALUDE DE JUSANTE						

LEGENDA:

	ANOMALIA VERIFICADA		ANOMALIA COM CORREÇÃO EM ANDAMENTO		ANOMALIA RECORRENTE COM MANUTENÇÃO DE ROTINA
	ANOMALIA AGRAVADA		ANOMALIA SANADA / NÃO VERIFICADA		

6.2.3 Instrumentação Instalada na Barragem

A instrumentação de controle da barragem é composta por 35 (trinta e cinco) indicadores de nível d'água com leitura manual; 2 (dois) indicadores de nível d'água automatizados, 16 (dezessete) piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande e 8 (oito) piezômetros automatizados, 05 (cinco) marcos superficiais, 01 (um) indicador de vazão e 04 (quatro) sismógrafos, distribuídos em 05 (cinco) seções transversais de monitoramento.

O PZ-07 precisou ser removido e o PZ-13 está sem acesso devido ao avanço das obras de descaracterização.

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 normal**, **nível de alerta** e **nível de emergência**, conforme definição a seguir pautada na Resolução 95/2022:

- 1- **Nível normal:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,3 (FS mínimo para análise não drenada de pico);
- 2- **Nível de alerta:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,2 (limite para classificação da barragem em Nível de Emergência 1);
- 3- **Nível de Emergência:** leituras da instrumentação cuja superfície freática resulta em fator de segurança igual a 1,0 (limite para classificação da barragem em Nível de Emergência 2).

A carta de risco da estrutura é apresentada no documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.553, elaborado pela TERRACOTA com atualização emitida em setembro/2023.

A Figura 6.11, Figura 6.12 e Figura 6.13 apresentam a locação em planta dos instrumentos e da Figura 6.14 a Figura 6.18 são apresentadas as seções transversais de controle. Na Tabela 6.2 é apresentado um resumo da locação, características e níveis de controle dos instrumentos.

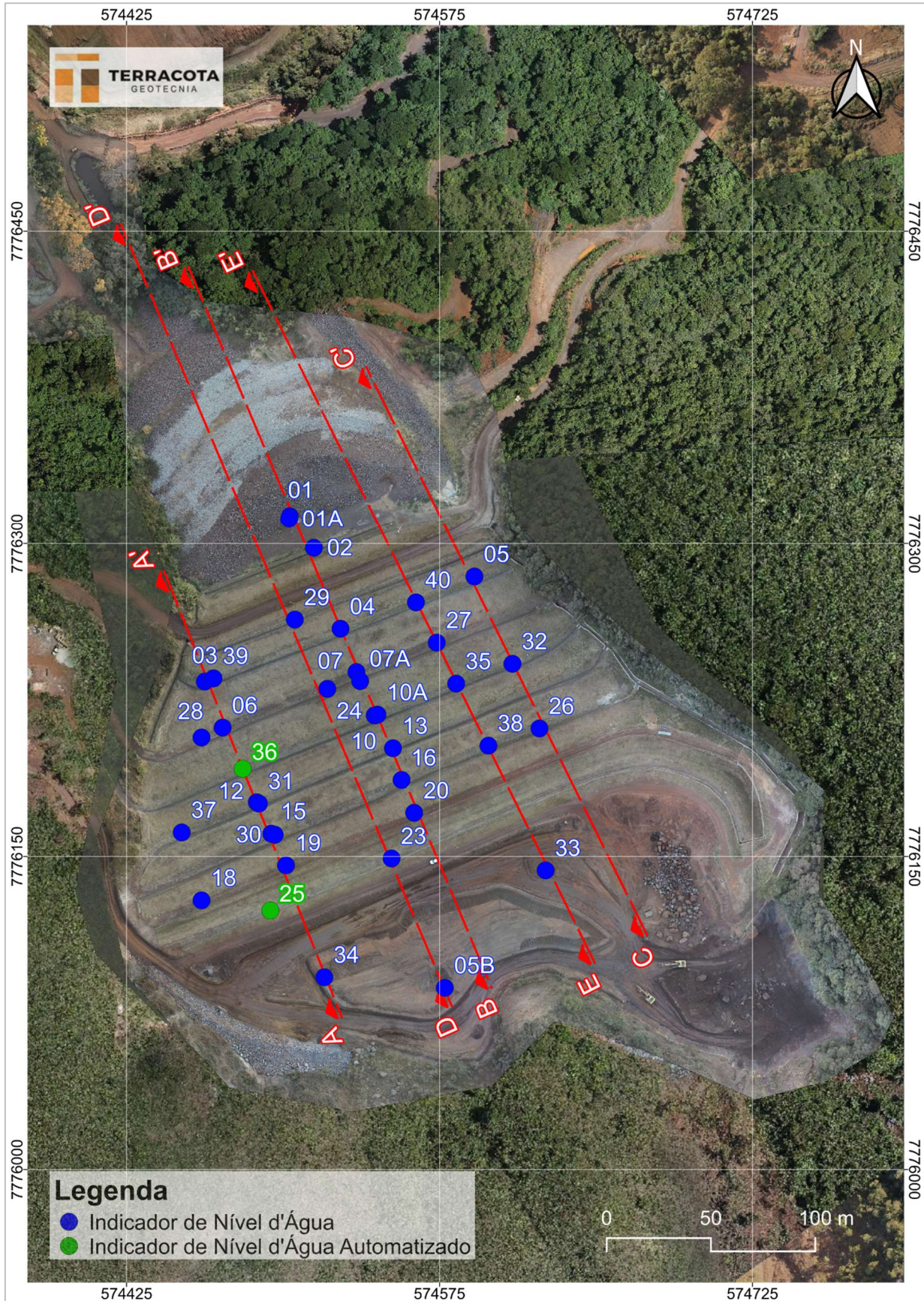


Figura 6.11 – Localização dos indicadores de nível d'água.

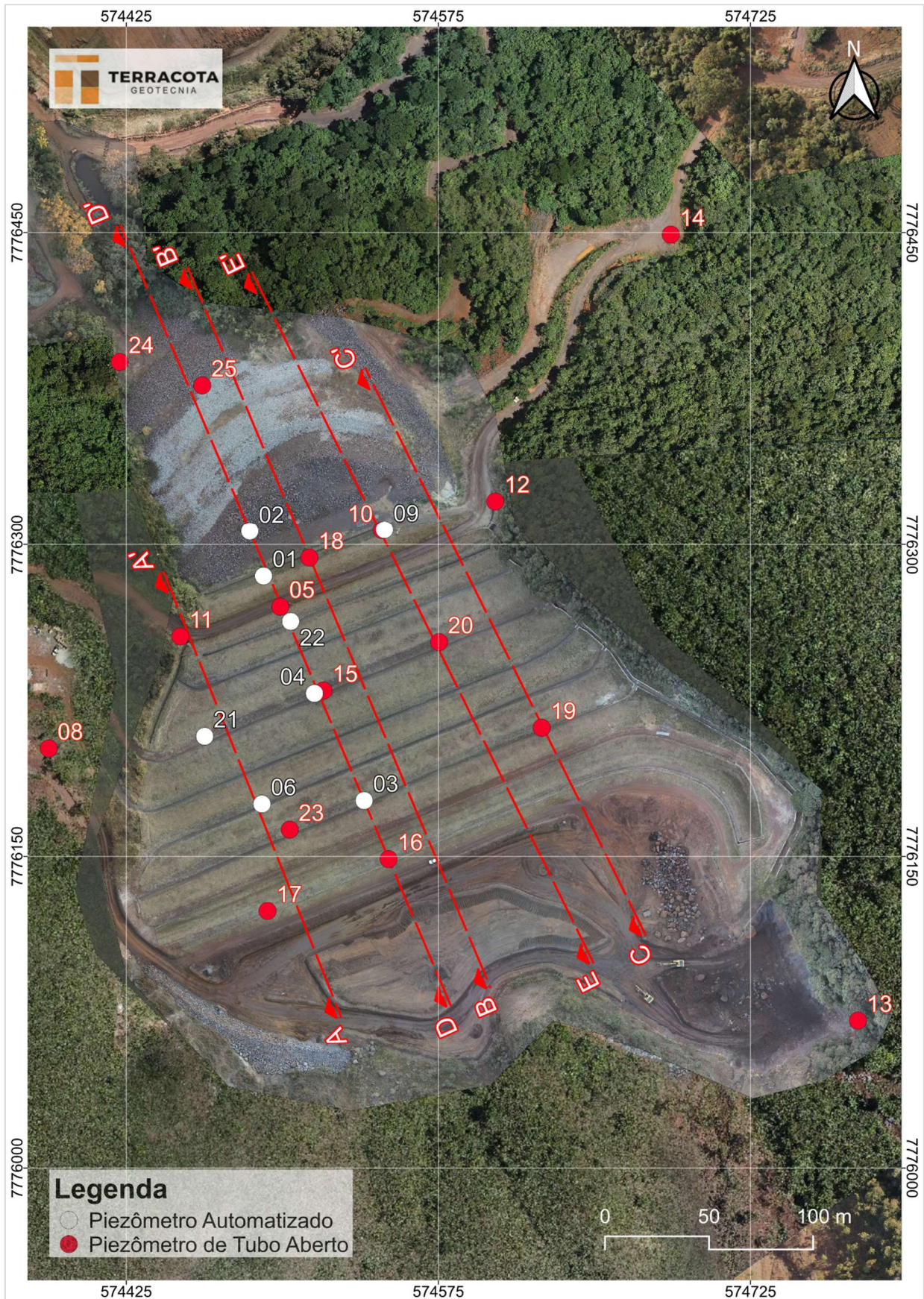


Figura 6.12 – Localização dos piezômetros.

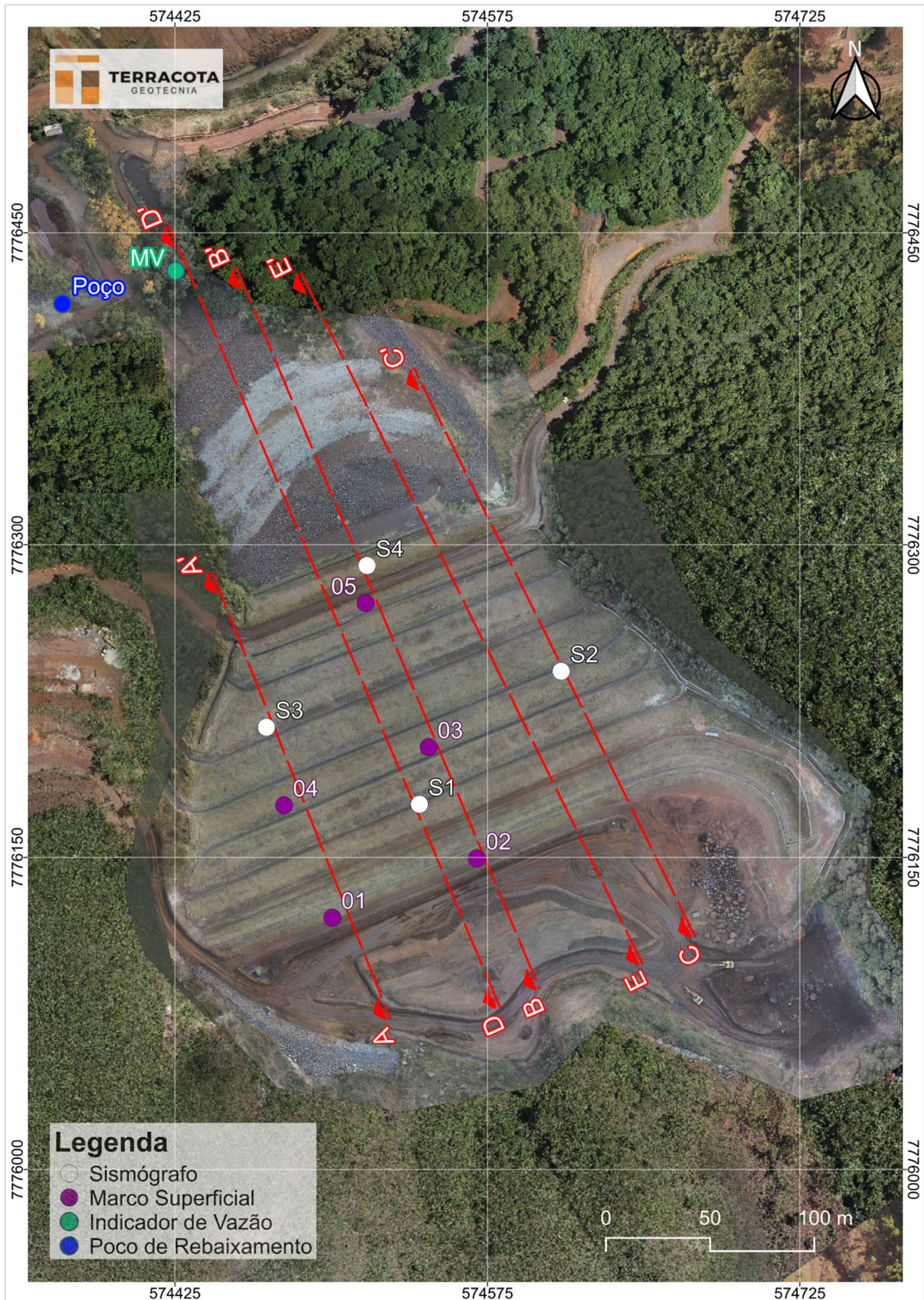


Figura 6.13 – Localização dos marcos superficiais, sismógrafos, indicador de vazão e poço de rebaixamento.

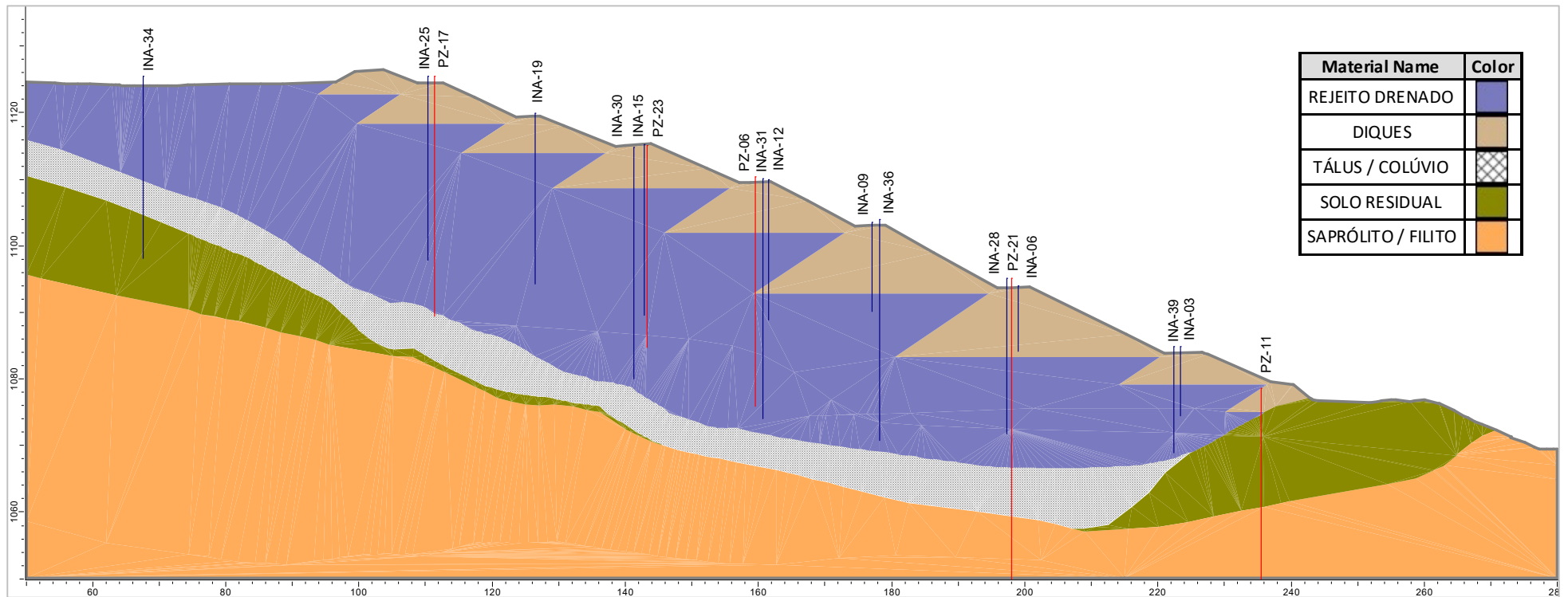


Figura 6.14 – Seção transversal de controle A-A'.

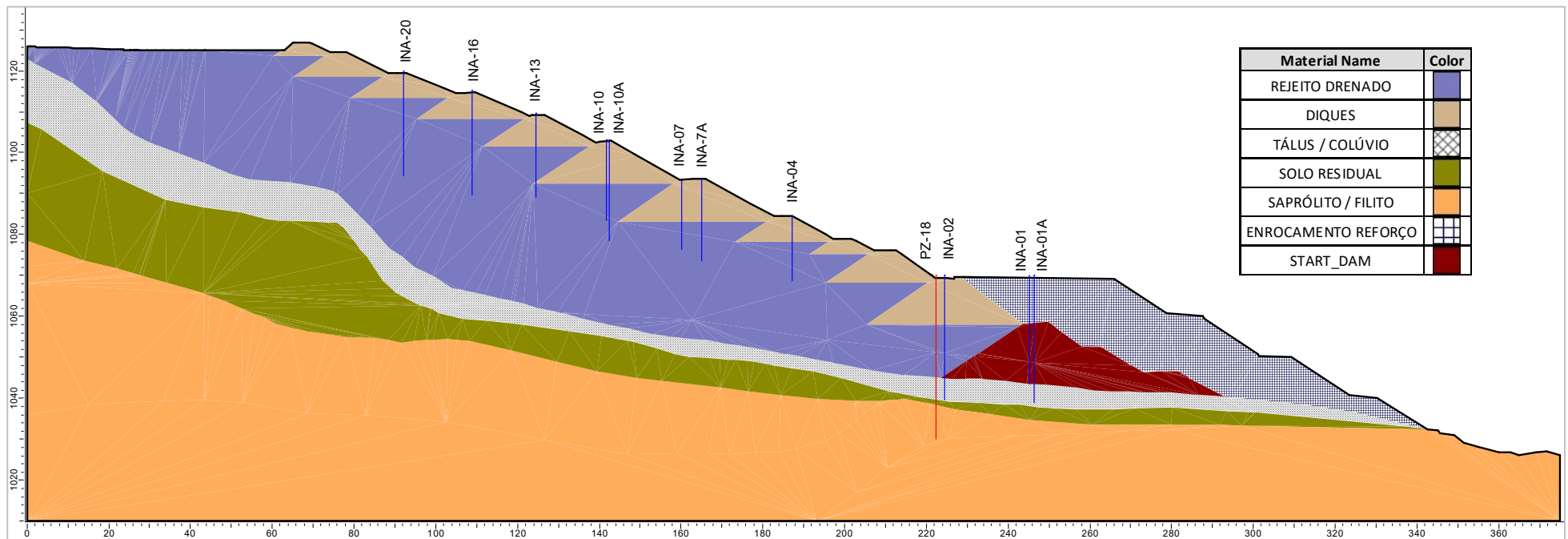


Figura 6.15 – Seção transversal de controle B-B'.

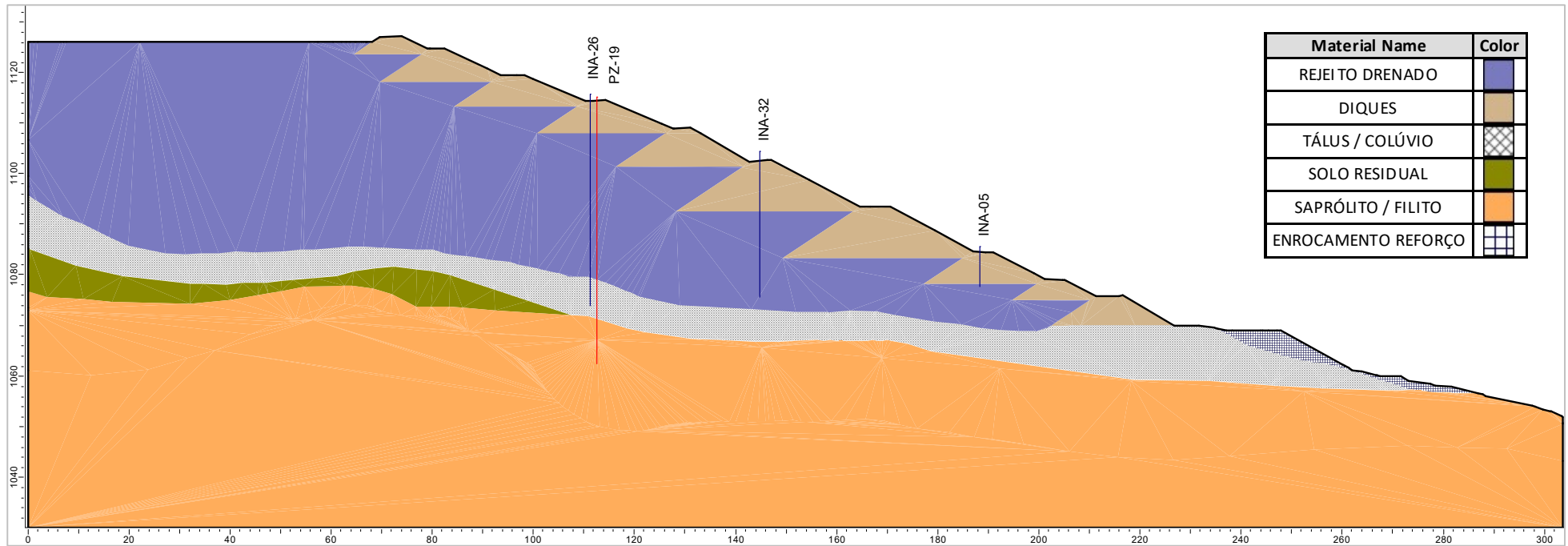


Figura 6.16 – Seção transversal de controle C-C'.

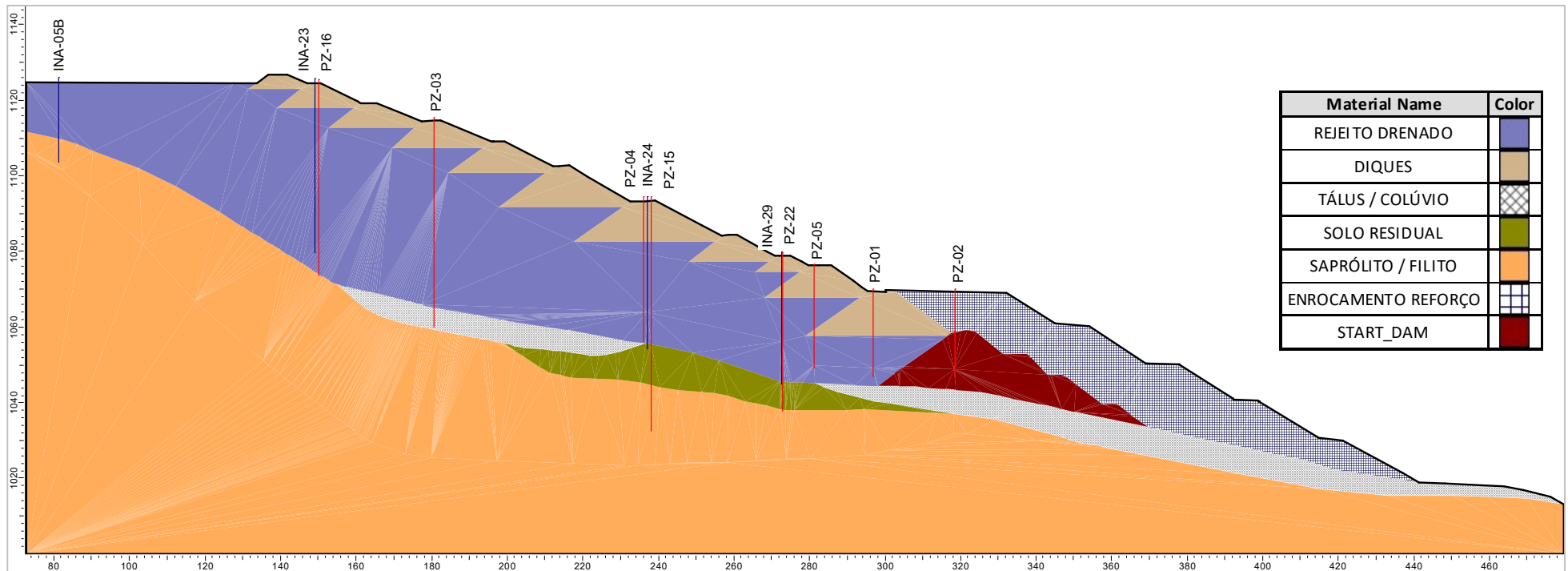


Figura 6.17 – Seção transversal de controle D-D'.

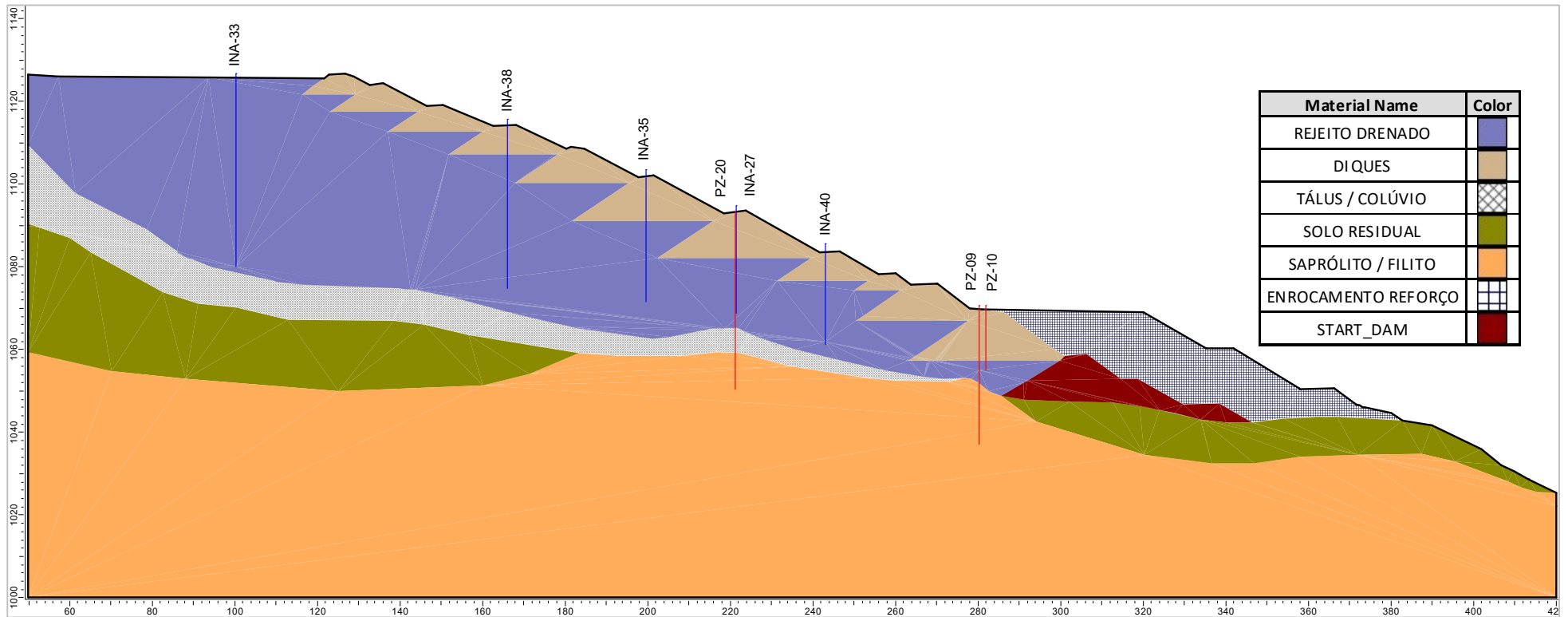


Figura 6.18 – Seção transversal de controle E-E'.

Tabela 6.2 – Locação, características, leitura (26/07/2024) e níveis de controle da instrumentação instalada na Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (26/07/2024)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)		
		E (m)	N (m)					Freática Normal	Freática Alerta	Freática Emergência
A-A'	INA-34	574.519,824	7.776.092,184	1.125,46	1.098,14	27,32	SECO	1.102,00	1.103,00	1.104,00
	INA-25 ⁽¹⁾	574.493,944	7.776.124,174	1.125,51	1.098,78	26,73	SECO ⁽²⁾	1.099,28	1.099,58	1.099,78
	PZ-17	574.492,893	7.776.123,796	1.125,52	1.090,42	35,10	SECO	1.092,00	1.093,00	1.094,00
	INA-19	574.501,437	7.776.145,795	1.119,96	1.094,19	25,77	SECO	1.094,69	1.094,99	1.095,19
	INA-30	574.496,028	7.776.160,454	1.115,90	1.079,93	35,97	SECO	1.092,00	1.093,00	1.094,00
	INA-15	574.494,387	7.776.160,916	1.115,20	1.089,51	25,69	SECO	1.092,00	1.093,00	1.094,00
	PZ-23	574.503,574	7.776.162,871	1.115,96	1.085,13	30,83	1.085,87	1.092,00	1.093,00	1.094,00
	PZ-06 ⁽¹⁾	574.490,218	7.776.175,201	1.110,33	1.075,80	34,53	1.076,49	1.089,00	1.091,00	1.092,00
	INA-31	574.488,447	7.776.175,368	1.110,33	1.077,72	32,61	SECO	1.089,00	1.091,00	1.092,00
	INA-12	574.487,432	7.776.175,985	1.109,95	1.088,36	21,59	1.088,52	1.089,00	1.091,00	1.092,00
	INA-36 ⁽¹⁾	574.480,696	7.776.192,019	1.103,90	1.070,80	33,10	1.070,56	1.082,25	1.083,50	1.084,25
	INA-28	574.460,943	7.776.207,008	1.095,14	1.071,74	23,40	SECO	1.076,00	1.076,50	1.077,00
	PZ-21 ⁽¹⁾	574.462,687	7.776.207,739	1.095,07	1.048,93	46,14	1.059,24	1.066,00	1.068,00	1.070,00
	INA-06	574.471,040	7.776.211,750	1.094,03	1.083,39	10,64	SECO	1.084,57	1.084,87	1.085,07
	INA-03	574.462,517	7.776.233,802	1.084,82	1.074,42	10,40	SECO	1.074,92	1.075,22	1.076,30
INA-39	574.466,682	7.776.235,354	1.084,90	1.068,82	16,08	SECO	1.072,75	1.073,50	1.076,50	
PZ-11	574.450,970	7.776.255,740	1.078,64	1.027,24	51,40	1.044,26	1.063,00	1.065,00	1.067,00	
B-B'	INA-20	574.562,876	7.776.170,936	1.119,96	1.094,24	25,72	SECO	1.094,74	1.095,04	1.095,24
	INA-16	574.556,831	7.776.186,690	1.115,27	1.089,62	25,65	SECO	1.090,12	1.090,42	1.090,62

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (26/07/2024)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)		
		E (m)	N (m)					Freática Normal	Freática Alerta	Freática Emergência
B-B'	INA-13	574.552,708	7.776.201,867	1.109,66	1.089,05	20,61	SECO	1.089,55	1.089,85	1.090,05
	INA-10	574.543,939	7.776.217,594	1.103,16	1.078,29	24,87	SECO	1.078,79	1.079,09	1.079,29
	INA-10A	574.545,267	7.776.217,956	1.103,23	1.083,16	20,07	SECO	1.083,96	1.084,26	1.084,46
	INA-07	574.535,188	7.776.238,345	1.093,66	1.072,72	20,94	SECO	1.074,06	1.074,36	1.074,56
	INA-07A	574.536,982	7.776.234,018	1.093,64	1.076,94	16,70	SECO	1.077,44	1.077,74	1.077,94
	INA-04	574.527,552	7.776.259,135	1.084,46	1.068,65	15,81	SECO	1.069,15	1.069,45	1.069,65
	INA-02	574.514,796	7.776.297,920	1.068,65	1.038,74	29,91	SECO	1.052,00	1.053,50	1.057,50
	PZ-18	574.513,017	7.776.293,664	1.070,12	1.030,04	40,08	1.038,29	1.052,00	1.053,50	1.057,50
	INA-01	574.503,220	7.776.313,342	1.070,11	1.038,92	31,19	SEM LEITURA	1.049,00	1.050,00	1.053,75
	INA-01A	574.502,899	7.776.311,911	1.070,11	1.043,38	26,73	SEM LEITURA	1.049,00	1.050,00	1.053,75
C-C'	INA-26	574.622,923	7.776.211,341	1.115,50	1.073,07	42,43	SECO	1.081,00	1.083,00	1.089,00
	PZ-19	574.624,640	7.776.211,878	1.115,34	1.062,12	53,22	1.065,40	1.081,00	1.083,00	1.089,00
	INA-32	574.609,982	7.776.242,314	1.103,39	1.075,61	27,78	SECO	1.077,00	1.079,00	1.081,00
	INA-05	574.591,761	7.776.284,132	1.084,49	1.075,62	8,87	SECO	1.077,15	1.077,45	1.077,65
D-D'	INA-05B	574.577,560	7.776.087,144	1.126,06	1.103,52	22,54	SECO	1.111,50	1.112,50	1.114,50
	INA-23	574.552,009	7.776.149,087	1.125,75	1.079,61	46,14	SECO	1.080,11	1.080,41	1.081,00
	PZ-16	574.551,073	7.776.148,709	1.125,58	1.073,54	52,04	SECO	1.074,50	1.075,00	1.076,00
	PZ-03 ⁽¹⁾	574.539,333	7.776.176,864	1.115,36	1.059,83	55,53	1.060,46	1.063,00	1.064,50	1.066,00
	PZ-04 ⁽¹⁾	574.515,454	7.776.228,365	1.094,40	1.056,08	38,32	1.059,08	1.065,25	1.070,00	1.072,00
	INA-24	574.521,245	7.776.230,297	1.094,38	1.054,17	40,21	1.059,84	1.065,25	1.070,00	1.072,00

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (26/07/2024)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)		
		E (m)	N (m)					Freática Normal	Freática Alerta	Freática Emergência
D-D'	PZ-15	574.519,798	7.776.229,746	1.094,39	1.032,37	62,02	1.046,26	1.053,50	1.055,00	1.057,50
	INA-29	574.505,661	7.776.263,490	1.079,74	1.045,99	33,75	1.055,16	1.057,00	1.059,00	1.061,00
	PZ-22 ⁽¹⁾	574.504,016	7.776.262,970	1.079,71	1.037,71	42,00	1.042,71	1.045,00	1.046,00	1.047,00
	PZ-05	574.499,050	7.776.270,044	1.076,62	1.048,81	27,81	1.049,03	1.055,00	1.056,00	1.058,00
	PZ-01 ⁽¹⁾	574.490,976	7.776.284,809	1.069,15	1.046,85	22,30	1.047,91	1.052,00	1.053,00	1.055,00
	PZ-02 ⁽¹⁾	574.484,379	7.776.306,479	1.070,34	1.046,63	23,71	1.048,07	1.048,00	1.049,00	1.052,00
E-E'	INA-33	574.625,885	7.776.143,361	1.126,80	1.079,98	46,82	SECO	1.084,00	1.085,00	1.086,00
	INA-38	574.598,447	7.776.203,110	1.115,64	1.074,80	40,84	SECO	1.075,30	1.076,00	1.081,00
	INA-35	574.583,022	7.776.232,800	1.103,43	1.071,60	31,83	SECO	1.072,10	1.073,50	1.078,00
	PZ-20	574.575,328	7.776.253,021	1.094,52	1.051,32	43,20	SECO	1.068,50	1.069,50	1.076,00
	INA-27	574.573,684	7.776.252,453	1.094,57	1.068,47	26,10	SECO	1.068,97	1.069,50	1.076,00
	INA-40	574.563,720	7.776.271,753	1.085,49	1.061,34	24,15	SECO	1.063,00	1.064,50	1.069,50
	PZ-09 ⁽¹⁾	574.549,100	7.776.307,150	1.070,61	1.037,00	33,61	1.042,26	1.055,50	1.056,00	1.060,00
	PZ-10	574.547,874	7.776.306,960	1.070,54	1.054,87	15,67	SECO	1.055,50	1.056,00	1.060,00
Instrumentos fora de seção de controle	INA-18	574.460,928	7.776.129,034	1.120,04	1.109,60	10,44	SECO	Próximo à ombreira esquerda		
	INA-37	574.451,457	7.776.161,553	1.110,82	1.076,31	34,51	SECO	Próximo à ombreira esquerda		
	PZ-07	574.726,619	7.776.093,729	1.129,25	1.078,67	50,58	REMOVIDO	Monitoramento hidrogeológico		
	PZ-08	574.387,740	7.776.201,920	1.116,25	1.053,22	63,03	1.058,15	Monitoramento hidrogeológico		
	PZ-12	574.602,350	7.776.320,922	1.075,37	1.022,70	52,67	1.045,56	Monitoramento hidrogeológico		
	PZ-13	574.776,640	7.776.071,051	1.130,75	1.068,75	62,00	SEM ACESSO	Monitoramento hidrogeológico		

Seção	Instrumento	Coordenadas (UTM) SIRGAS2000		Cota de Topo (m)	Cota de Fundo (m)	Prof. (m)	Elevação Leitura (m) (26/07/2024)	Níveis de Controle (m) (Condição Não Drenada)		
		E (m)	N (m)					Freática Normal	Freática Alerta	Freática Emergência
	PZ-14	574.686,697	7.776.449,072	1.056,05	1.004,72	51,33	1.037,60	Monitoramento hidrogeológico		
	PZ-24	574.421,807	7.776.387,927	1.037,65	1.033,76	3,89	SECO	Monitoramento hidrogeológico		
	PZ-25	574.461,511	7.776.376,685	1.040,83	1.024,53	16,30	1.027,75	Monitoramento hidrogeológico		
A-A'	MS-01	574.500,555	7.776.121,056	1.126,906	-	-	-	Não aplicável		
B-B'	MS-02	574.569,932	7.776.149,552	1.127,284	-	-	-	Não aplicável		
B-B'	MS-03	574.546,808	7.776.202,950	1.109,409	-	-	-	Não aplicável		
B-B'	MS-04	574.477,353	7.776.175,052	1.109,710	-	-	-	Não aplicável		
A-A'	MS-05	574.516,529	7.776.272,078	1.079,063	-	-	-	Não aplicável		
Não aplicável	B2-S1	574.542,368	7.776.175,486	1.114,879	-	-	-	Não aplicável		
	B2-S2	574.610,429	7.776.239,295	1.102,956	-	-	-	Não aplicável		
	B2-S3	574.468,902	7.776.212,427	1.094,197	-	-	-	Não aplicável		
	B2-S4	574.517,197	7.776.290,024	1.071,274	-	-	-	Não aplicável		
	MV	574.425,322	7.776.431,715	1.013,211	-	-	-	Não aplicável		

1- Instrumentos automatizados.

2- Leitura automatizada abaixo da cota de fundo, considerado seco.

6.2.3.1 Leituras Instrumentação

As leituras dos níveis nos INA's e PZ's eram realizadas semanalmente e passaram a ser a cada dois dias após o início das obras de descaracterização da estrutura. Os deslocamentos dos Marcos Superficiais são aferidos quinzenalmente. Já os piezômetros 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 10/2021 e 07/2024, conforme planilha fornecida pela Mineração Morro do Ipê (MMI). Nos gráficos são apresentadas as seguintes informações:

- Nível de água do reservatório – seco (sem lago) no período avaliado;
- Referências do topo e base de cada instrumento;
- Leituras do nível de água do instrumento;
- Pluviometria mensal na região da barragem;
- Níveis de monitoramento para os instrumentos correspondendo às condições normal, alerta e emergência.

De acordo com os registros quinzenais de monitoramento dos INA's e PZ's, a freática está em geral, deprimida na região do reservatório da barragem desde meados do ano de 2016. Com a impermeabilização do reservatório e instalação dos dispositivos formais de drenagem superficial nas bermas, pode-se observar uma redução das leituras verificadas na instrumentação na estrutura durante o ano de 2023 até o momento.

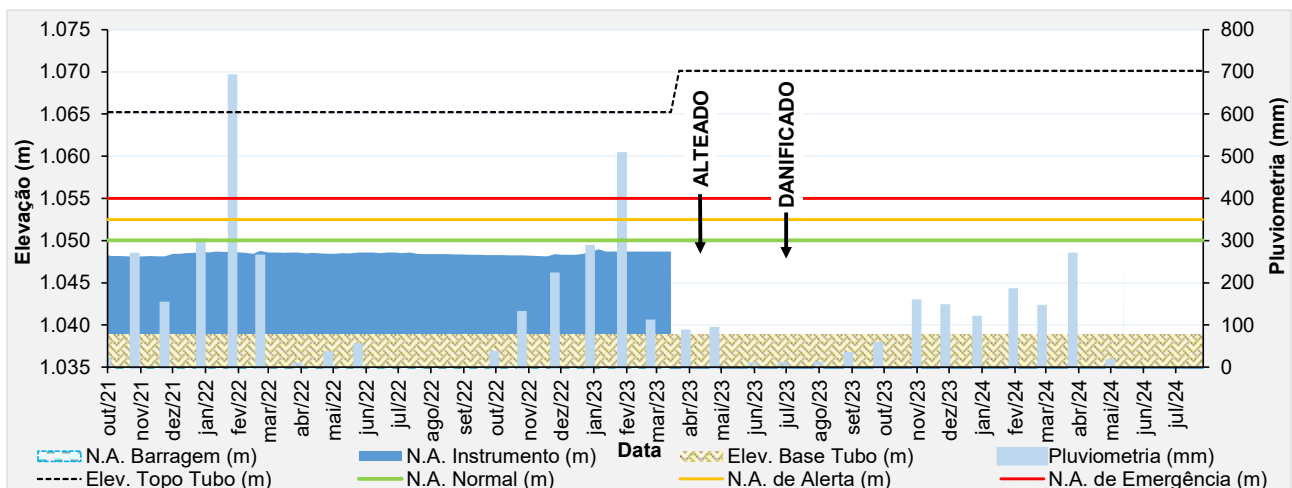


Figura 6.19 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-01.

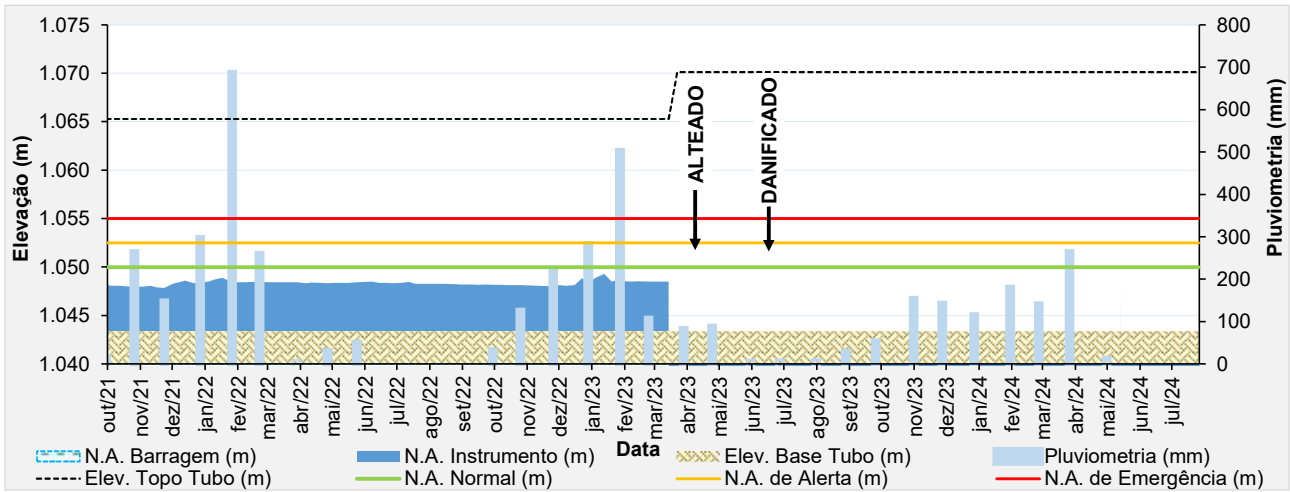


Figura 6.20 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-01A.

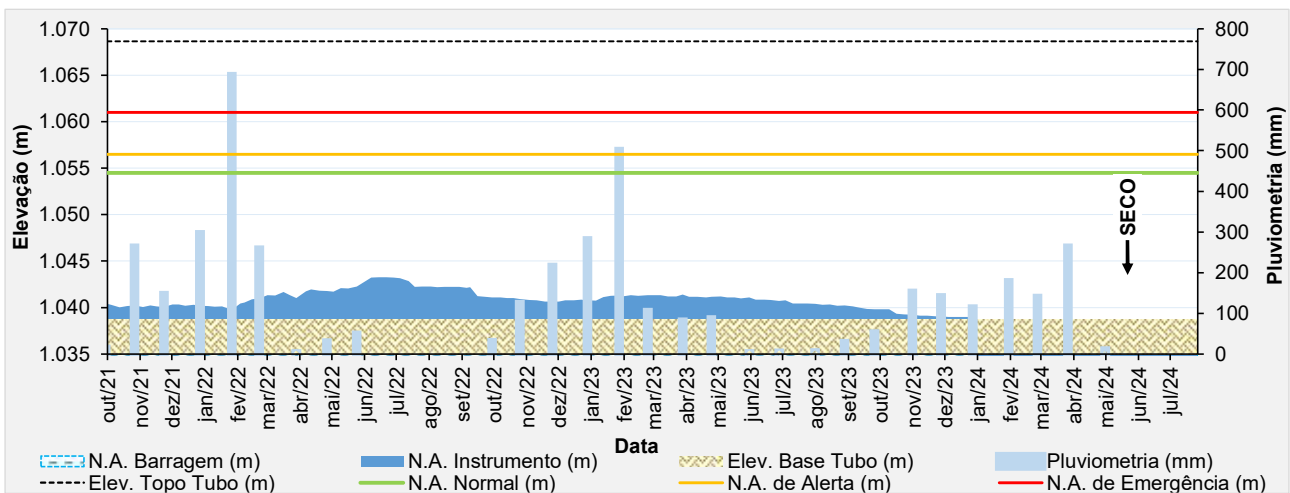


Figura 6.21 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-02.

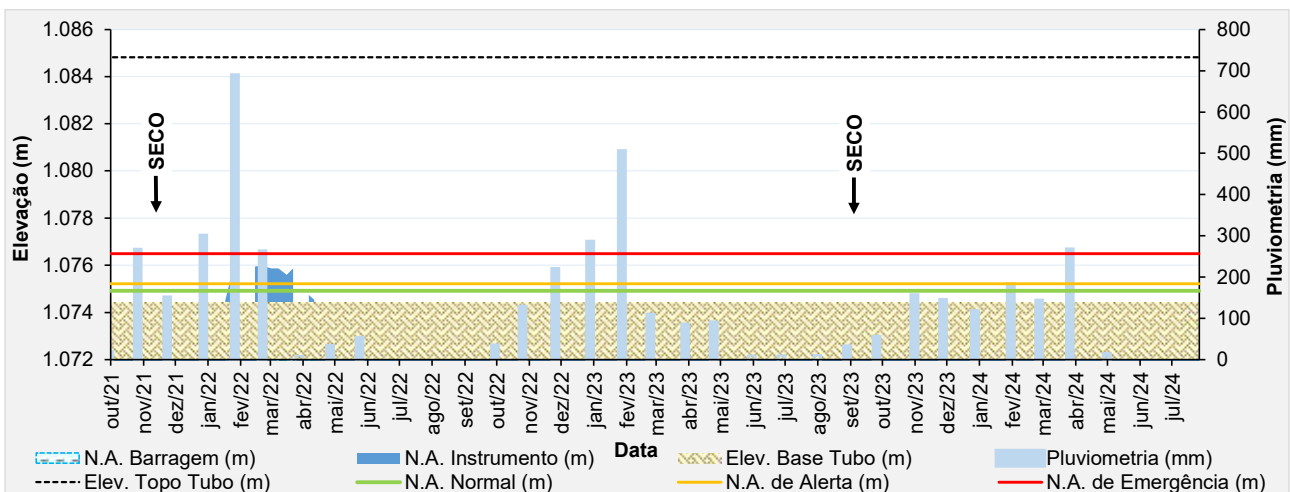


Figura 6.22 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-03.

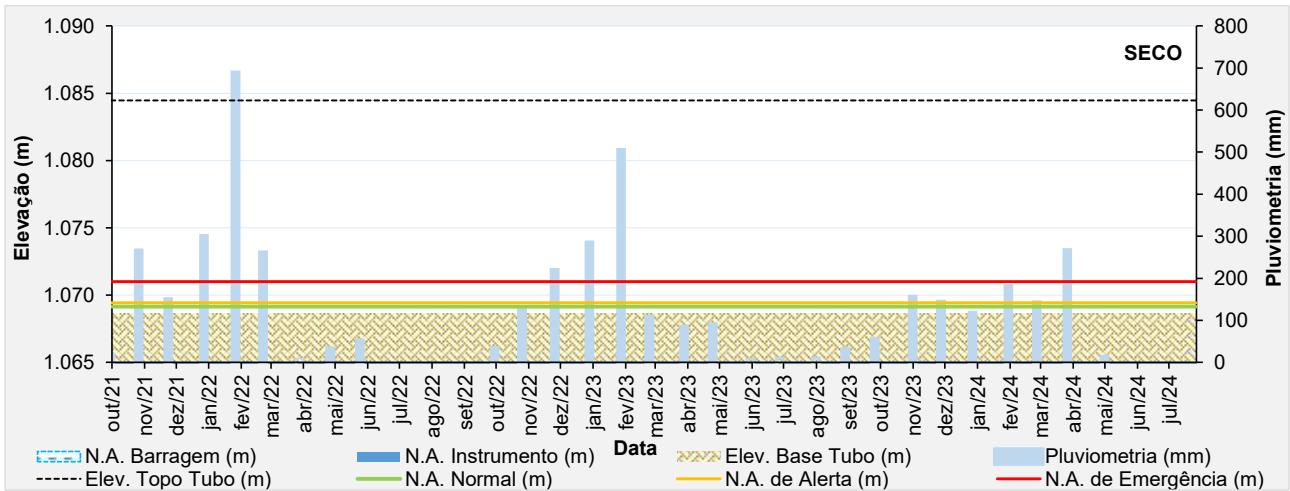


Figura 6.23 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-04.

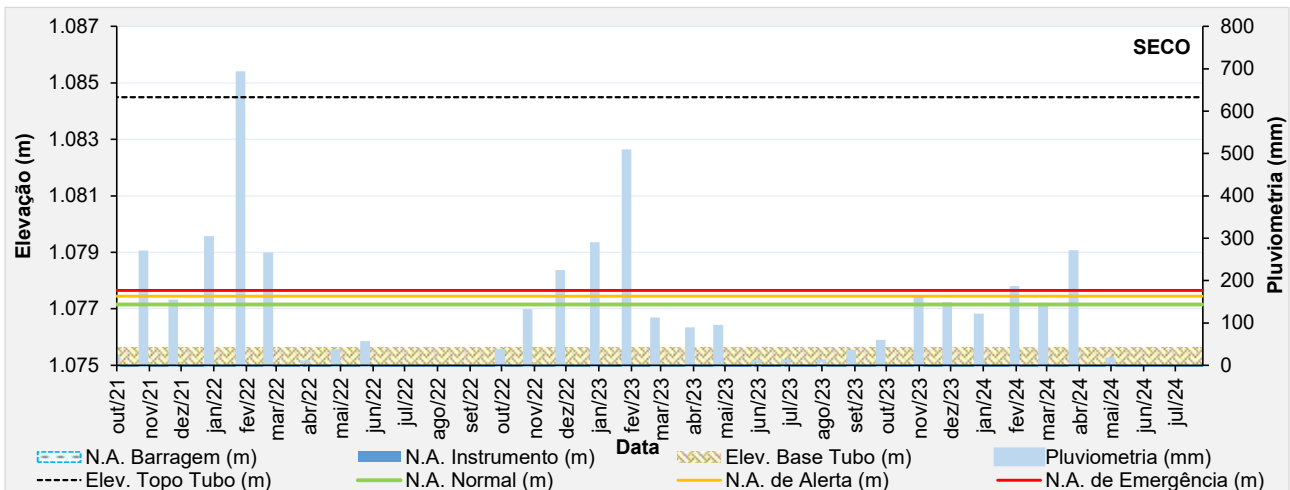


Figura 6.24 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-05.

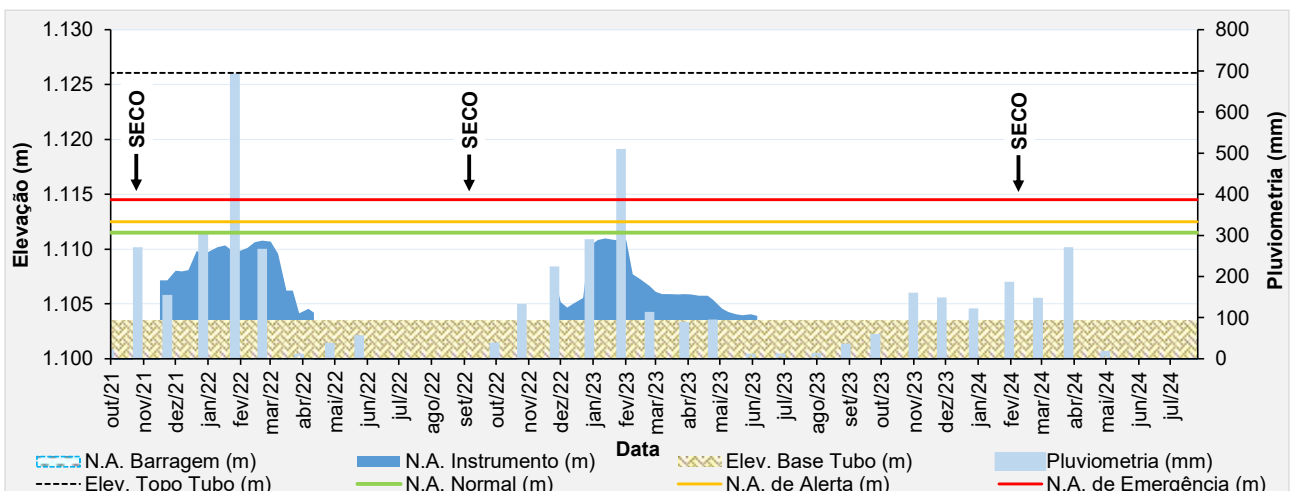


Figura 6.25 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-05B.

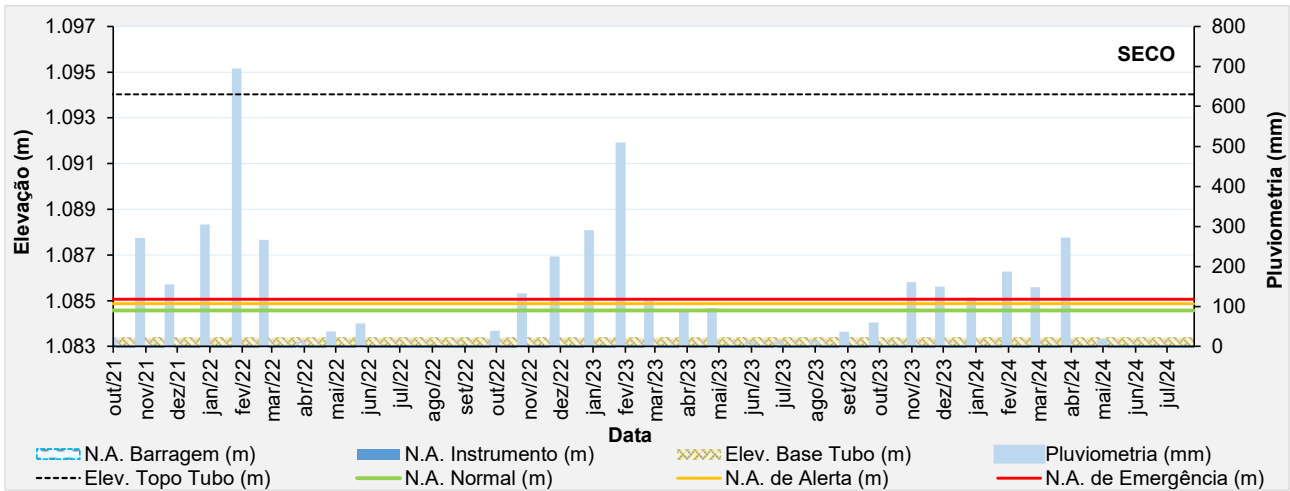


Figura 6.26 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-06.

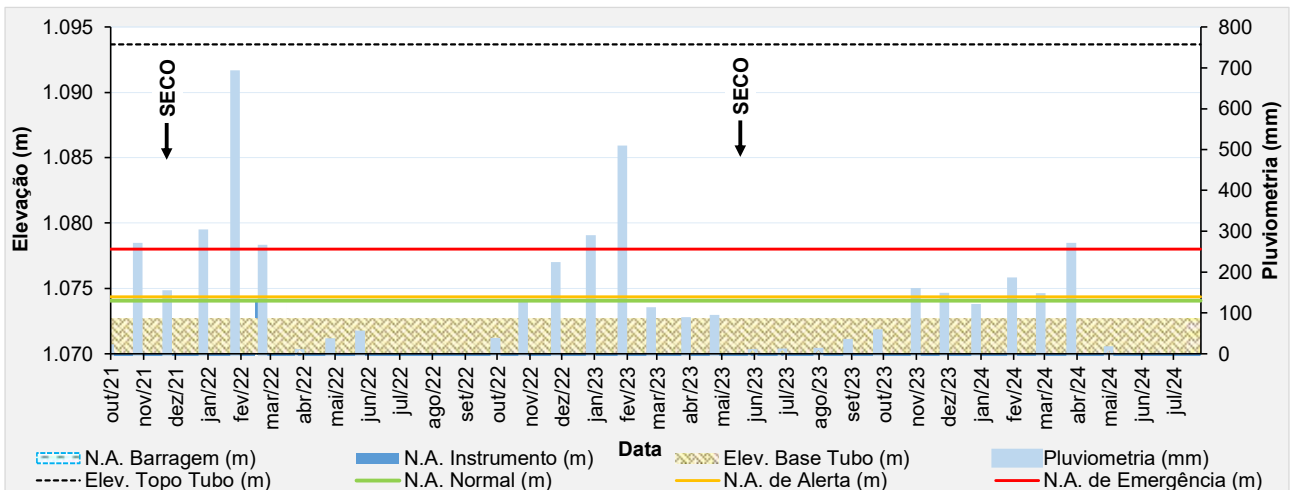


Figura 6.27 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-07.

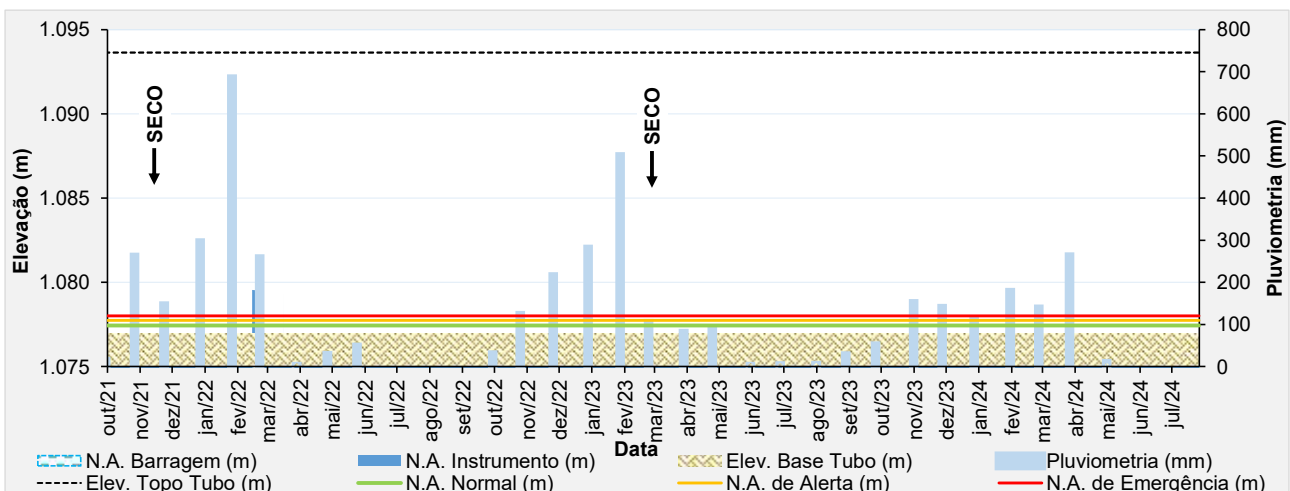


Figura 6.28 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-07A.

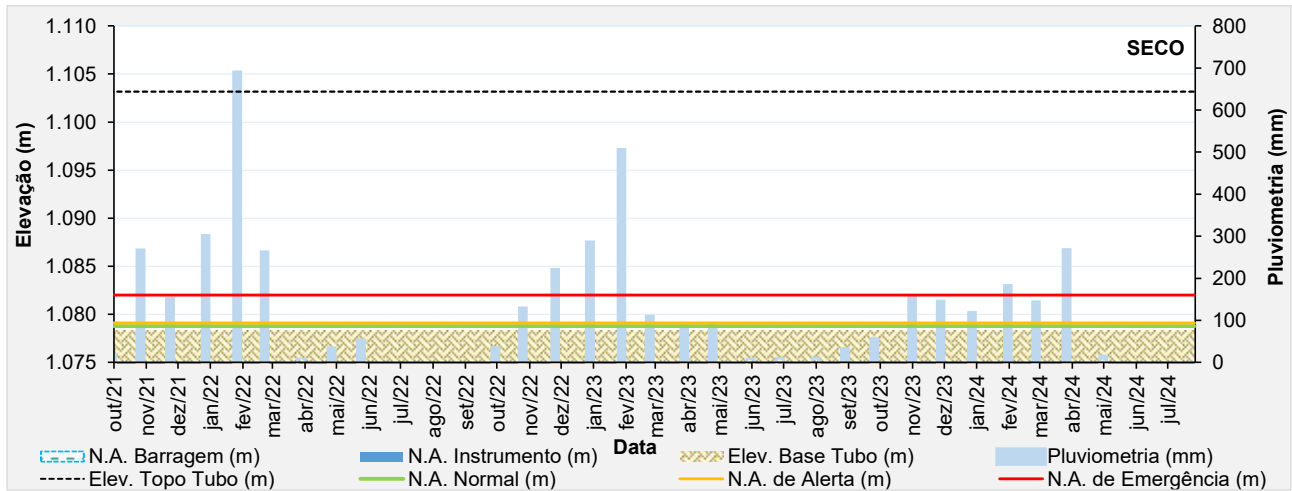


Figura 6.29 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-10.

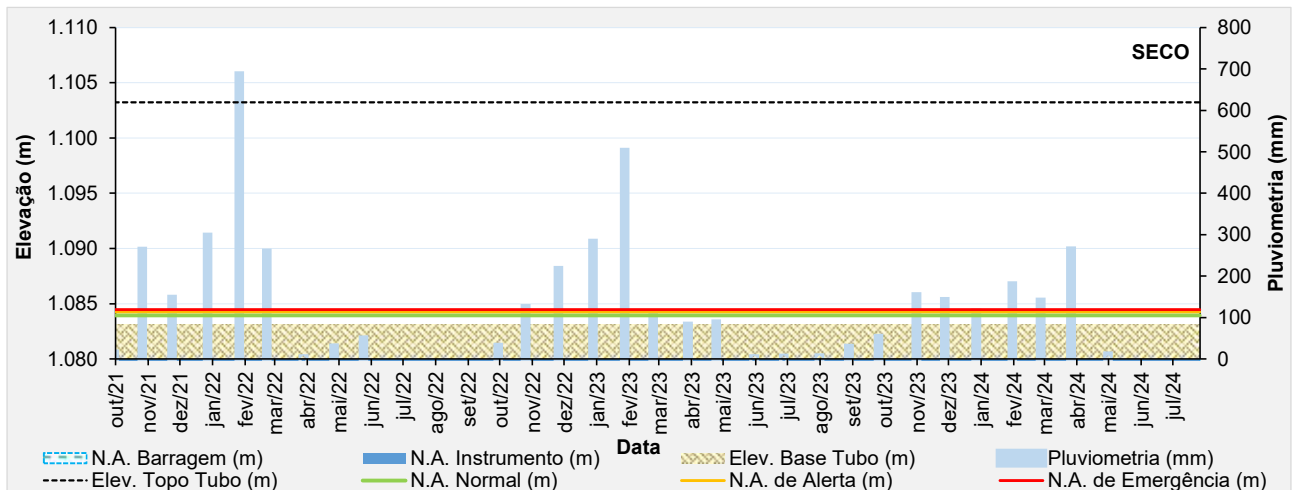


Figura 6.30 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-10A.

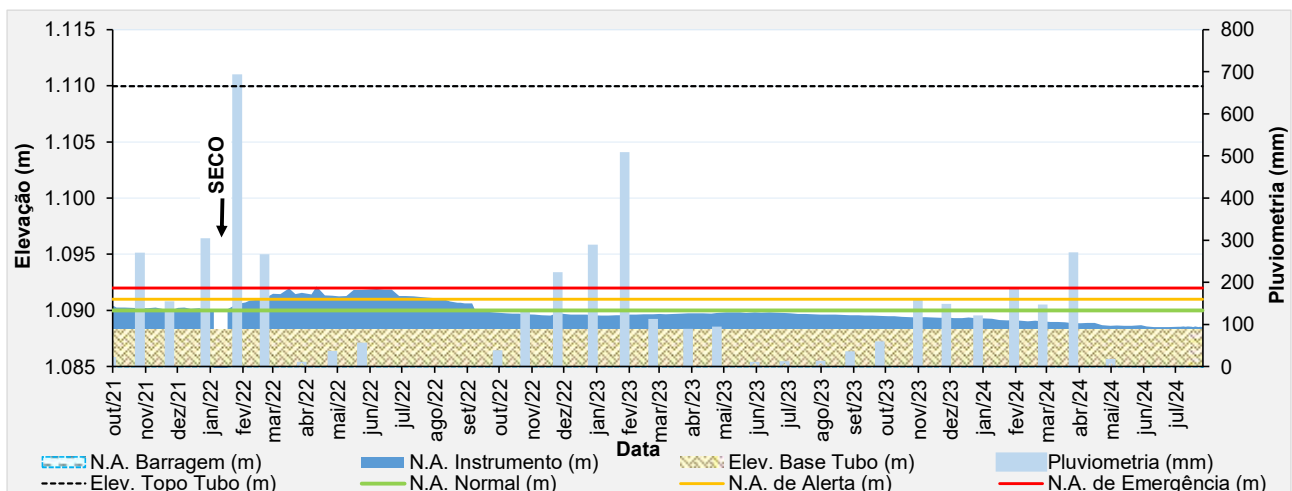


Figura 6.31 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-12.

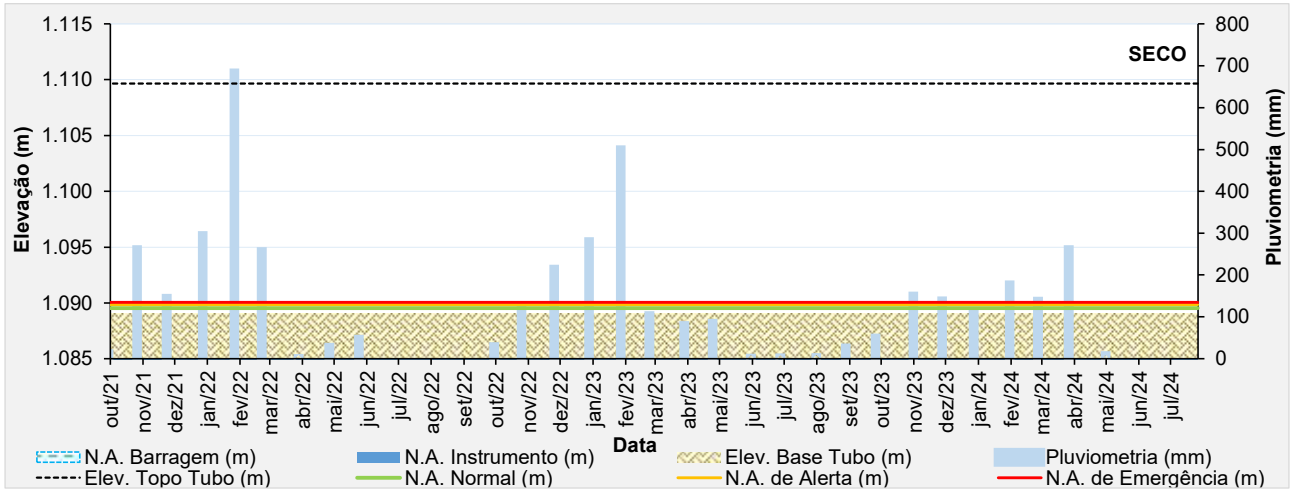


Figura 6.32 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-13.

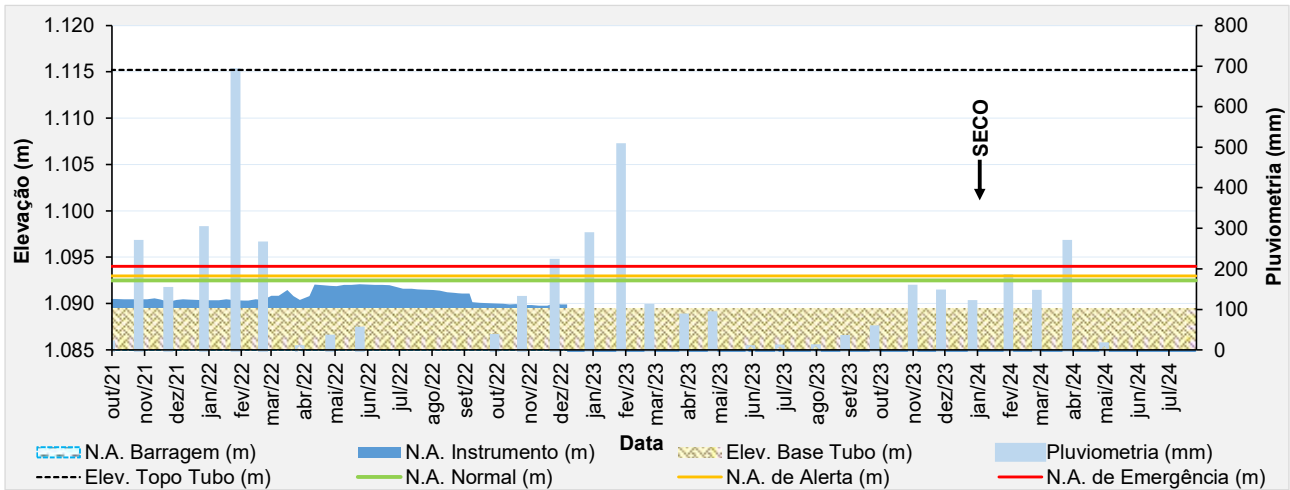


Figura 6.33 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-15.

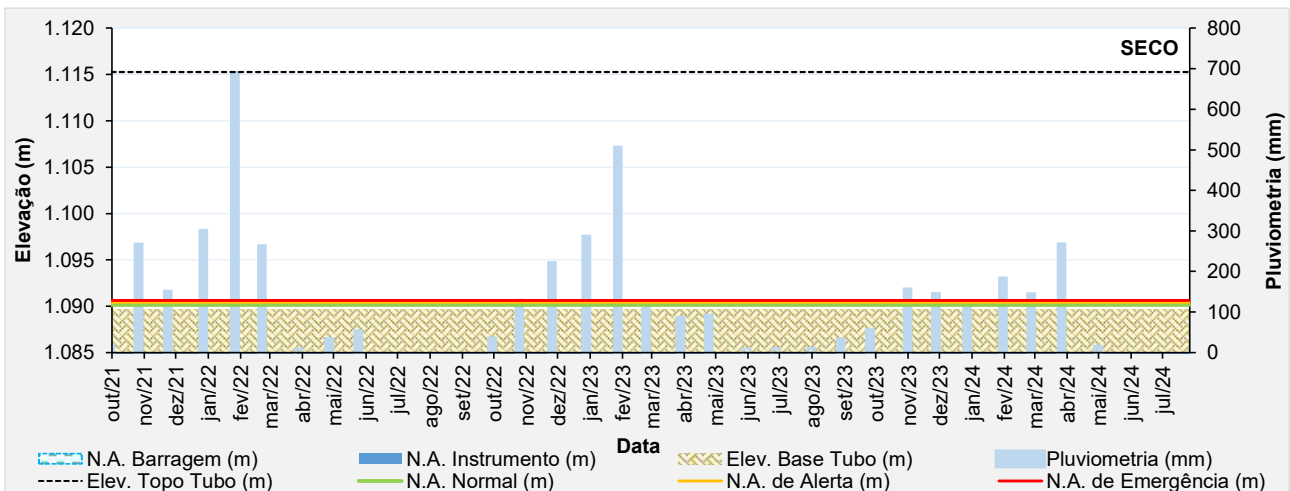


Figura 6.34 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-16.

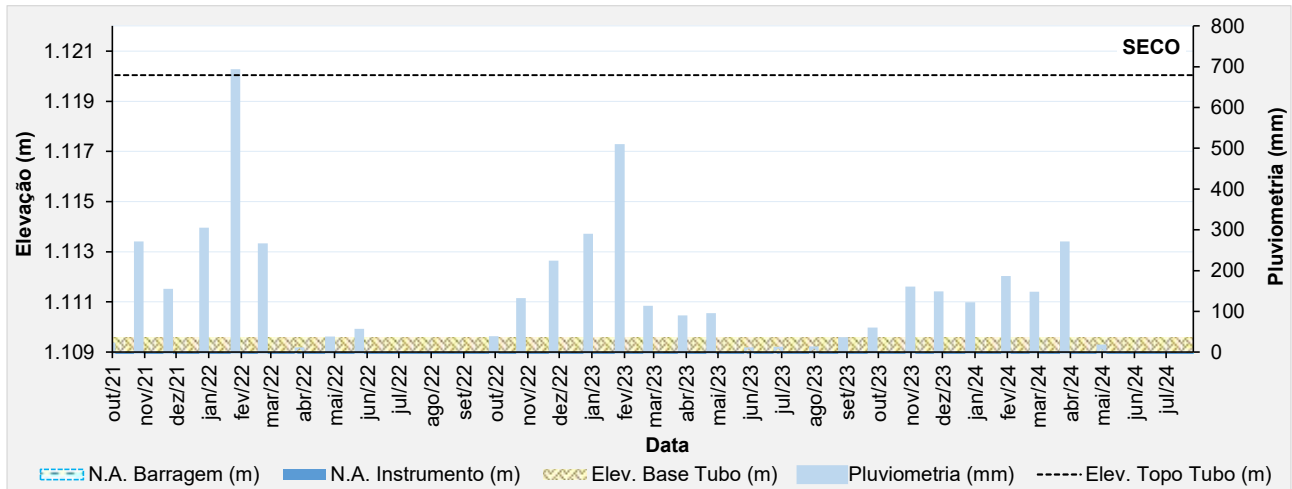


Figura 6.35 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-18.

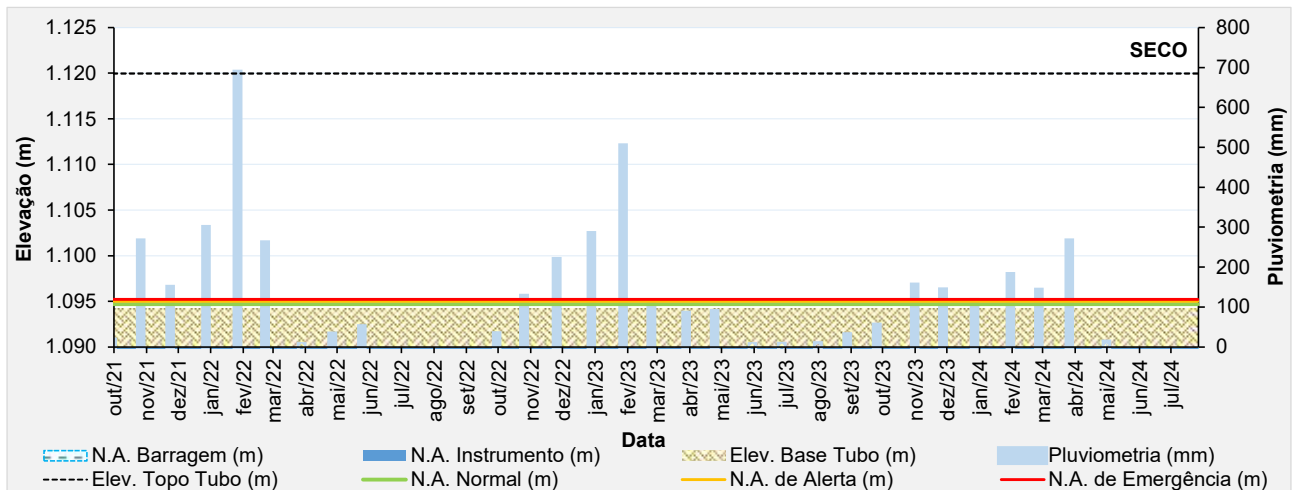


Figura 6.36 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-19.

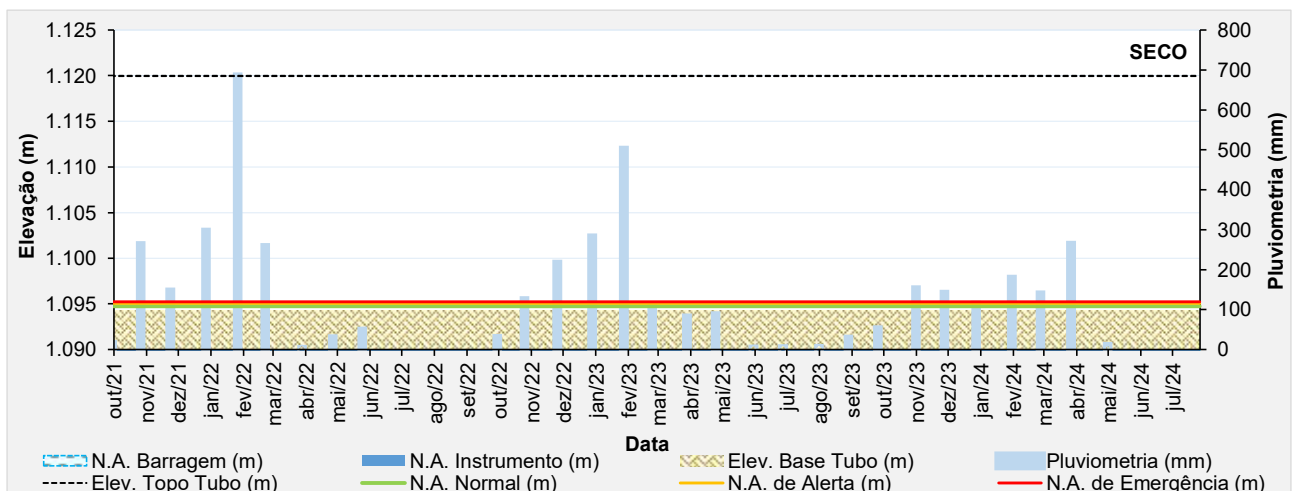


Figura 6.37 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-20.

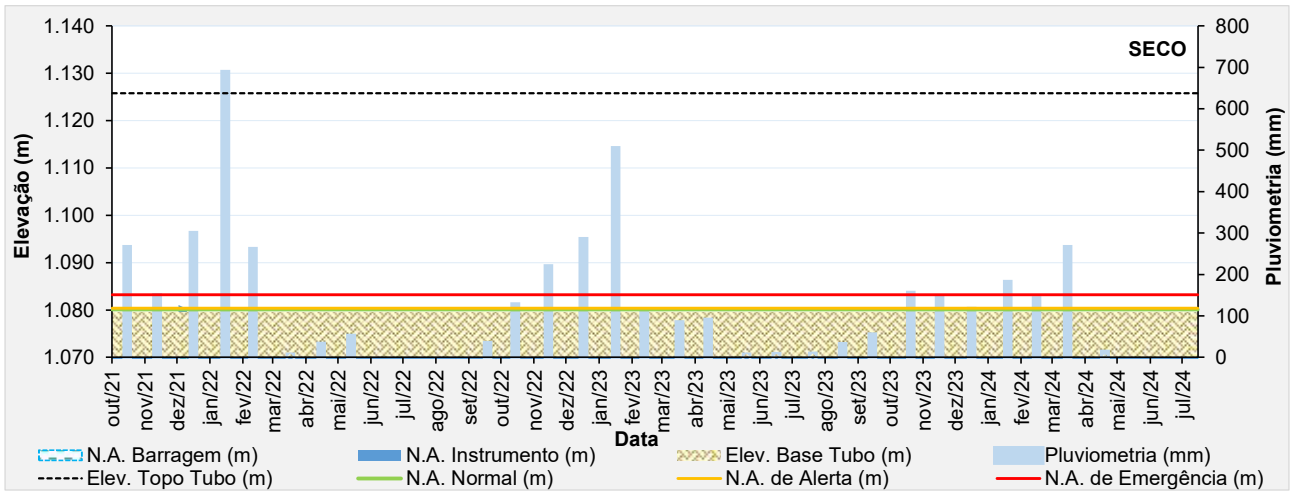


Figura 6.38 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-23.

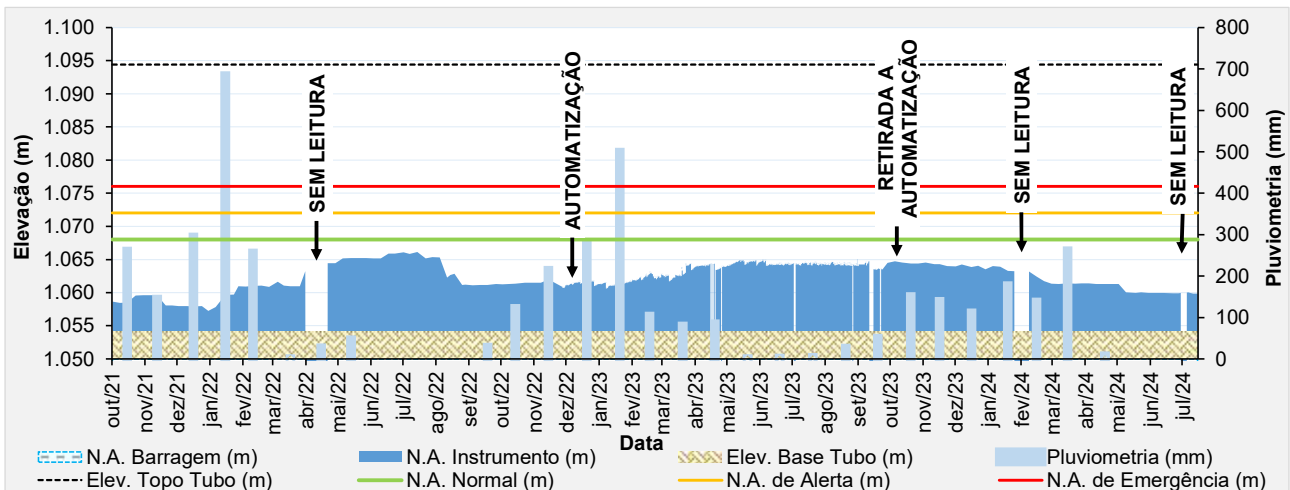


Figura 6.39 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-24.

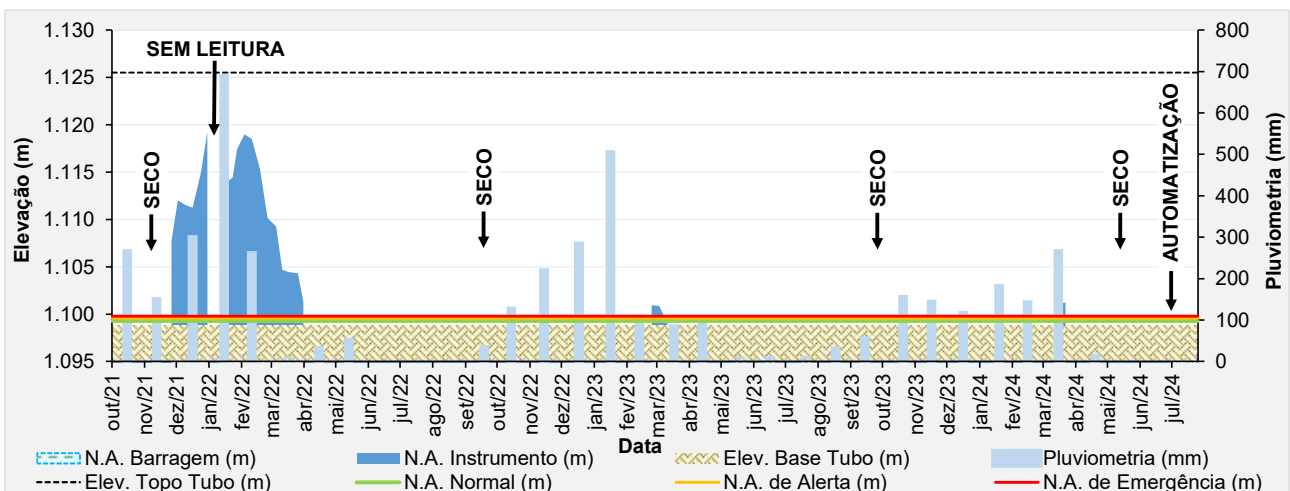
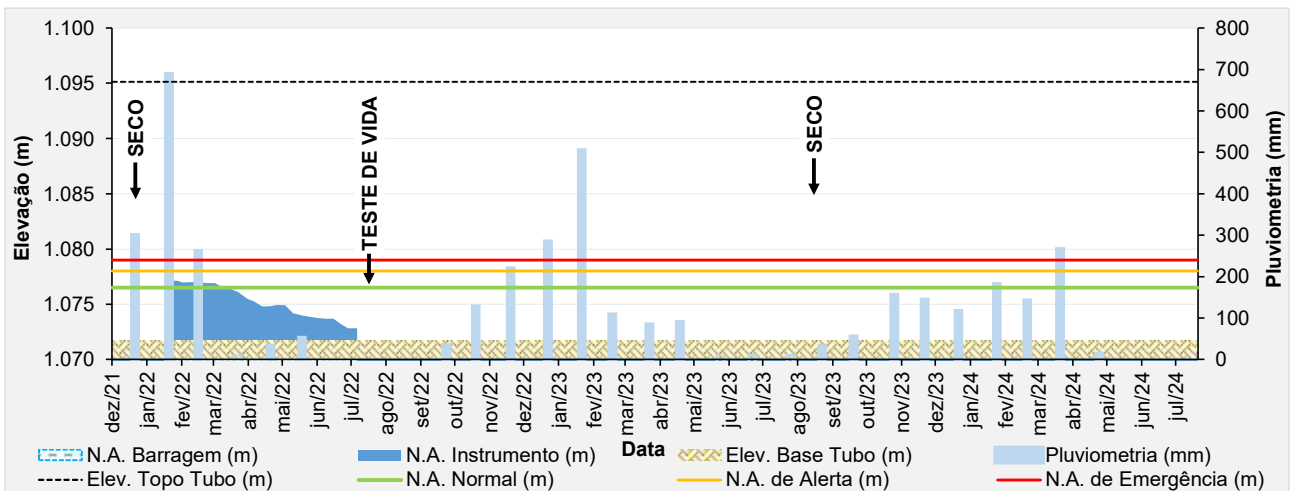
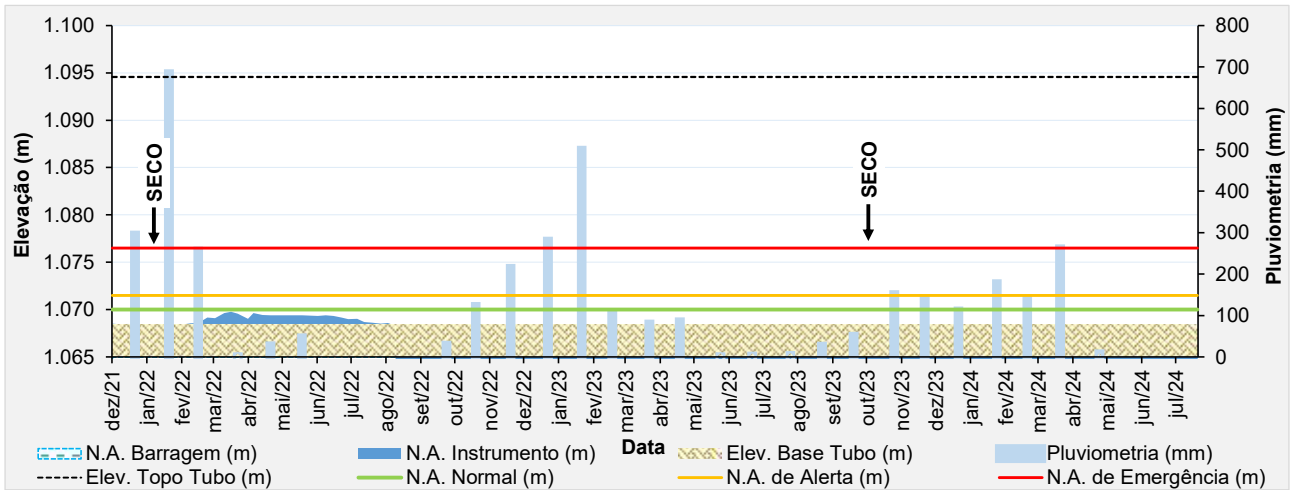
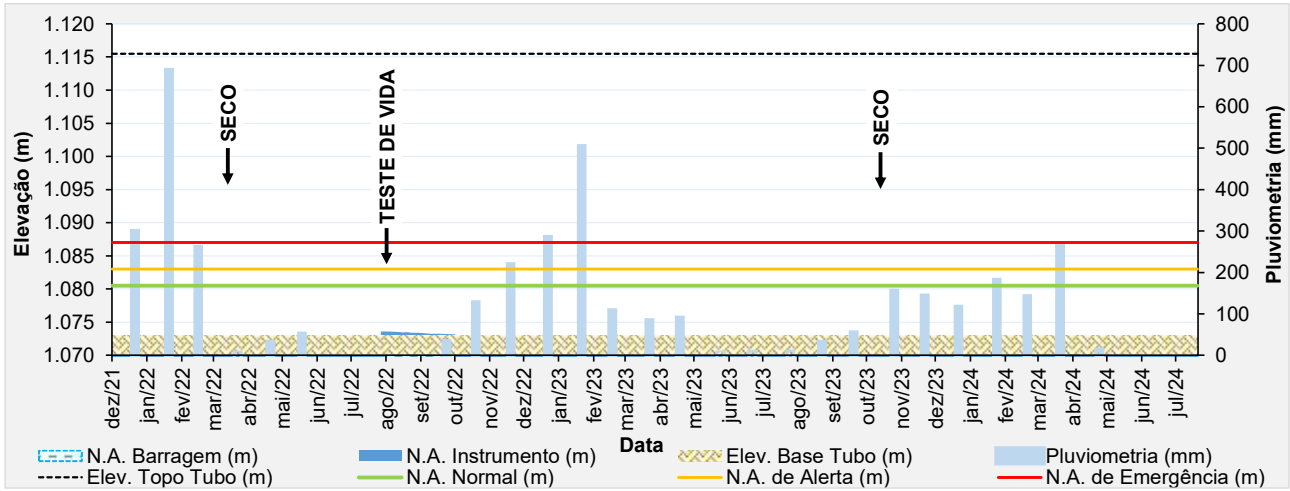


Figura 6.40 – Desempenho do indicador de nível d'água automatizado – INA-25.



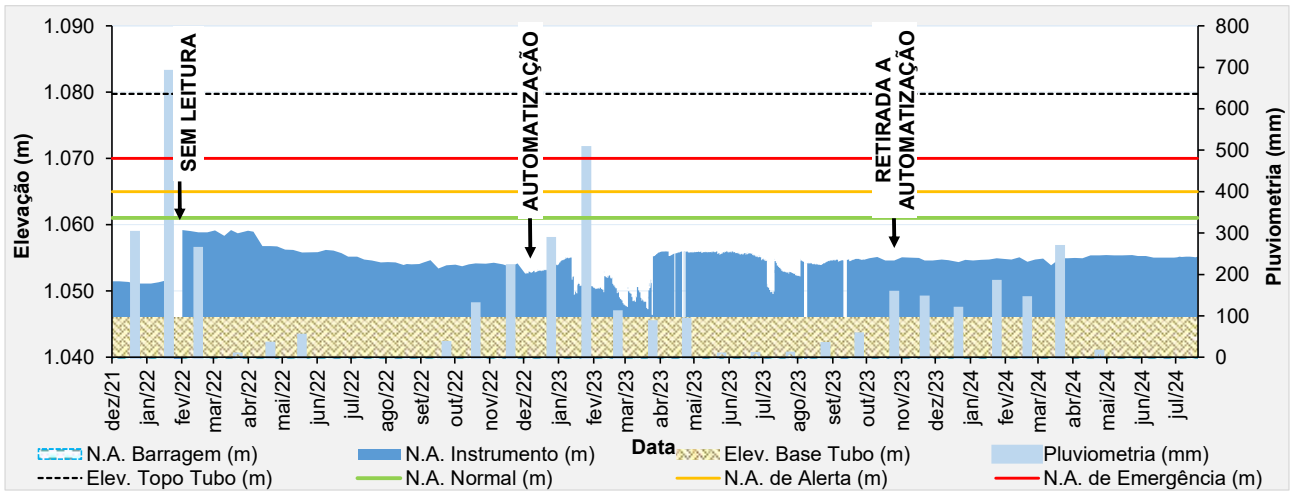


Figura 6.44 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-29.

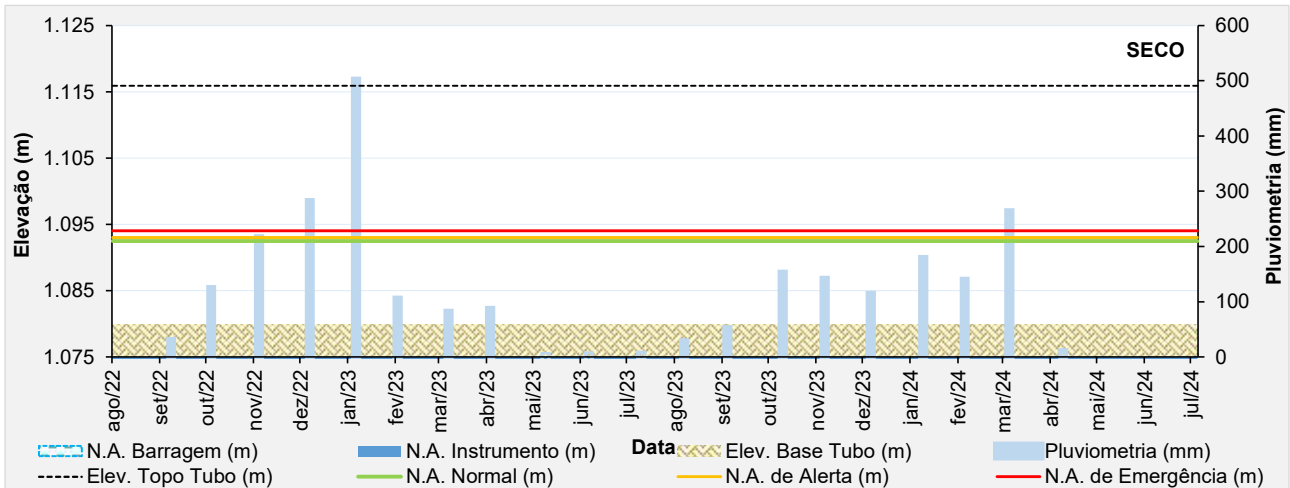


Figura 6.45 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-30.

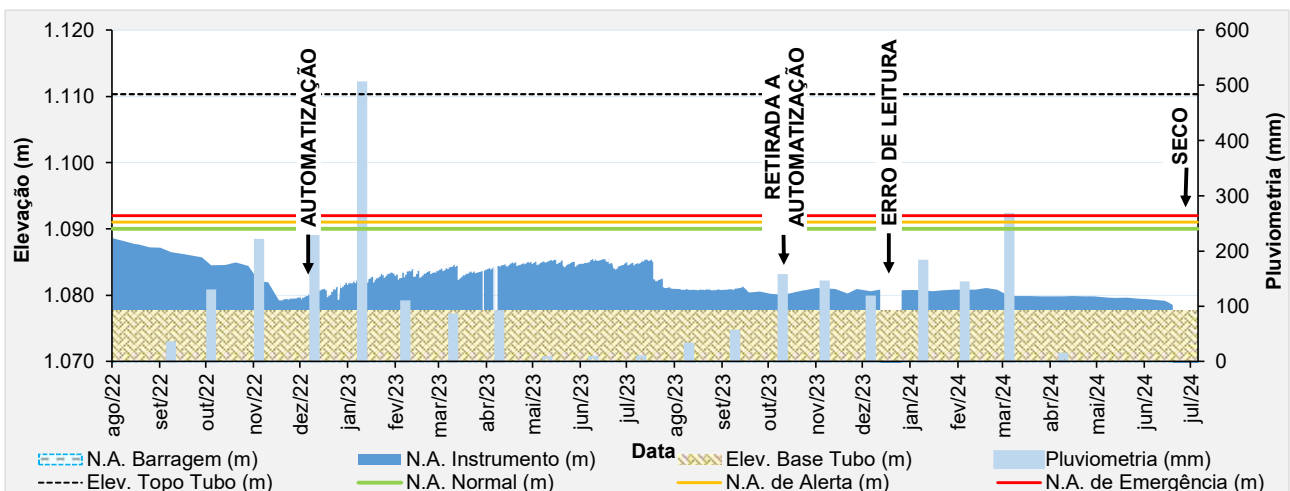


Figura 6.46 - Desempenho do indicador de nível d'água - INA-31.

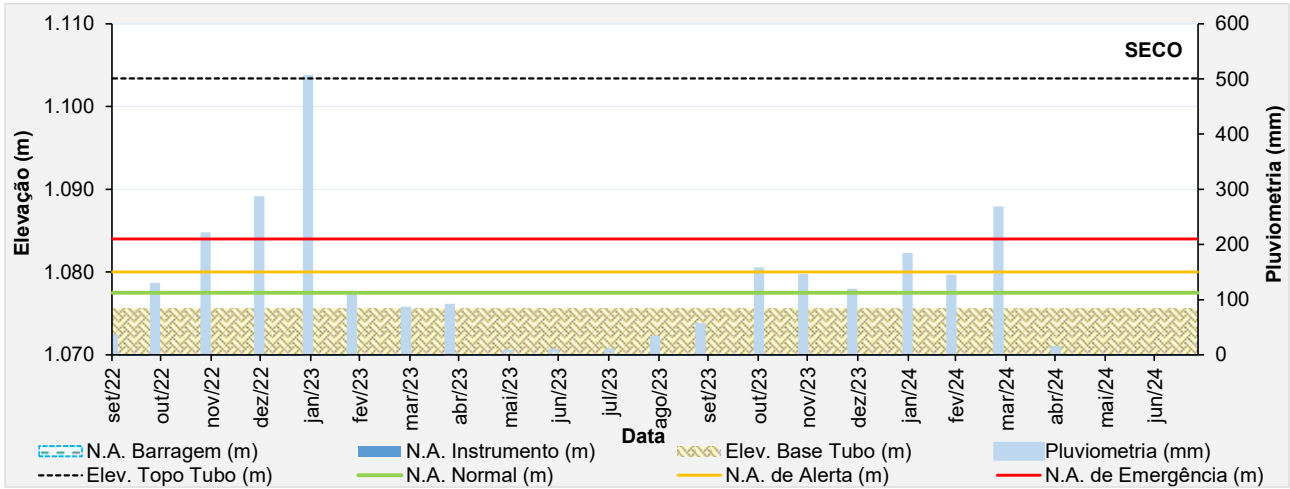


Figura 6.47 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-32.

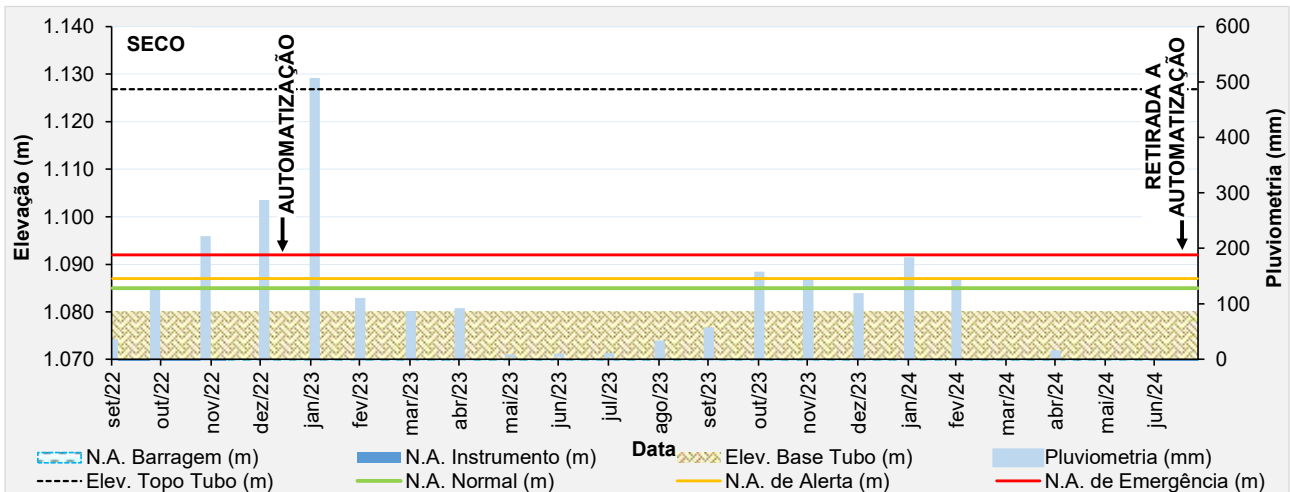


Figura 6.48 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-33.

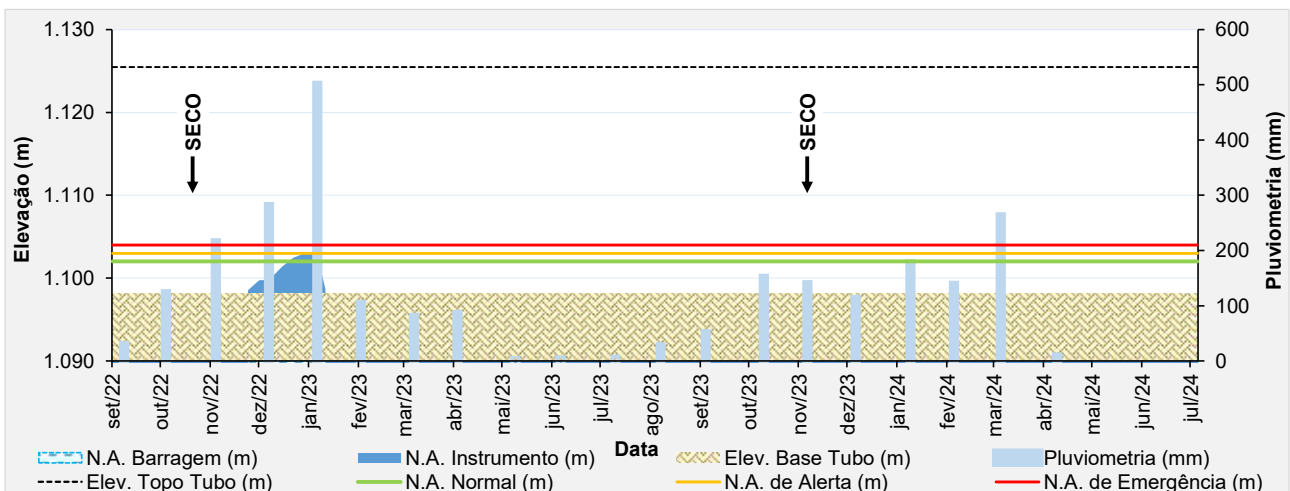


Figura 6.49 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-34.

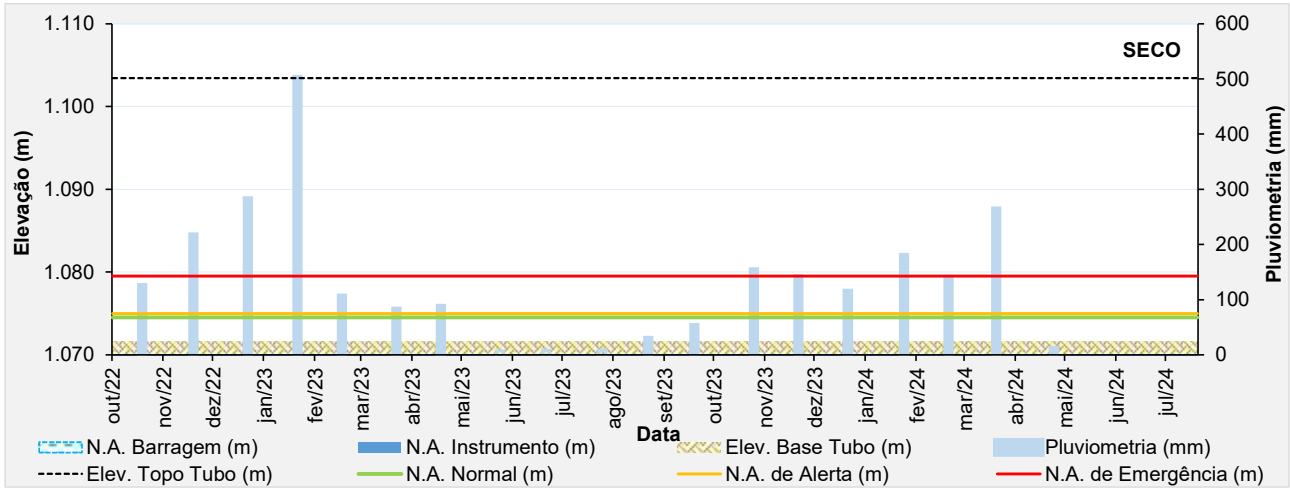


Figura 6.50 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-35.

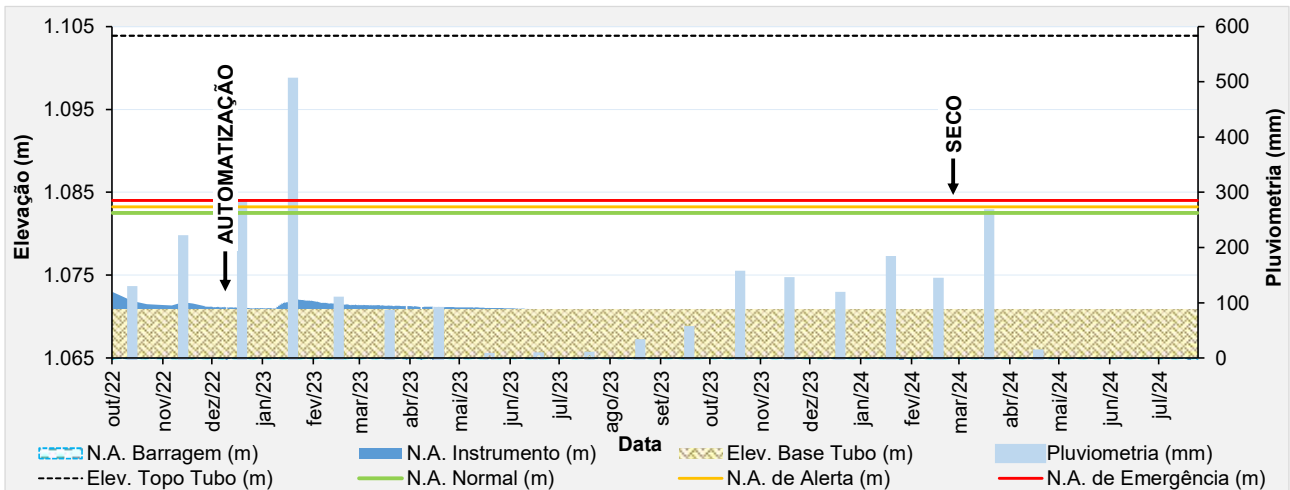


Figura 6.51 – Desempenho do indicador de nível d'água automatizado - INA-36.

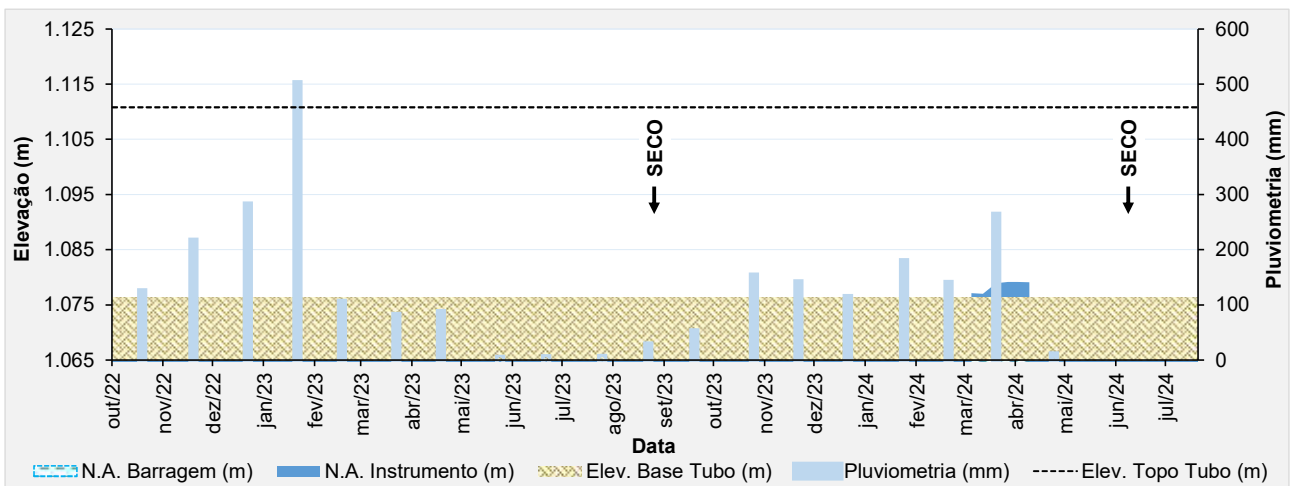


Figura 6.52 – Desempenho do indicador de nível d'água - INA-37.

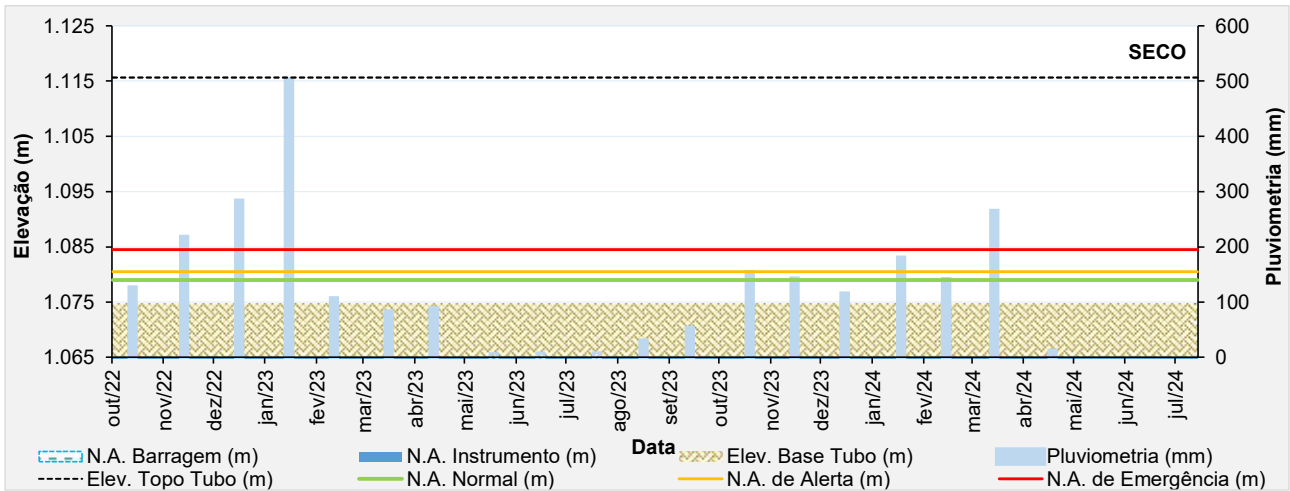


Figura 6.53 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-38.

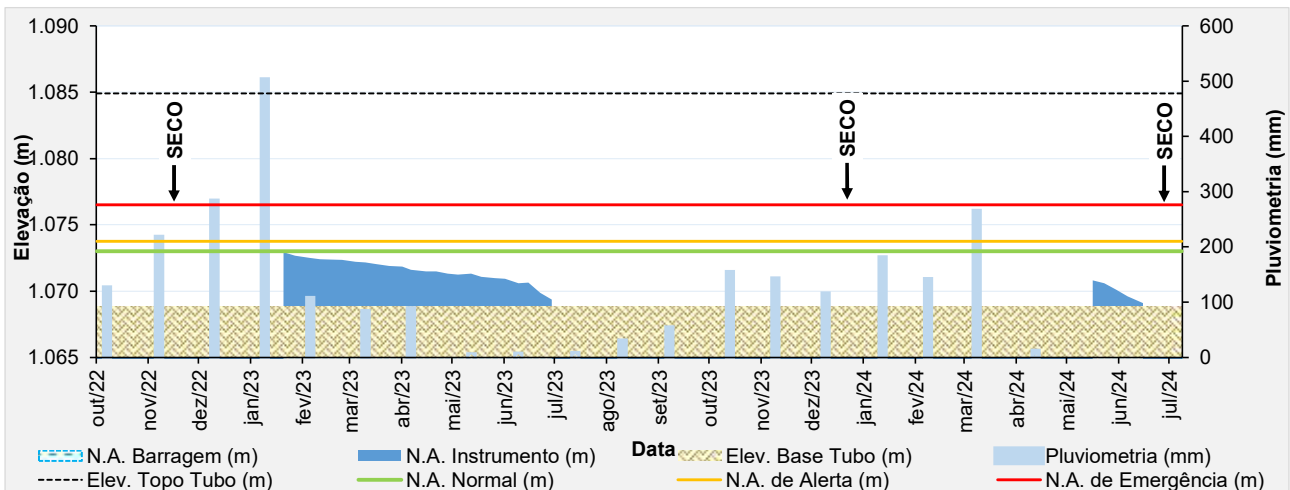


Figura 6.54 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-39.

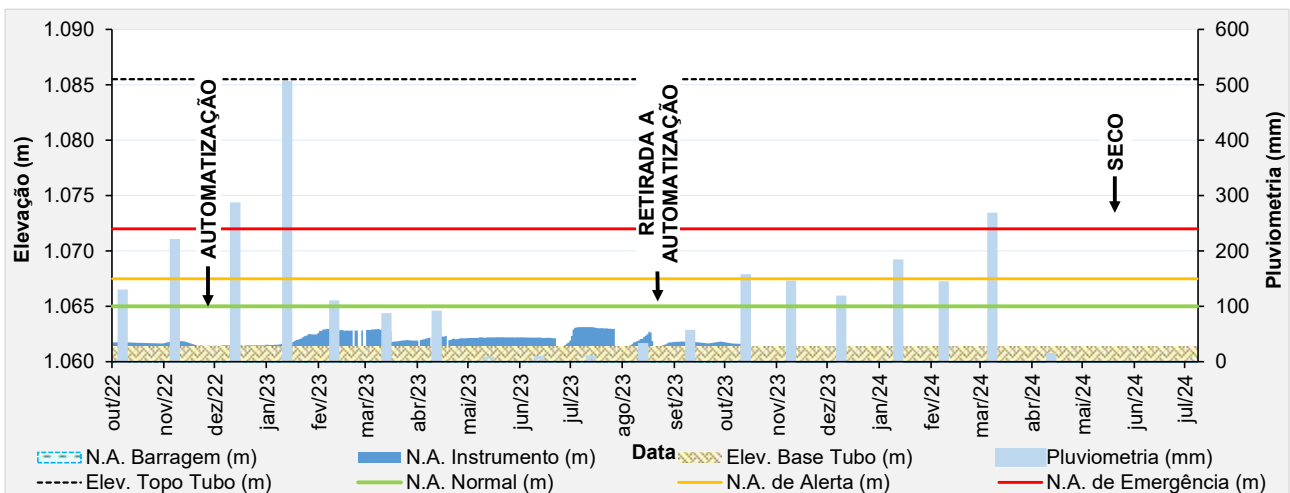


Figura 6.55 – Desempenho do indicador de nível d'água – INA-40.

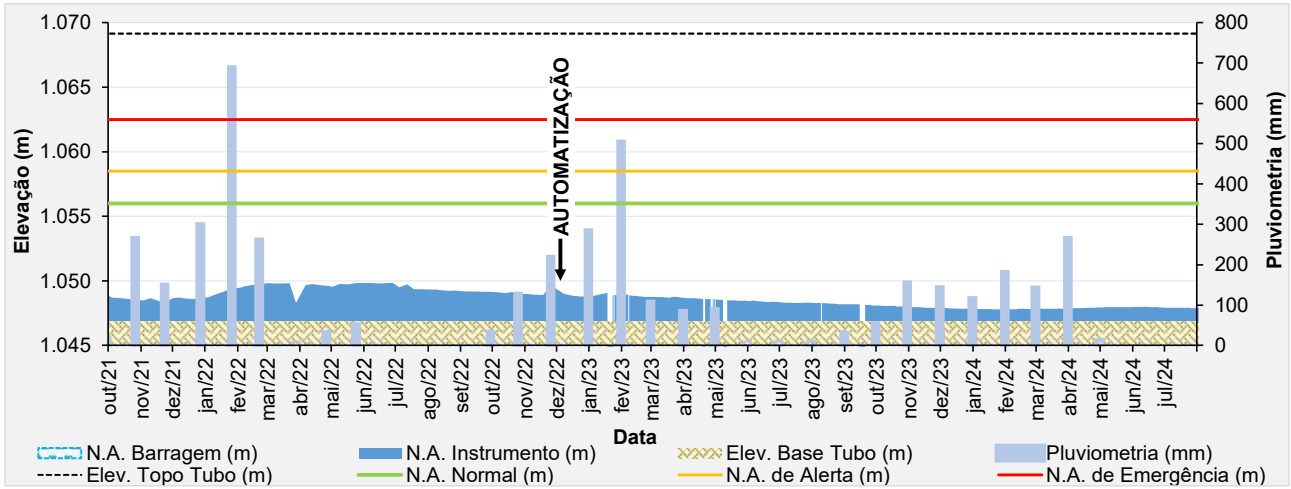


Figura 6.56 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-01.

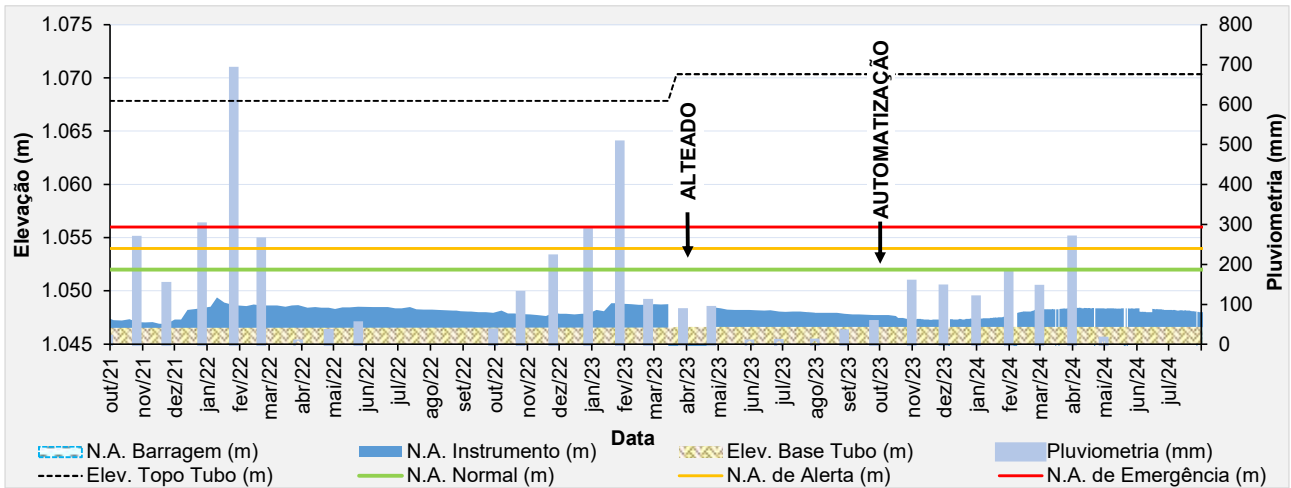


Figura 6.57 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-02.

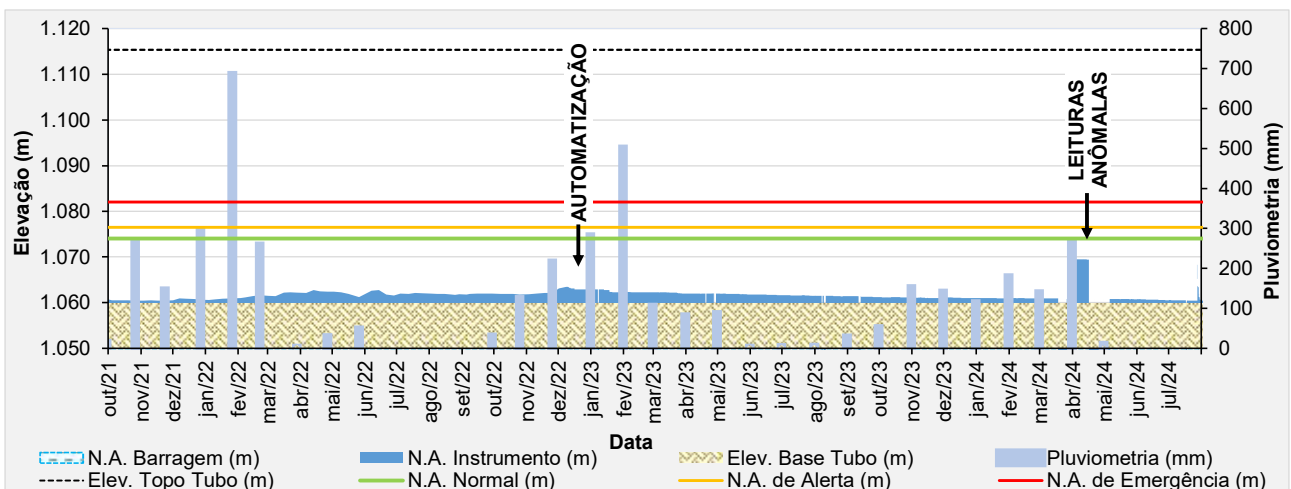


Figura 6.58 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-03.

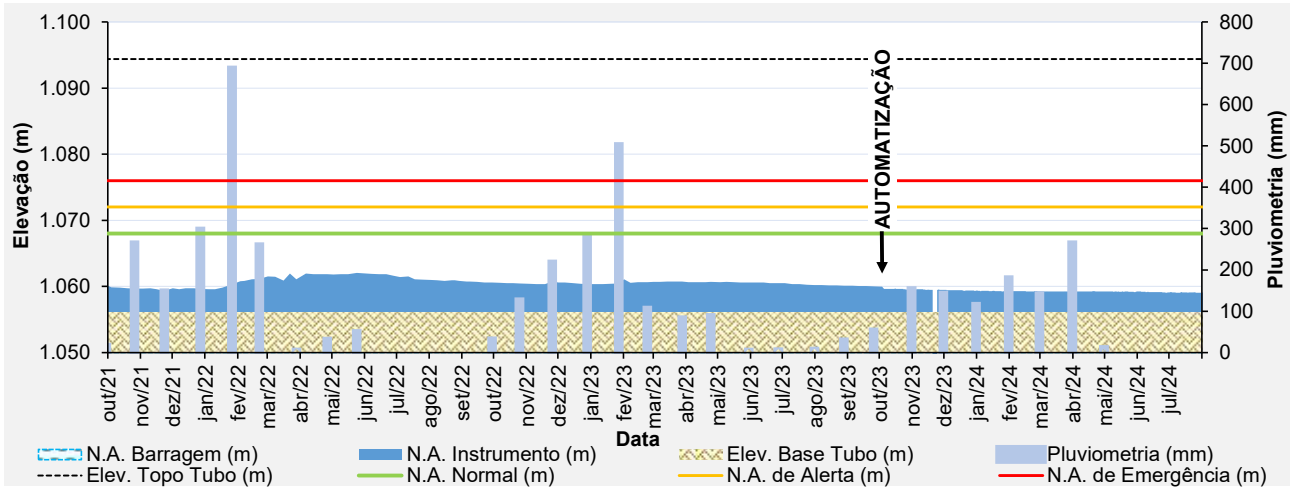


Figura 6.59 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-04.

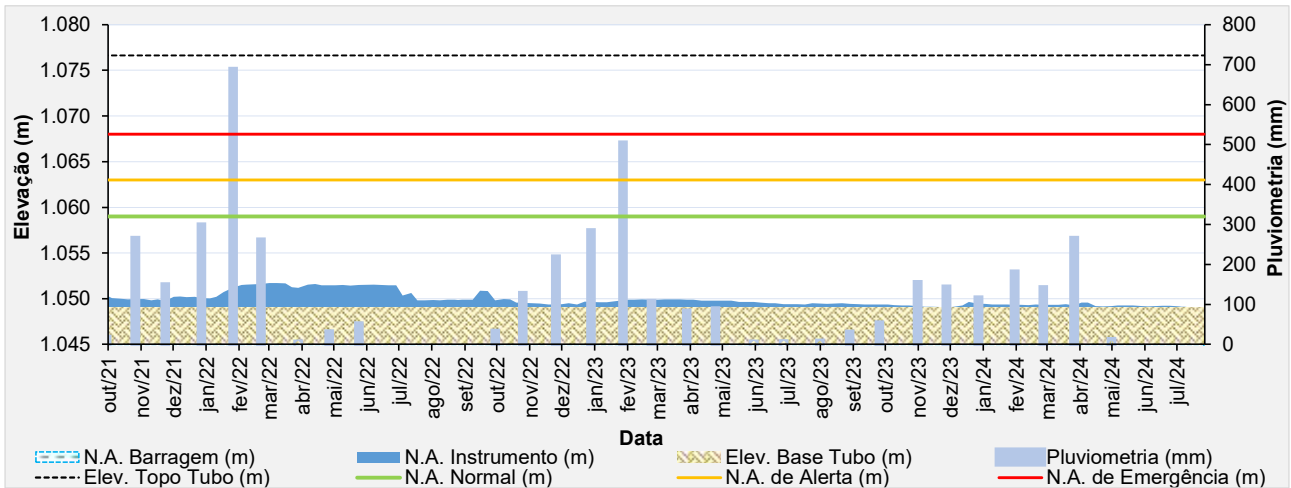


Figura 6.60 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-05.

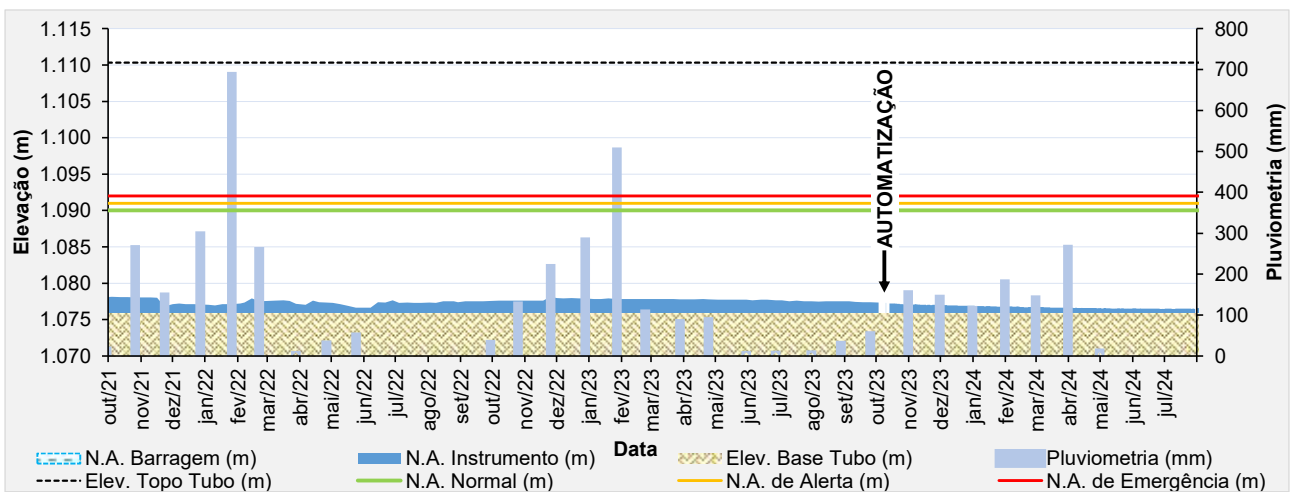


Figura 6.61 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-06.

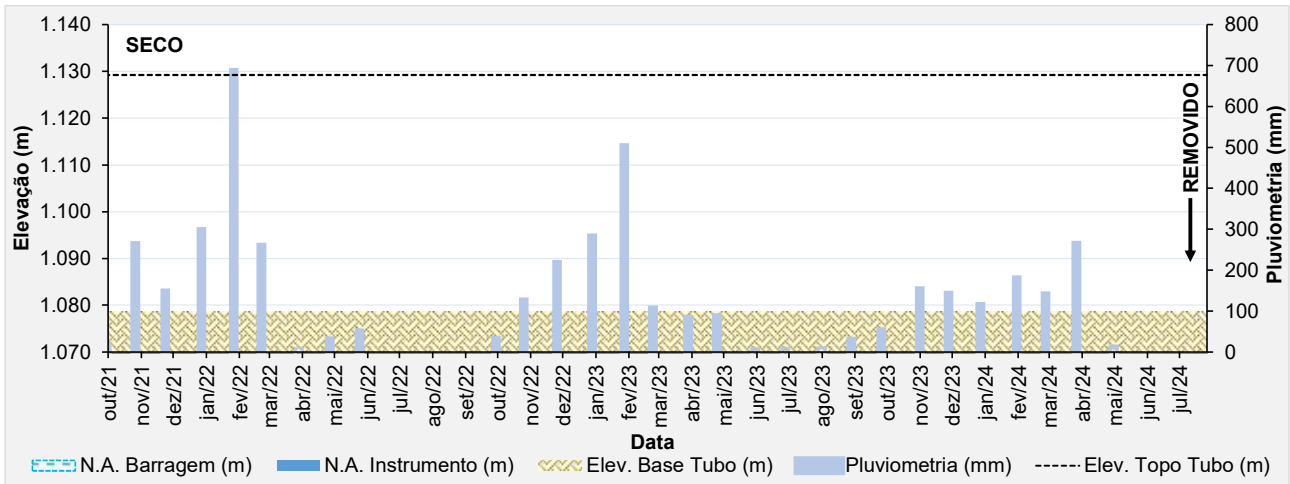


Figura 6.62 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-07 (removido).

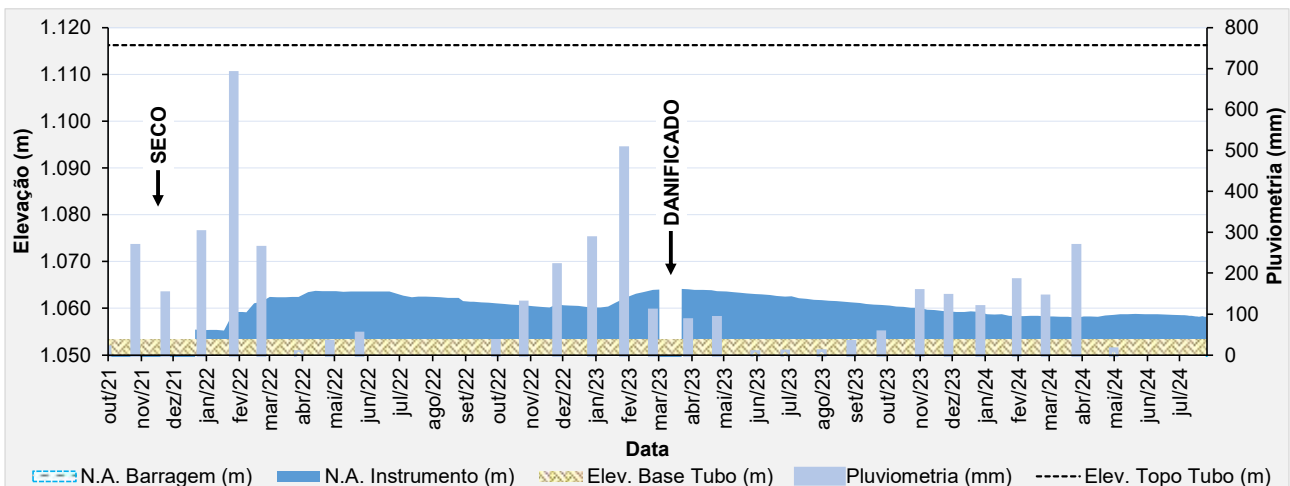


Figura 6.63 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-08.

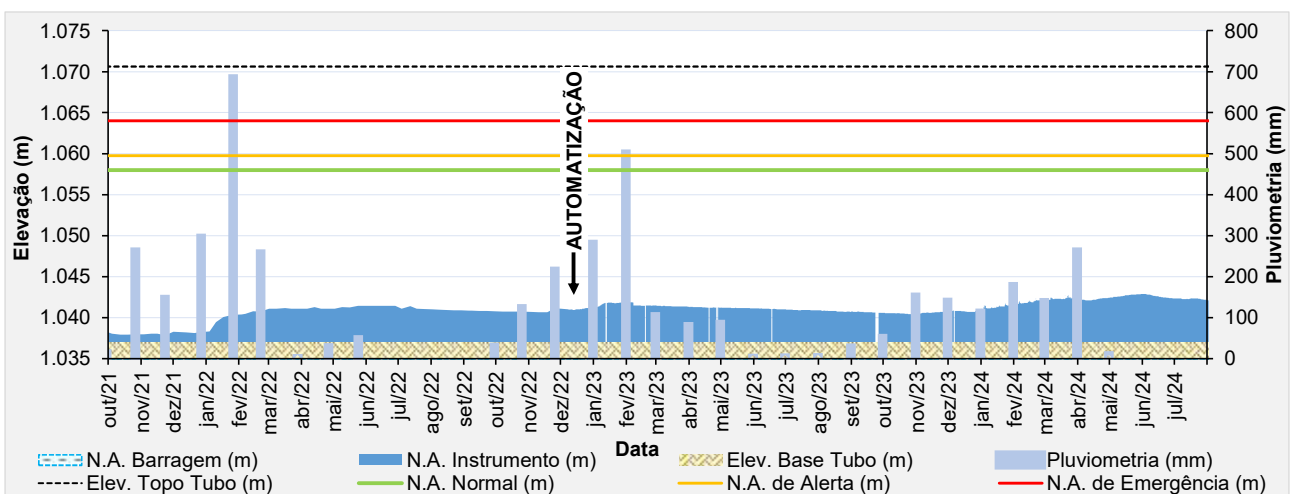


Figura 6.64 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-09.

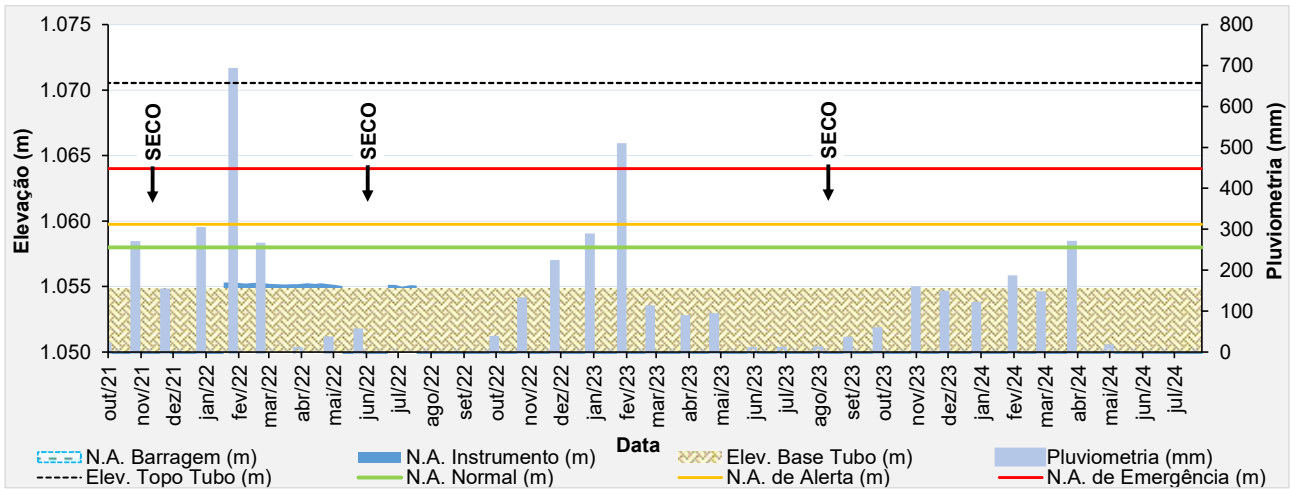


Figura 6.65 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-10.

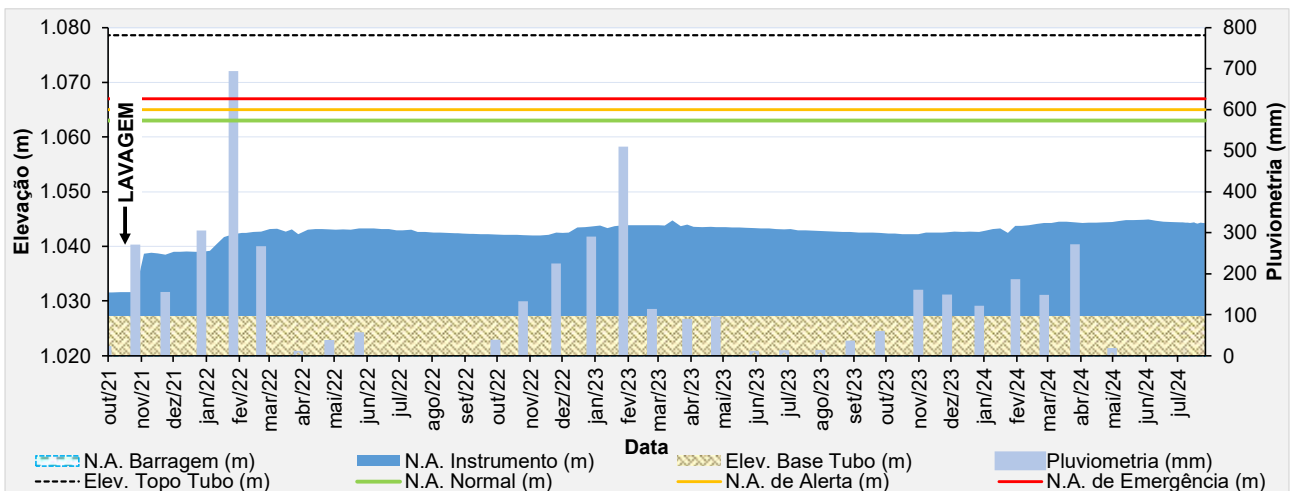


Figura 6.66 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-11.

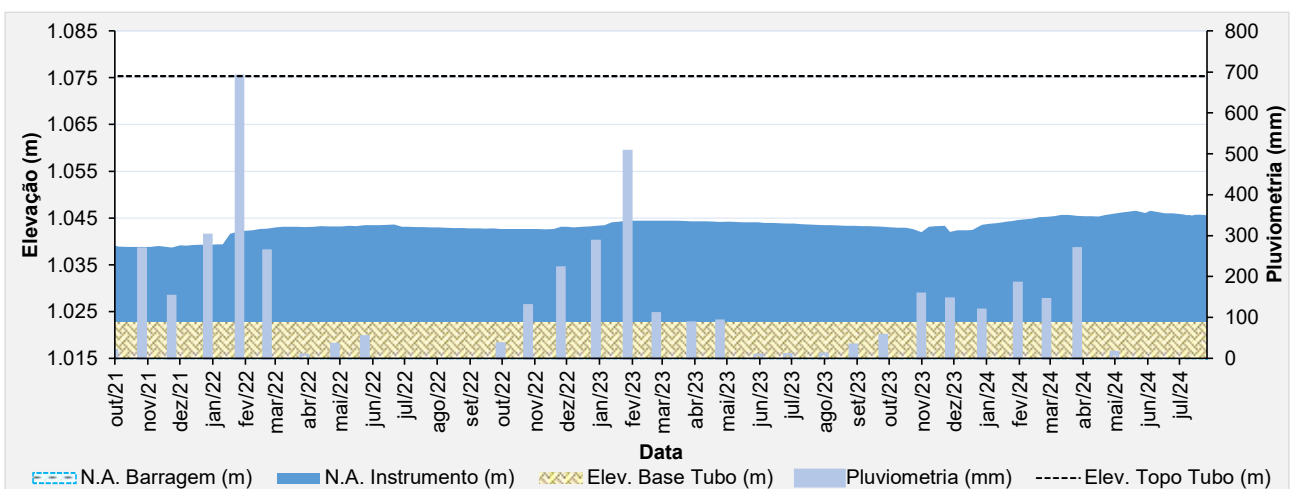
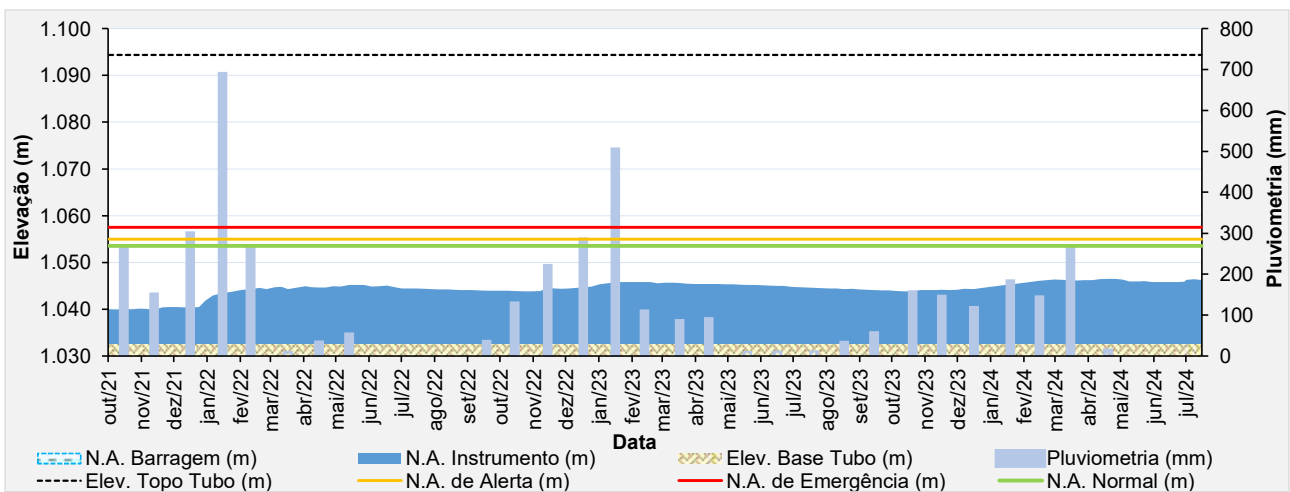
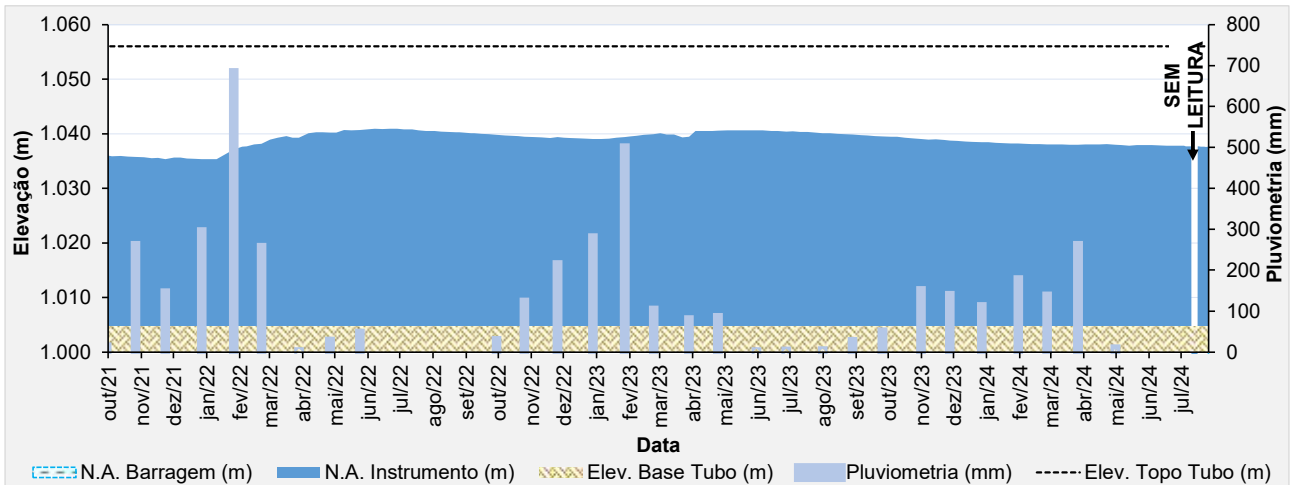
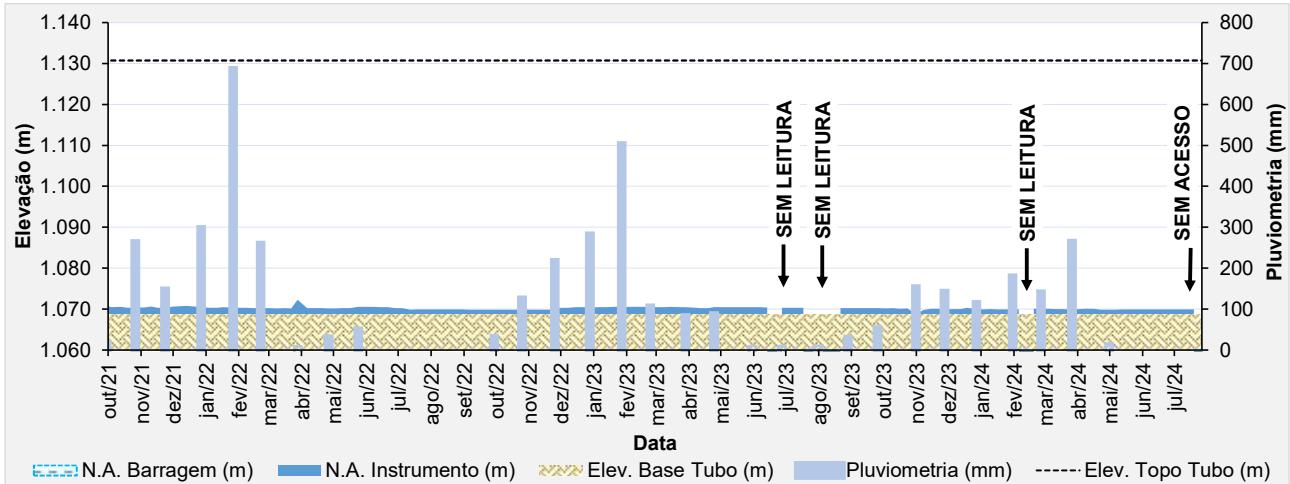


Figura 6.67 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-12.



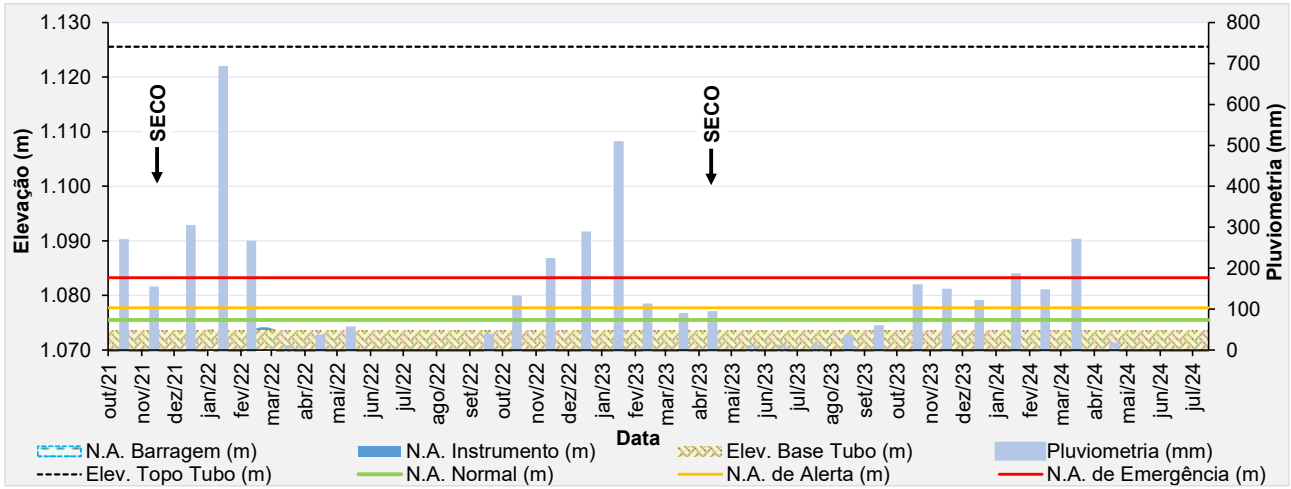


Figura 6.71 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-16.

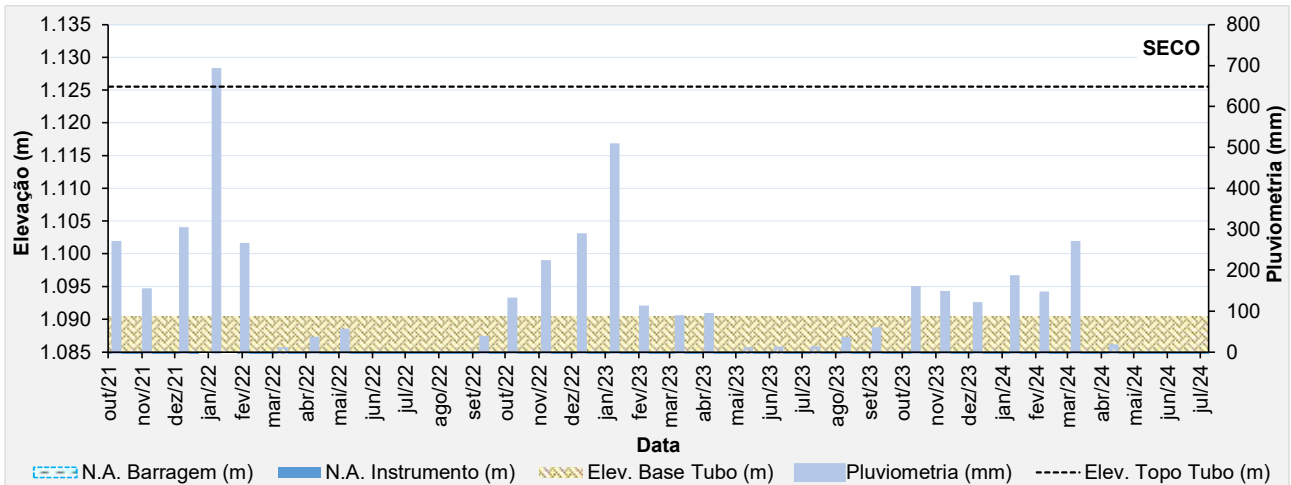


Figura 6.72 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-17.

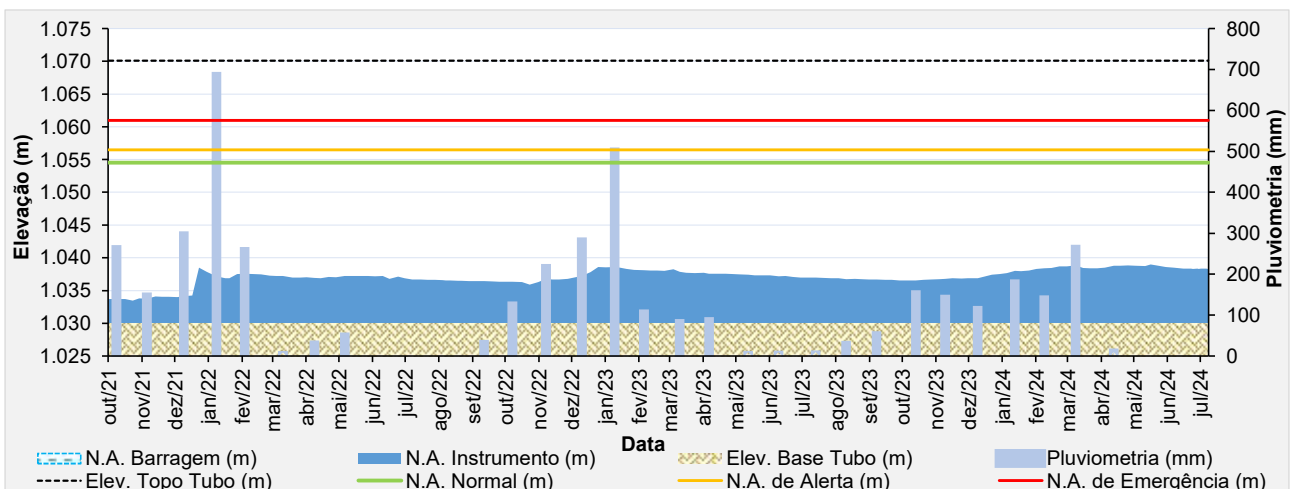


Figura 6.73 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-18.

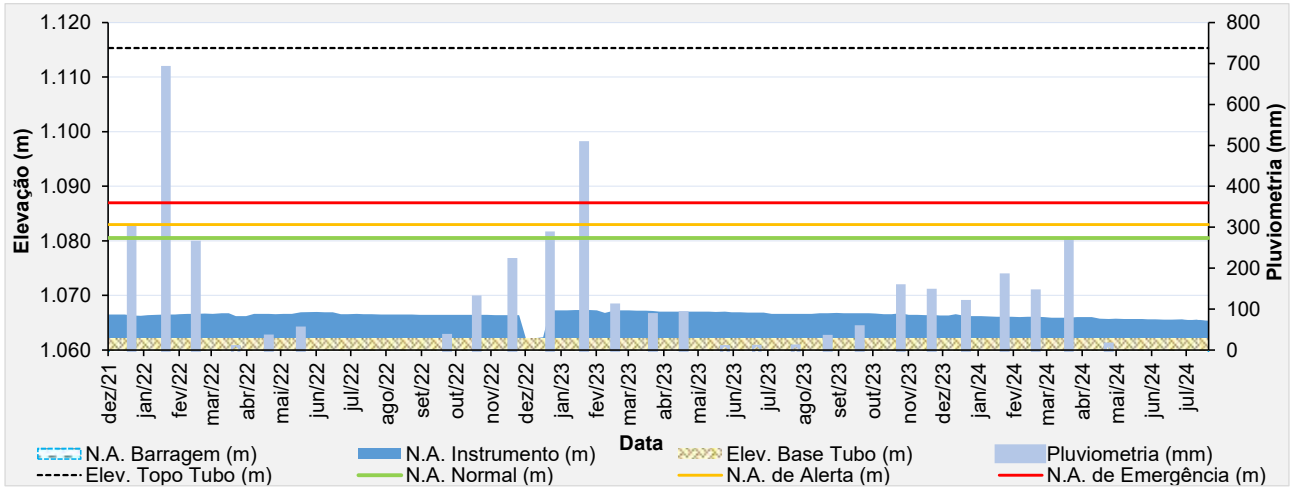


Figura 6.74 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-19.

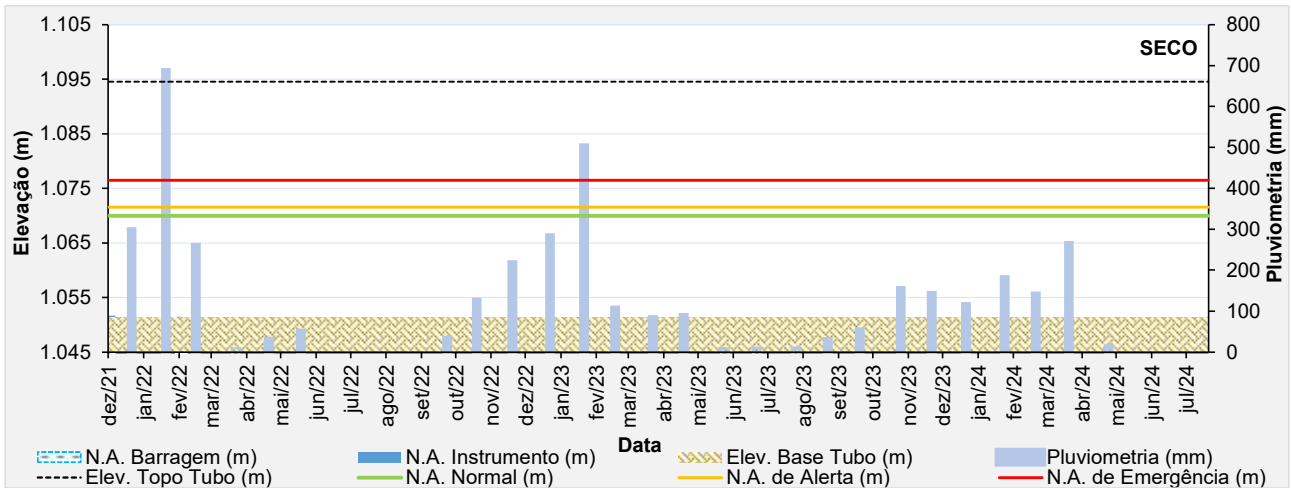


Figura 6.75 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-20.

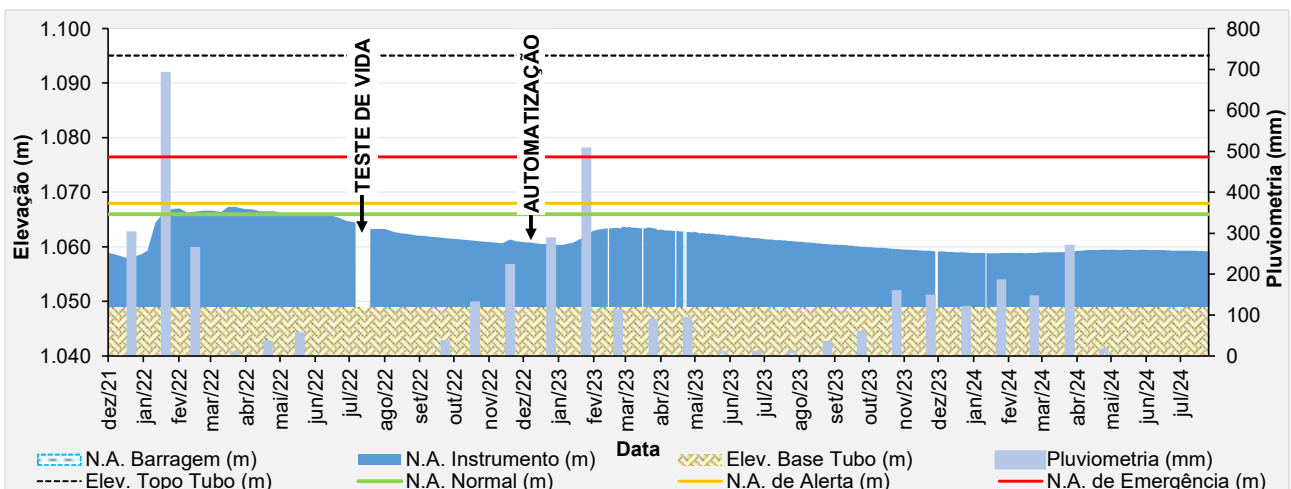


Figura 6.76 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-21.

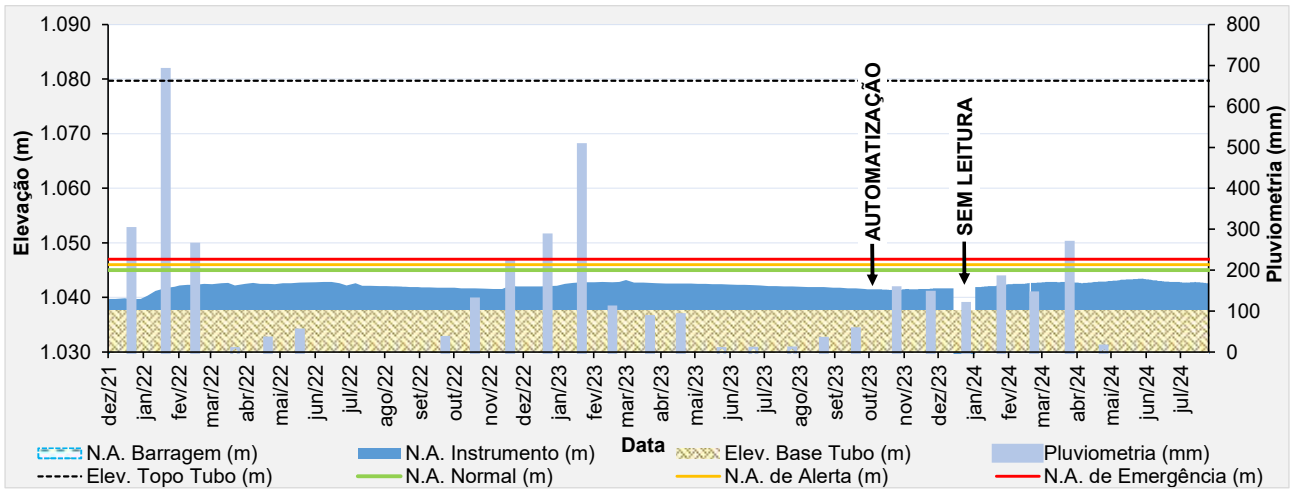


Figura 6.77 – Desempenho do piezômetro automatizado – PZ-22.

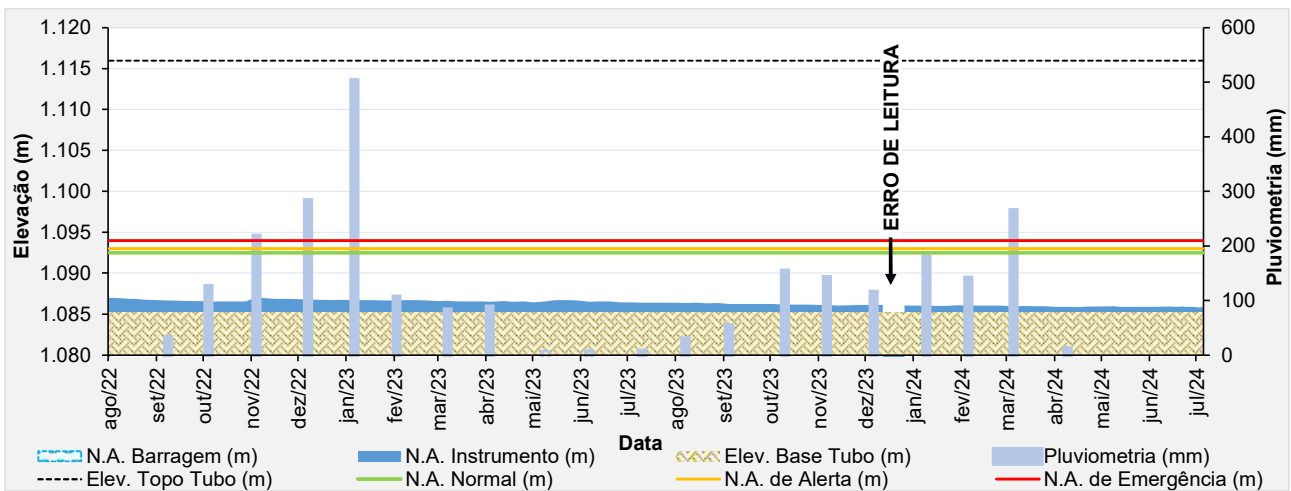


Figura 6.78 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-23.

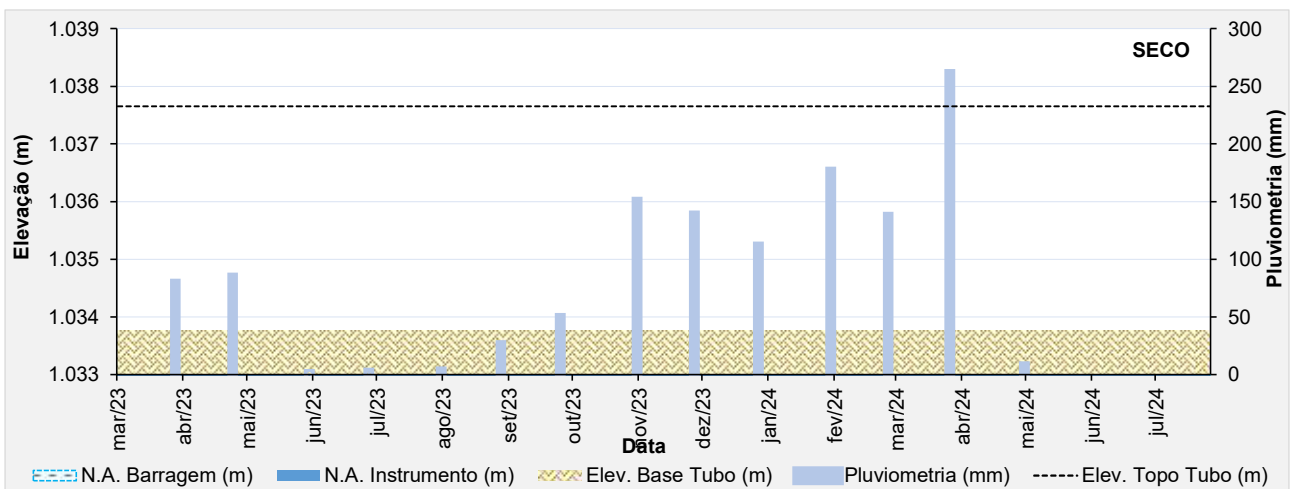


Figura 6.79 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-24.

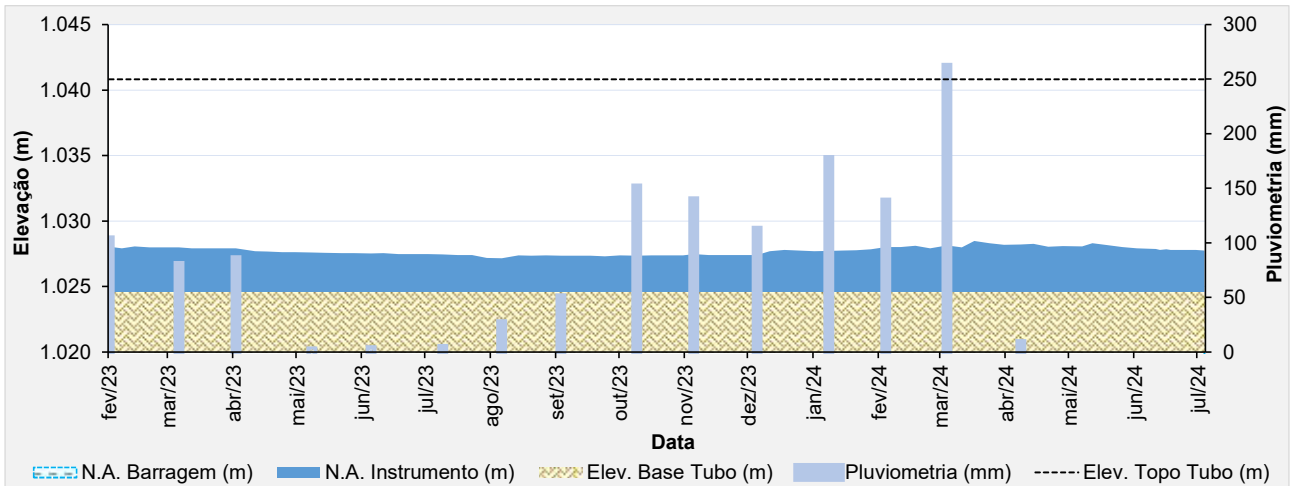


Figura 6.80 – Desempenho do piezômetro de tubo aberto – PZ-25.

• **Placa Indicadora de Vazão**

O monitoramento de vazão percolada da barragem era realizado por 2 (dois) indicadores de vazão da drenagem interna. Os dispositivos foram removidos em função das obras de ampliação da berma de reforço da barragem.

A MMI concluiu a instalação da nova placa indicadora de vazão e iniciou o monitoramento das vazões a partir do dia 02/03/2023, conforme apresentado na Figura 6.81. No período avaliado (maio/2024 a julho/2024), obteve-se uma vazão média de 3,93 m³/h, com leituras variando de 2,05 m³/h até 6,08 m³/h.

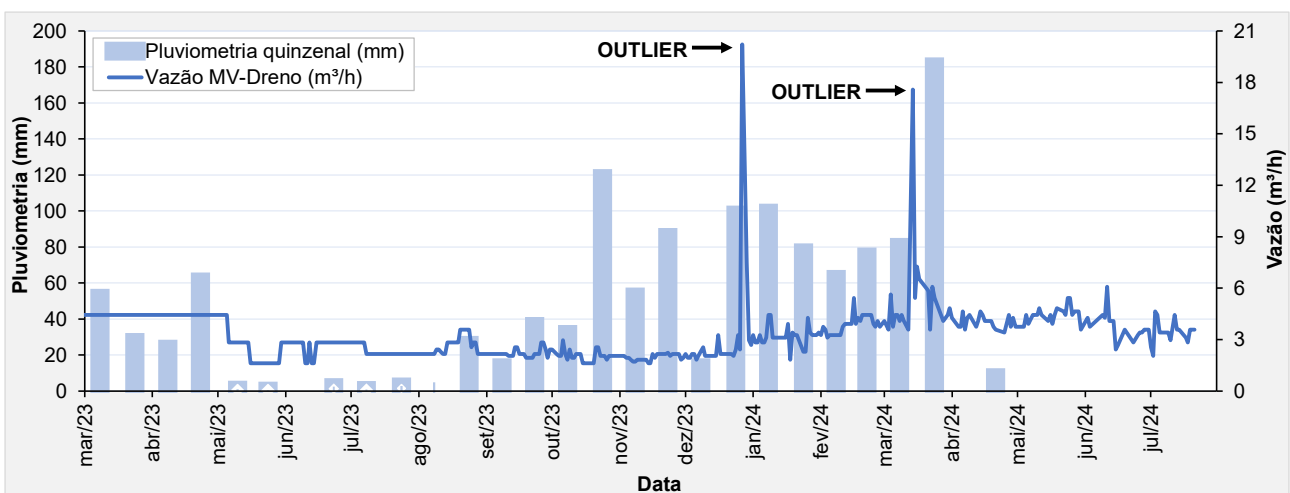


Figura 6.81 – Vazão – MV-Dreno – Barragem B2 – Mina Tico-Tico.

• **Marcos de Controle de Deformação**

Atualmente na barragem existem 5 marcos de controle de deslocamento instalados como pode ser verificado na Tabela 6.2.

Na 1ª quinzena de outubro de 2023, a equipe de topografia da MMI informou que foi realizada a calibração das estações totais e dessa forma foi necessário o recadastramento das hastes com as leituras do dia 11/10/2023.

A partir da análise das leituras dos marcos de controle pode-se considerar que as movimentações verticais e horizontais no maciço são muito pequenas. Os valores acumulados observados, horizontais menores que 2 mm e verticais menores que 6 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 (maio/2024 a julho/2024) foi realizada no dia 11/07/2024. Não foi realizada a aferição do marco MS-01 no dia 11/07/2024 devido à falta de visibilidade do marco a partir do ponto de referência.

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.

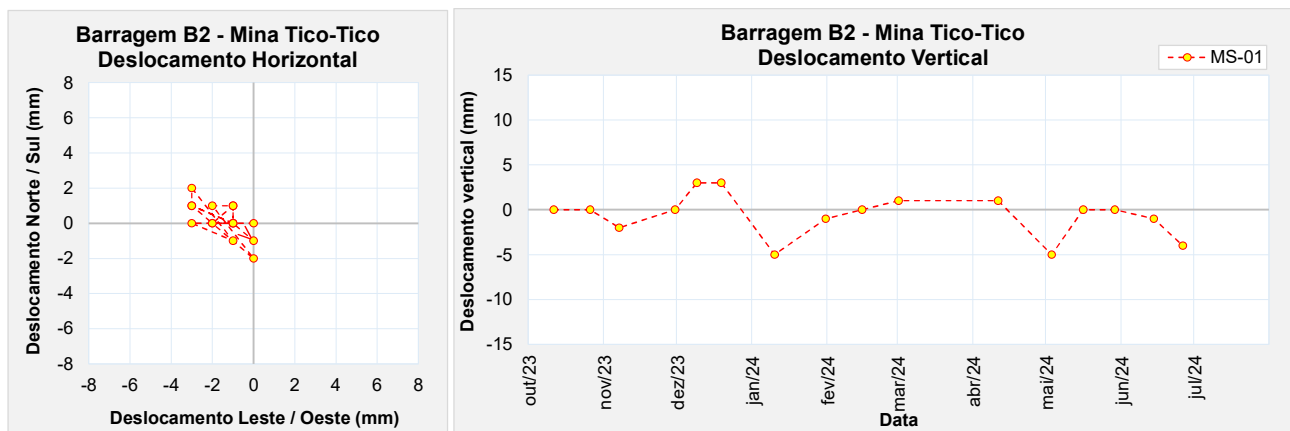


Figura 6.82 – Marco de controle de deformação – MS-01.

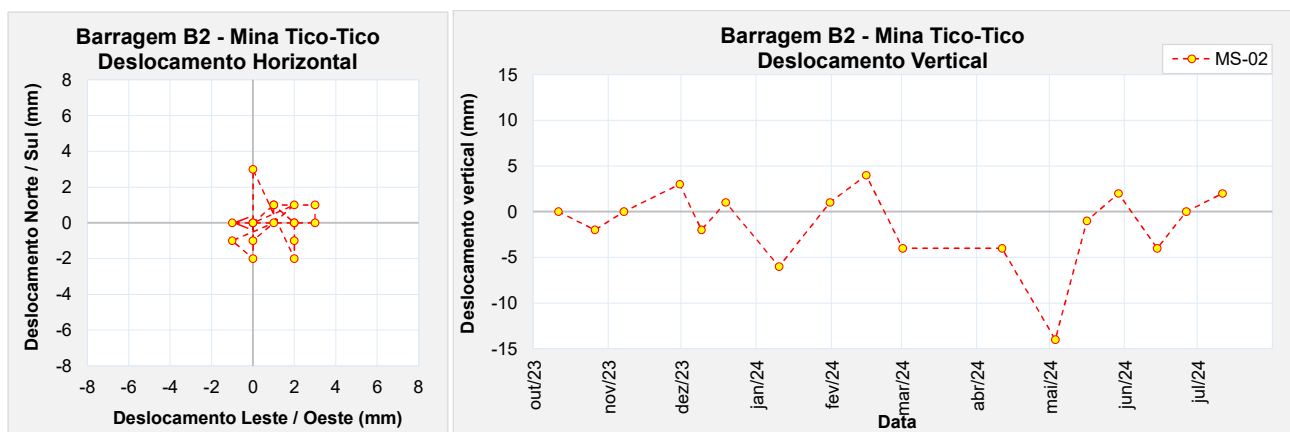


Figura 6.83 – Marco de controle de deformação – MS-02.

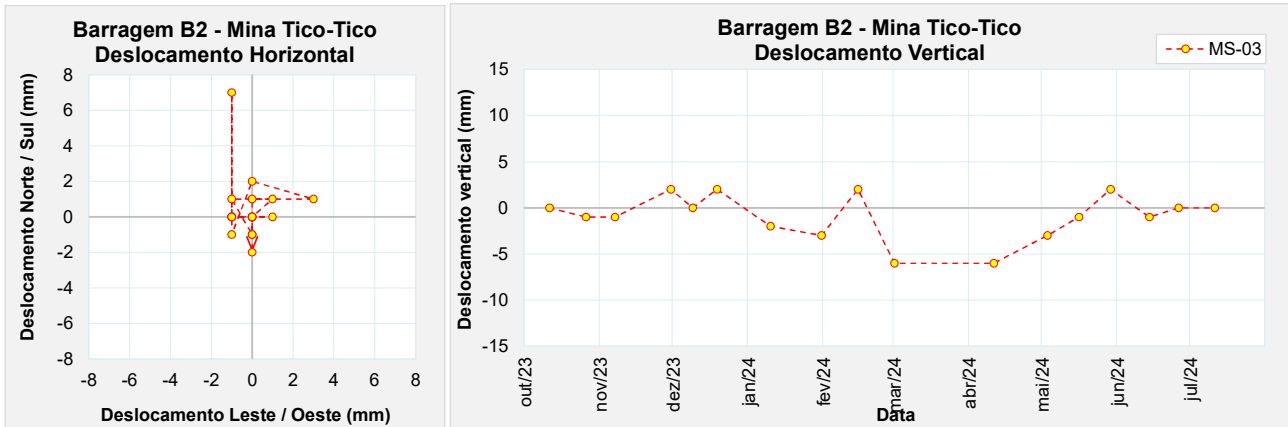


Figura 6.84 – Marco de controle de deformação – MS-03.

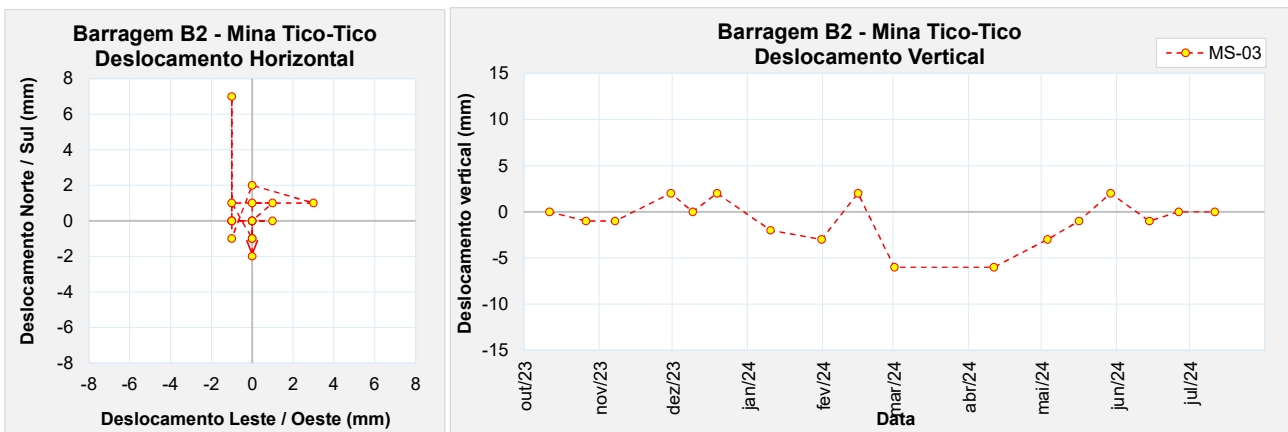


Figura 6.85 – Marco de controle de deformação – MS-04.

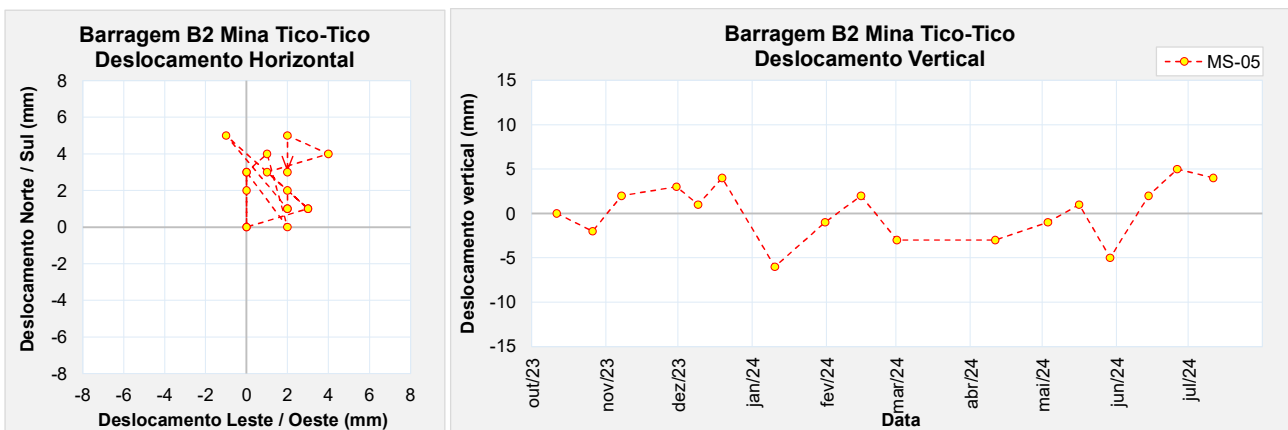


Figura 6.86 – Marco de controle de deformação – MS-05.

6.2.4 Análise de Estabilidade

Este item apresenta o resultado das análises de estabilidade realizadas para a barragem no período avaliado (maio/2024 a julho/2024).

A análise de estabilidade foi realizada conforme norma NBR 13.028/2017, a partir do software Slide da empresa Rocscience. Foi utilizada a teoria de equilíbrio limite, através do método de Morgenstern-Price (M-P), adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb em condições de carregamento drenado e não drenado.

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

Na Figura 6.87 é apresentada a locação em planta das seções e instrumentação de controle utilizadas nas análises de estabilidade.

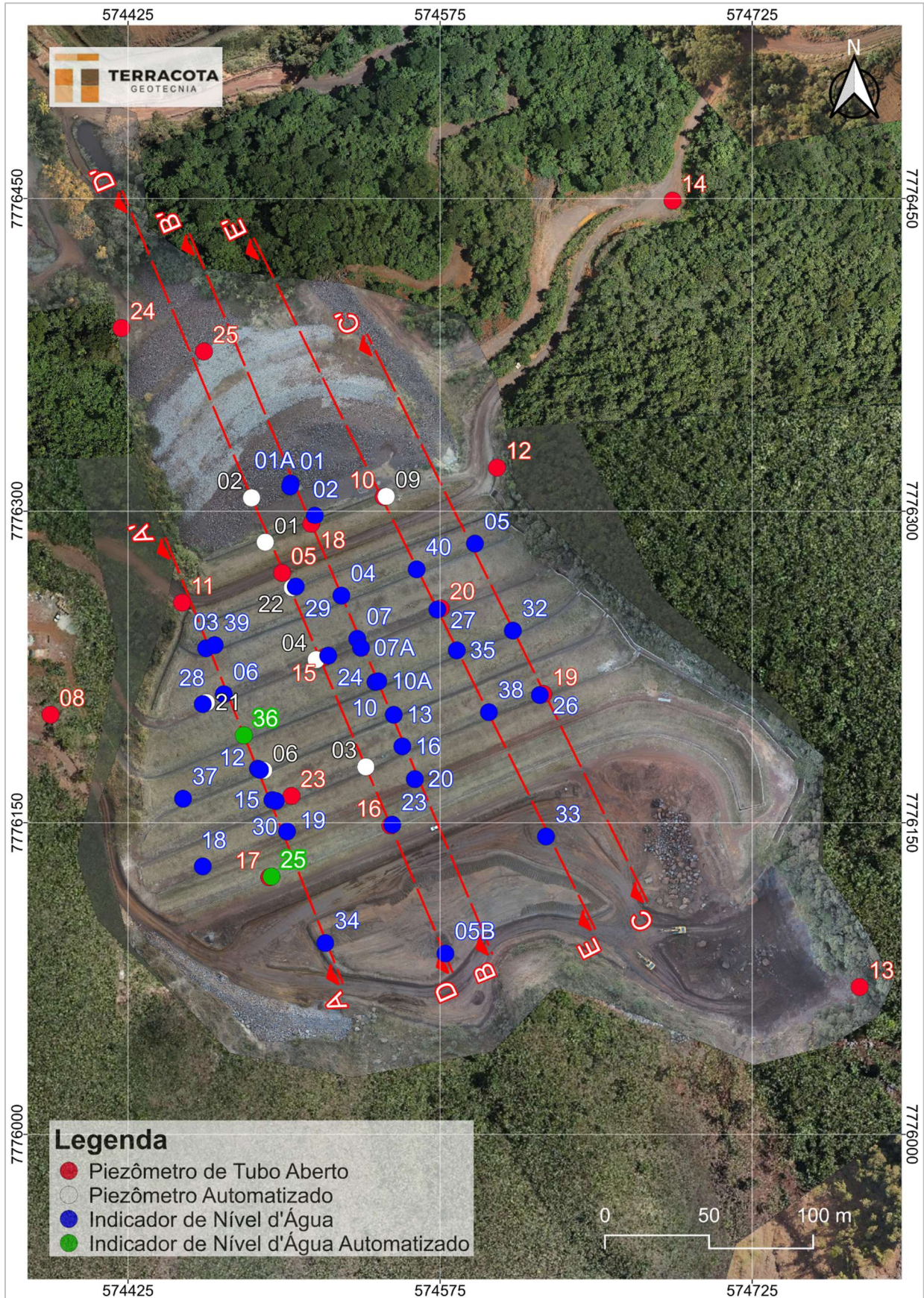


Figura 6.87 – Seções Instrumentadas Barragem B2 – Mina Tico-Tico- Planta.

6.2.4.1 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 13.028/2017 (**FS \geq 1,5**);
- Análises não drenadas com parâmetro de pico: Resolução nº 95 de 07 de fevereiro/2022 da ANM (**FS \geq 1,3**);
- Análises com carregamento pseudo-estático: CDA/2014 (**FS \geq 1,0**) e NBR 13.028/2017 (**FS \geq 1,1**);
- Análises não drenadas com parâmetro de liquefeito: Termo de Referência para Descaracterização de Barragens (**FS \geq 1,1**) e ANCOLD 2012 (**FS \geq 1,0**);

A Tabela 6.3 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 6.3 – Premissas adotadas nas análises de estabilidade.

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

Os critérios adotados nas análises para condição drenada e condições com sismo (pseudo-estática) atendem a requisitos definidos pela norma técnica brasileira NBR 13.028/2017 da ABNT (Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água) e Canadian Dam Association (CDA, 2014). Os critérios adotados na análise para condição não drenada (parâmetro de pico) seguem recomendação da Resolução 95/2022 da ANM.

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

6.2.4.2 Sismicidade do Local da Barragem

Em maio de 2022 foi elaborado pela empresa CREAM Engenharia uma análise de estudo sísmico específico para determinação do *peak ground acceleration* (PGA) a ser adotado nas análises de estabilidade que consideram carregamento dinâmico (sísmico). O estudo se constitui em um tratamento probabilístico elaborado a partir dos dados de eventos sísmicos registrados na região, levando em consideração as características geológicas e geométricas do entorno. O procedimento adotado foi o desenvolvido por Cornell (1968).

O estudo da CREAM utilizou como base de dados as informações compiladas pelo Centro de Sismologia da USP, que conta com a colaboração da Universidade de Brasília (UNB), da

Universidade do Rio Grande do Norte e Rede Sismográfica Brasileira. A Figura 6.88 apresenta a distribuição dos sismógrafos existentes no território nacional.



Figura 6.88 – 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 6.4 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 6.4 – Resumo das acelerações de pico em função dos períodos de retorno
(Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.257).

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

Outra referência para avaliação do comportamento sísmico do local é o artigo "*Reservoir-Triggered Seismicity in Brazil: Statistical Characteristics in a Midplate Environment*" publicado por (Assumpção et al., 2018) no qual é apresentado o Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro que contém a distribuição das acelerações de pico em rocha com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos, correspondendo a um período de recorrência de 2.475 anos (Figura 6.89).

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

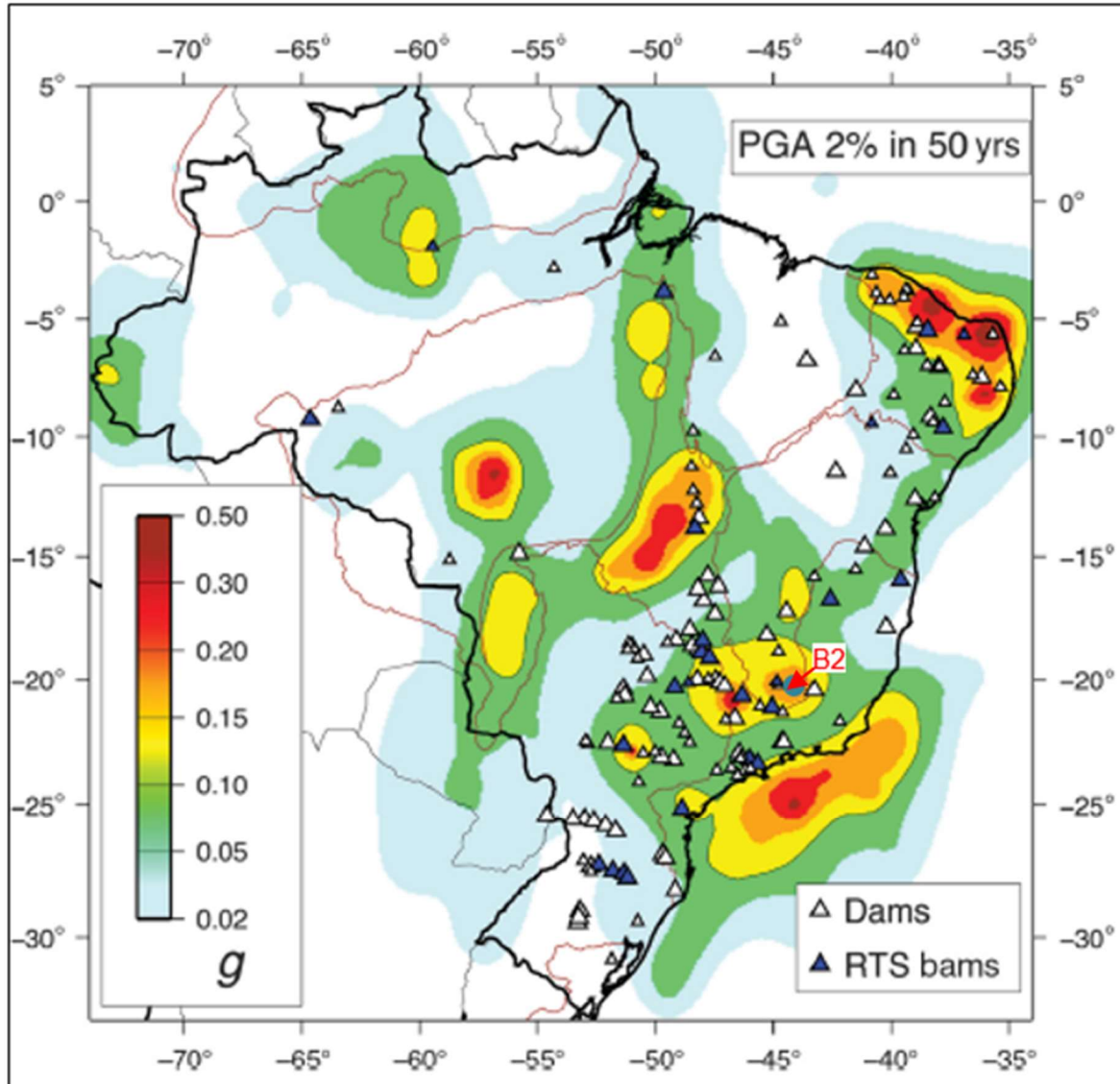


Figura 6.89 – Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos (Assumpção Et al., 2018).

Para definição do período de retorno adequado para embasar as análises de estabilidade da Barragem B2 – Mina Tico-Tico, considerando a contribuição do efeito sísmico, utilizou-se como premissa a norma técnica elaborada pela Canadian Dam Association (CDA) – “*Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams*” (2014), em conformidade ao recomendado pela NBR 13.028/2017 no seu tópico 5.3.6, o qual faz referência aos estudos sísmicos.

A CDA classifica as barragens em função da população que pode ser afetada pela ruptura da estrutura, dos danos aos valores socioambientais, bem como aos danos causados a infraestrutura e a economia local, conforme Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Classificação da barragem de acordo com CDA (2014).

Classificação da Barragem	População em Risco (Nota 1)	Perdas Incrementais		
		Perdas de Vidas (Nota 2)	Valores Ambientais e Culturais	Infraestrutura e Economia
Baixo	Nenhum	0	Perda mínima a curto prazo. Nenhuma perda a longo prazo.	Baixas perdas econômicas; área contém infraestrutura ou serviços limitados
Significativo	Apenas temporária	Não especificado	Sem perdas significativas, ou deterioração do habitat e peixes ou da vida selvagem. Apenas perdas marginais do habitat. Restauração ou compensação da condição é altamente possível.	Perdas de instalações recreativas, locais de trabalho sazonais e estradas pouco utilizadas.
Alto	Permanente	10 ou menos	Perdas significativas ou deterioração de habitat importante de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição é altamente possível.	Perdas econômicas altas, afetando infraestruturas, transportes públicos e estabelecimentos comerciais.
Muito Alta	Permanente	100 ou menos	Perda significativa ou deterioração de habitat crítico de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição é possível, mas impraticável.	Perdas econômicas muito altas, afetando importantes infraestruturas ou serviços (ex. Rodovias, estabelecimentos industriais, depósitos de substâncias perigosas).
Extrema	Permanente	Mais de 100	Grandes perdas de habitat crítico de peixes ou de vida selvagem. Restauração ou compensação da condição impossível.	Perdas econômicas extremas, afetando infraestruturas críticas ou serviços (ex. hospitais, grandes complexos industriais, grandes depósitos de substâncias perigosas).

Nota 1. Definições para população em risco:

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

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

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

Nota 2. Definições para população em risco:

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

De acordo com os critérios da Tabela 6.5, em função das análises dos dados provenientes da Tabela 4.9 de classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental (PDA) vinculada à população à jusante, a barragem foi classificada em **Extrema**. A partir desta classificação, seguindo as

premissas determinadas pela CDA (2014), as quais estão apresentadas na Tabela 6.6, o PGA de 0,183g foi obtido considerando a média entre os valores de PGA encontrados utilizando o modelo [CSF + QF (1)] com período de retorno de 10.000 anos.

Tabela 6.6 – Período de Retorno de sismo em função da classe da barragem - CDA (2014).

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

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

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

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

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

Assim, adotando-se um valor de 0,5 PGA, conforme indicado na publicação “*Rationalizing the Seismic Coefficient Method*” (Hynes-Griffin, M.E. & Franklin, A.G., 1984), tem-se uma aceleração horizontal igual a 0,092g. Os referidos autores também concluíram que enquanto o fator de segurança fosse igual ou superior a 1,0 com um coeficiente sísmico de 0,5 PGA, as eventuais deformações ocorreriam em níveis aceitáveis. Para a componente vertical adota-se um valor correspondente a 60% da componente horizontal, seguindo proporção indicada na publicação Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas (Eletrobrás, 2003), resultando num valor igual a 0,055g que deve ser simulada nos dois sentidos, ou seja, de baixo para cima e de cima para baixo.

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

Conforme projeto de descaracterização da estrutura, a Barragem B2 - Mina Tico-Tico deverá ser parcialmente removida nos próximos três anos. Mantendo-se a probabilidade de excedência do sismo em 2%, referência ao mapa de Assumpção Et al., (2018), a TERRACOTA calculou o período de retorno do sismo relacionado à referida probabilidade, considerando a vida útil da estrutura

igual a 3 anos. Foi encontrado período de retorno equivalente a um TR de aproximadamente 150 anos.

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

Em que:

- P é a probabilidade de excedência do sismo;
- t é o período de retorno;
- n é o tempo de vida útil da estrutura.

Além do critério da CDA e fazendo-se uma análise quanto ao aspecto de vida útil restante da estrutura, a TERRACOTA utilizará também nas análises de estabilidade o sismo correspondente ao TR de 2.500 anos (mais conservador que o calculado), que resulta numa probabilidade de excedência de apenas 0,12%. Desta forma, adotando-se um valor de 0,5 PGA sobre o valor obtido da Tabela 6.4, tem-se uma aceleração horizontal igual a 0,067g e uma componente vertical igual a 0,040g.

6.2.4.3 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 (26/07/2024) e adotados.

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
A-A'	INA-25	1.098,78	Seco	-
	INA-19	1.094,19	Seco	-
	INA-30	1.079,93	Seco	1.085,87 ⁽¹⁾
	INA-15	1.089,51	Seco	-
	PZ-23	1.085,13	1.085,87	1.085,87
	INA-31	1.074,93	Seco	1.076,49 ⁽¹⁾
	PZ-06 ⁽⁵⁾	1.075,80	1.076,49	1.076,49
	INA-12	1.088,77	1.088,52	-
	INA-36 ⁽²⁾	1.070,80	1.070,56 ⁽³⁾	1.070,80
	INA-28	1.071,74	Seco	-
	INA-06	1.084,07	Seco	-
	INA-39	1.068,90	Seco	1.068,90
	INA-03	1.074,42	Seco	-

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
B-B'	INA-20	1.094,24	Seco	-
	INA-16	1.089,62	Seco	-
	INA-13	1.089,05	Seco	-
	INA-10	1.078,29	Seco	-
	INA-10A	1.083,46	Seco	-
	INA-07	1.073,56	Seco	-
	INA-07A	1.076,94	Seco	-
	INA-04	1.068,65	Seco	-
	PZ-18	1.030,04	1.038,29	1.051,50 ⁽¹⁾
	INA-02	1.038,74	Seco	1.051,30 ⁽¹⁾
	INA-01	1.038,92	1.048,16 ⁽⁶⁾	1.048,70 ⁽¹⁾
	INA-01A	1.043,38	1.048,50 ⁽⁶⁾	1.048,50
C-C'	INA-26	1.073,07	Seco	-
	PZ-19	1.062,12	1.065,40	1.065,40
	INA-32	1.075,61	Seco	-
	INA-05	1.076,65	Seco	-
D-D'	INA-23	1.079,61	Seco	-
	INA-24	1.054,17	1.059,84	1.059,84
	PZ-04 ⁽⁴⁾	1.056,08	1.059,08	1.059,84 ⁽¹⁾
	INA-29	1.044,74	1.055,16	1.055,16
	PZ-05	1.048,81	1.049,03	1.049,03
	PZ-01 ⁽²⁾	1.046,85	1.047,91	1.048,75 ⁽¹⁾
	PZ-02 ⁽⁵⁾	1.046,53	1.048,07	1.048,07
E-E'	INA-33	1.079,98	Seco	1.079,98
	INA-38	1.074,80	Seco	-
	INA-35	1.071,60	Seco	-
	INA-27	1.068,47	Seco	-
	PZ-20	1.051,50	Seco	-
	INA-40	1.061,34	Seco	1.061,34
	PZ-09 ⁽²⁾	1.037,00	1.042,26	1.055,07 ⁽¹⁾
	PZ-10	1.055,07	Seco	1.055,07

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

2- Instrumentos automatizados em 08/12/2022;

3- Leitura abaixo da cota de fundo do instrumento;

4- Instrumentos automatizados em 05/10/2022;

5- Instrumento automatizado em 19/10/2022;

6- Sem leitura nesta quinzena. Utilizada a última leitura registrada.

7- Instrumento automatizado em 09/07/2024.

Tabela 6.8 – Instrumentação – Freática atuante na fundação - Valores lidos (30/04/2024) e adotados.

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
A-A'	INA-34	1.098,14	Seco	1.098,14
	PZ-17	1.089,35	Seco	-
	PZ-21 ⁽²⁾	1.048,93	1.059,24	1.059,24
	PZ-11	1.028,64	1.044,26	1.058,00 ⁽¹⁾

Seção	Instrumento	Cota de fundo (m)	Elevação lida (m)	Elevação adotada (m)
D-D'	INA-05B	1.103,52	Seco	1.103,52
	PZ-16	1.073,54	Seco	-
	PZ-03 ⁽²⁾	1.059,83	1.060,46	1.060,46
	PZ-15	1.032,37	1.046,26	1.046,26
	PZ-22 ⁽³⁾	1.037,71	1.042,71	1.042,71

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

2- Instrumentos automatizados em 08/12/2022;






3- Instrumentos automatizados em 05/10/2022;

6.2.4.4 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).

Na Tabela 6.9 apresentam-se os parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade.

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 Su/ σ'_v (kPa)	Obtidos		Adotados ⁽¹⁾			
						c (kPa)	ϕ (°)	c (kPa)	ϕ (°)		
Rejeito	Drenado	28,0	0	38,0	-	-	-	-	-	Ensaio de compressão triaxial de laboratório	
	Não Drenado - Pico		-	-	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	Ensaio de compressão triaxial de laboratório	
Aterro Compactado		21,5	10,5	37,5	-	-	-	-	-	Ensaio de compressão triaxial de laboratório	
Tálus / colúvio		21,0	26,5	35,0	-	-	-	-	-	Ensaio 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	

(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) Ensaio executado na matriz siltosa. Parâmetros majorados em 10% para contabilizar presença de blocos..

6.2.4.5 Resultados

Os resultados das análises de estabilidade realizadas são apresentados na Figura 6.90 a Figura 6.122, 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'	26/07/2024	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,16
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	2,09
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,84
		Não drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	Resistência não drenada de pico	1,00	1,48 (sismo ↑) 1,48 (sismo ↓)
		Não drenado pseudo-estático ⁽³⁾ $a_h = 0,067g$ $a_v = 0,040g$	Resistência não drenada de pico	1,10	1,58 (sismo ↑) 1,57 (sismo ↓)
B-B'	26/07/2024	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,81
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,72
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,24
		Não drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	Resistência não drenada de pico	1,00	1,08 (sismo ↑) 1,11 (sismo ↓)
		Não drenado pseudo-estático ⁽³⁾ $a_h = 0,067g$ $a_v = 0,040g$	Resistência não drenada de pico	1,10	1,17 (sismo ↑) 1,18 (sismo ↓)
C-C' ⁽¹⁾	26/07/2024	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	2,13
		Drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	Parâmetro Efetivo	1,00	1,67 (sismo ↑) 1,69 (sismo ↓)
		Drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,067g$ $a_v = 0,040g$	Parâmetro Efetivo	1,10	1,77 (sismo ↑) 1,79 (sismo ↓)
D-D'	26/07/2024	Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,92
		Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,74

Seção	Data de Referência da Freática	Condição de Carregamento	Parâmetro de Resistência dos Rejeitos	F.S. Recomendado	F.S. Obtido
D-D'	26/07/2024	Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,17
		Não drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	Resistência não drenada de pico	1,00	1,36 (sismo ↑) 1,33 (sismo ↓)
		Não drenado pseudo-estático ⁽³⁾ $a_h = 0,067g$ $a_v = 0,040g$	Resistência não drenada de pico	1,10	1,45 (sismo ↑) 1,42 (sismo ↓)
		Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,95
E-E'	26/07/2024	Não Drenado	Resistência não drenada de pico	1,30	1,77
		Não Drenado	Resistência não drenada liquefeito	1,10	1,35
		Não drenado pseudo-estático ⁽²⁾ $a_h = 0,092g$ $a_v = 0,055g$	Resistência não drenada de pico	1,00	1,28 (sismo ↑) 1,29 (sismo ↓)
		Não drenado pseudo-estático ⁽³⁾ $a_h = 0,067g$ $a_v = 0,040g$	Resistência não drenada de pico	1,10	1,37 (sismo ↑) 1,37 (sismo ↓)
		Drenado	Parâmetro Efetivo	1,50	1,95

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

(2) Carregamento pseudo-estático considerando critérios do Canadian Dam Association (CDA, 2014);

(3) Carregamento pseudo-estático considerando Probabilidade de Excedência de 0,2% relativo à vida útil remanescente da estrutura de 3 anos até sua completa remoção e Período de Retorno de 2.500 anos.

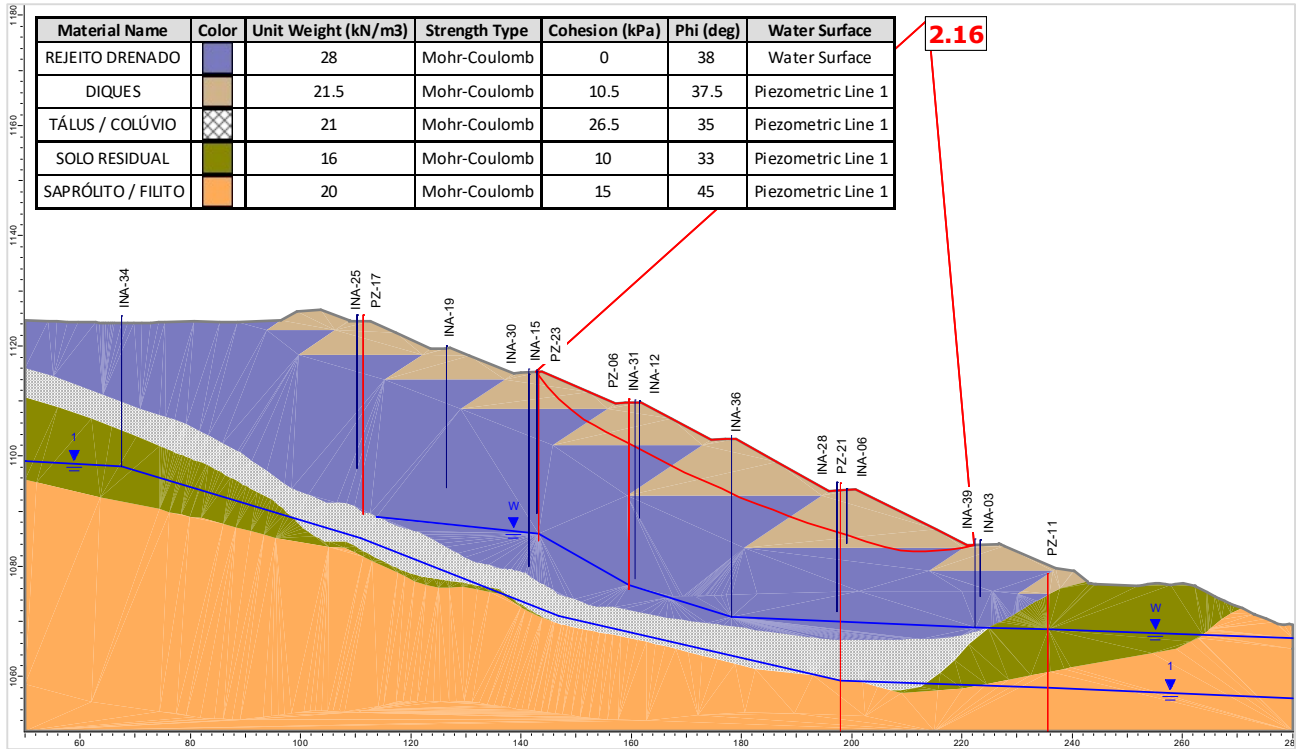


Figura 6.90 – Seção A-A' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024.

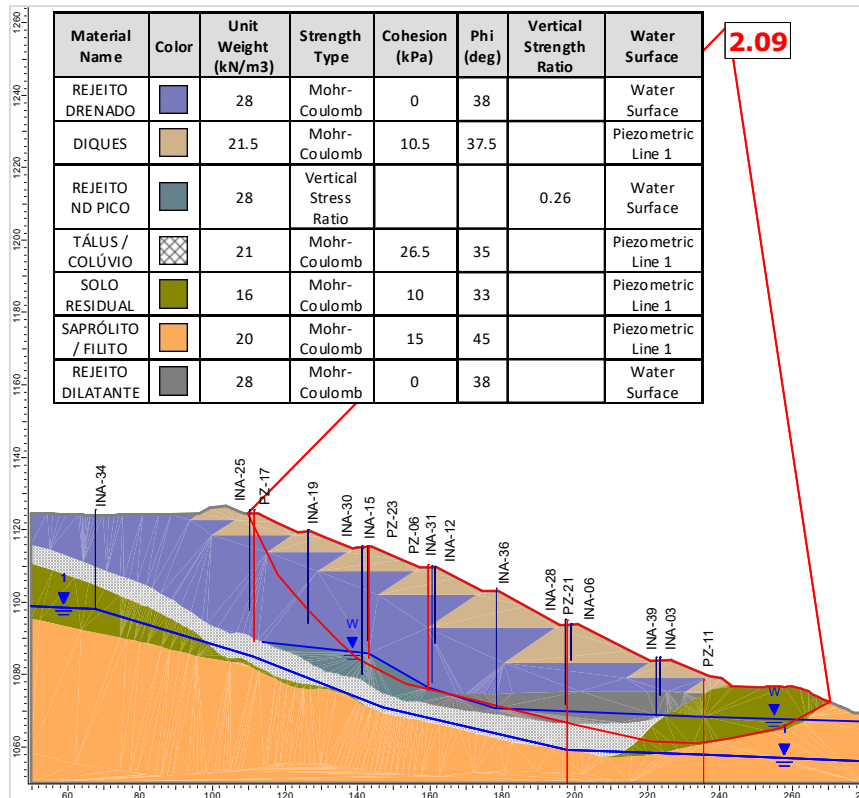


Figura 6.91 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico.

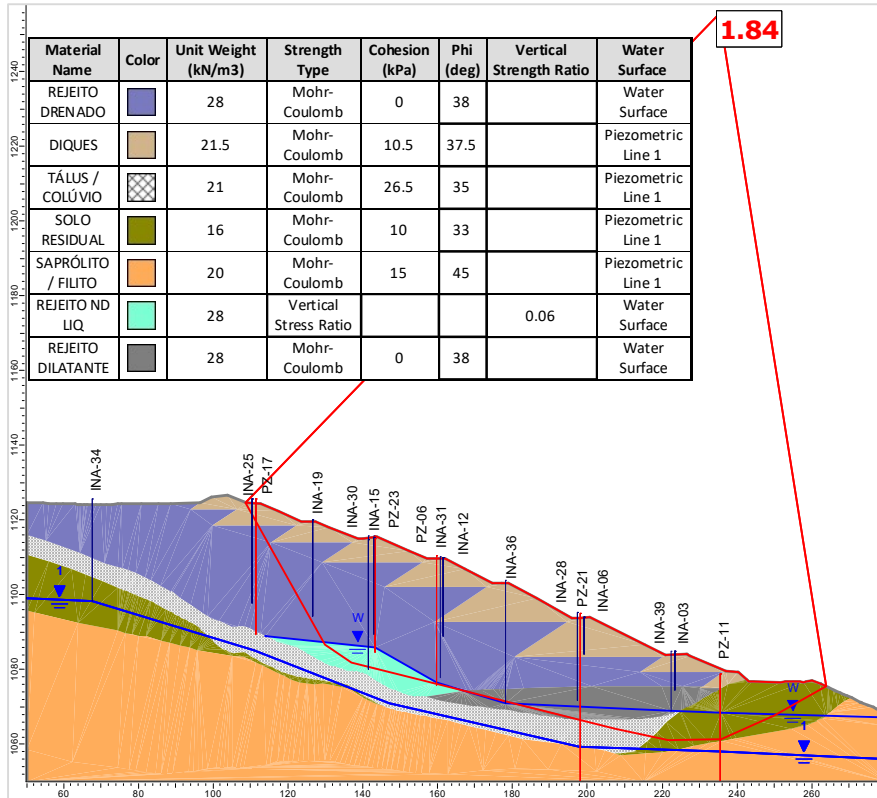


Figura 6.92 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada liquefeita.

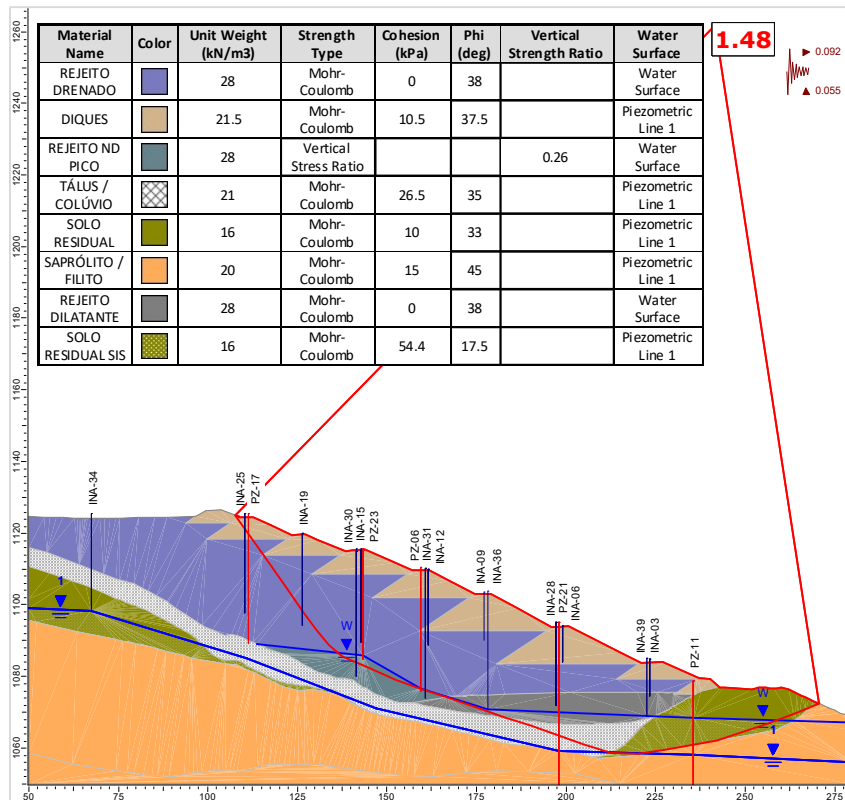


Figura 6.93 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério CDA).

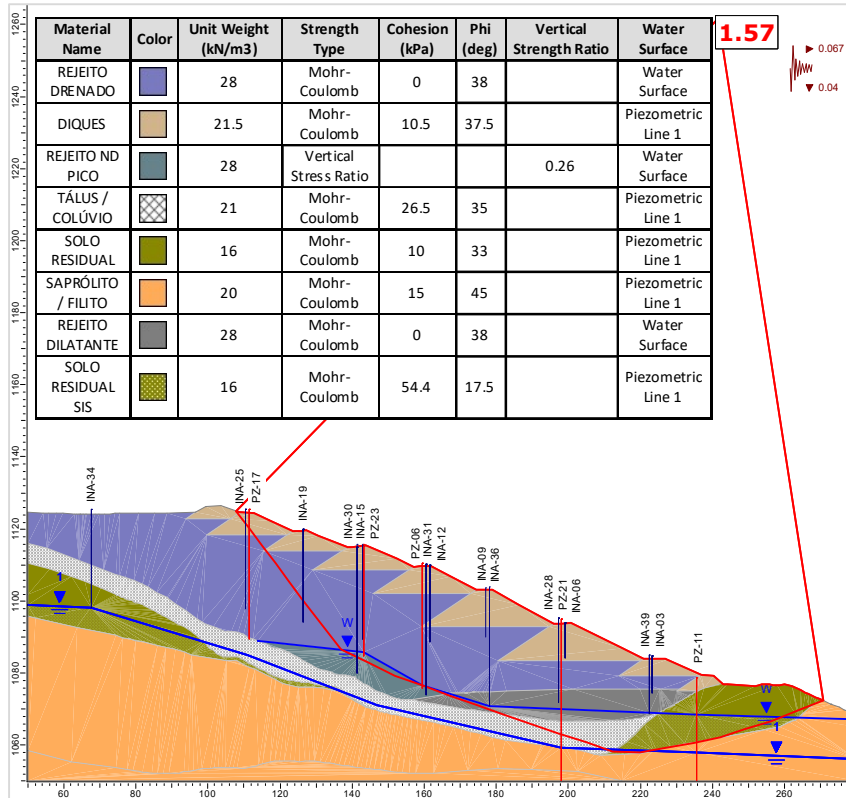


Figura 6.96 – Seção A-A' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério vida útil).

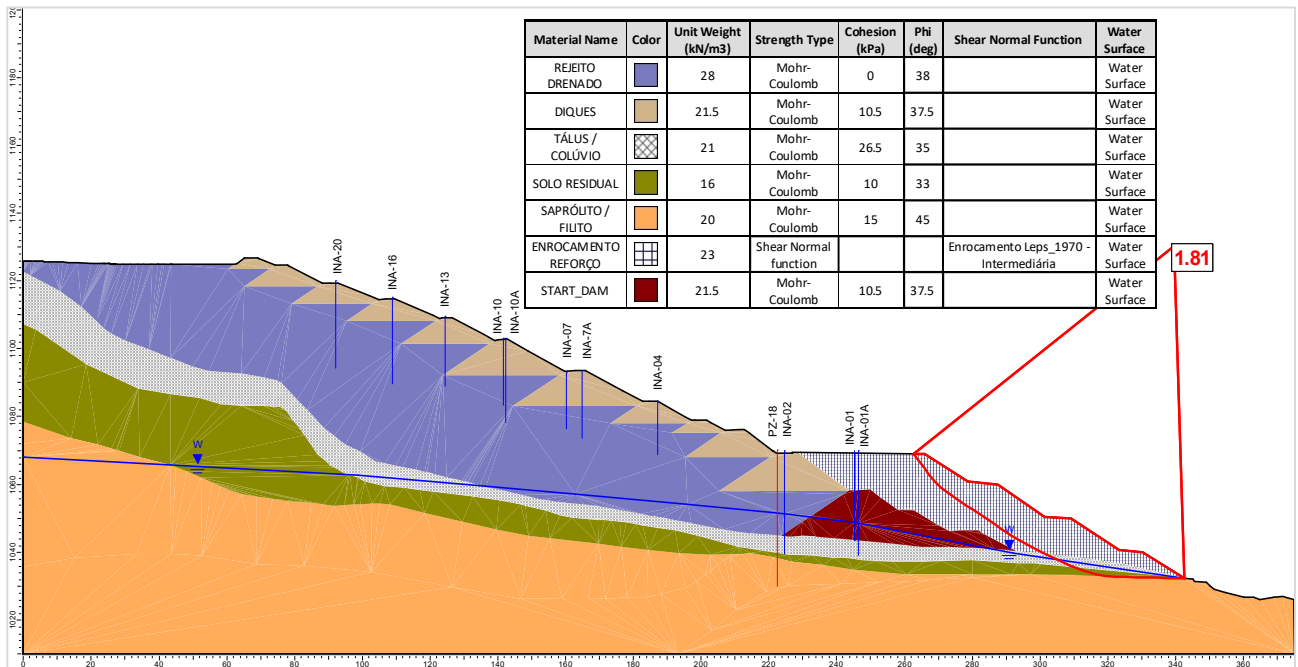


Figura 6.97 – Seção B-B' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024.

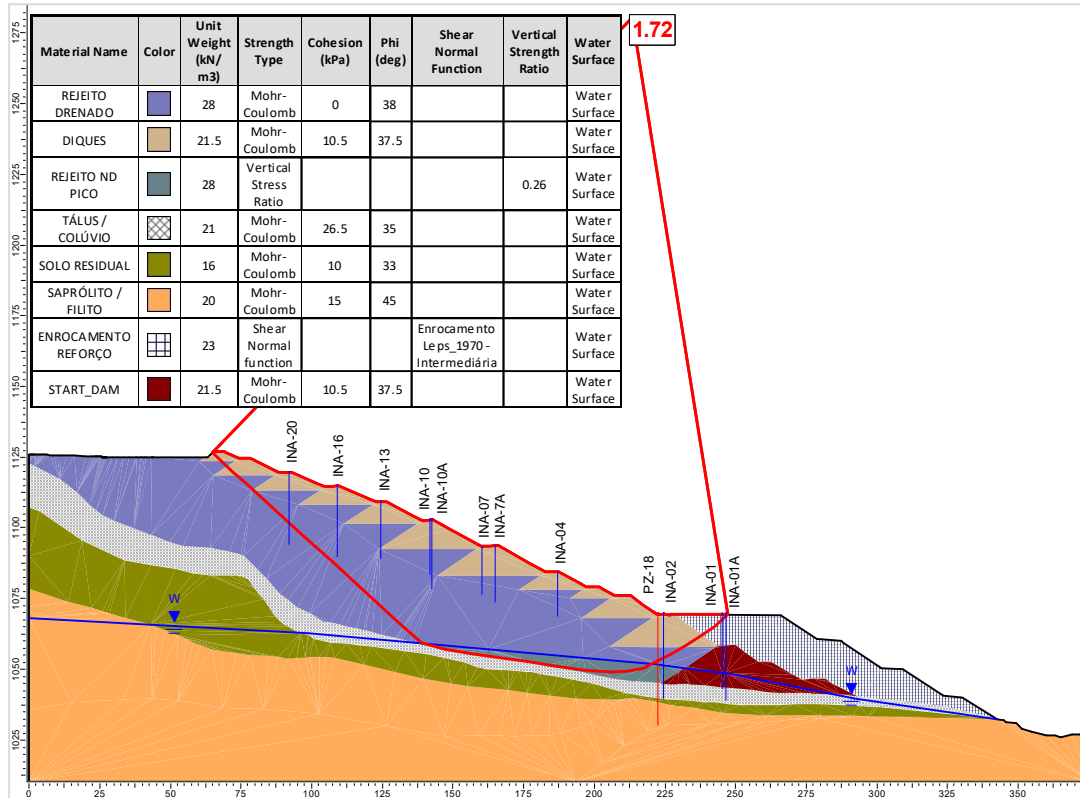


Figura 6.98 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico.

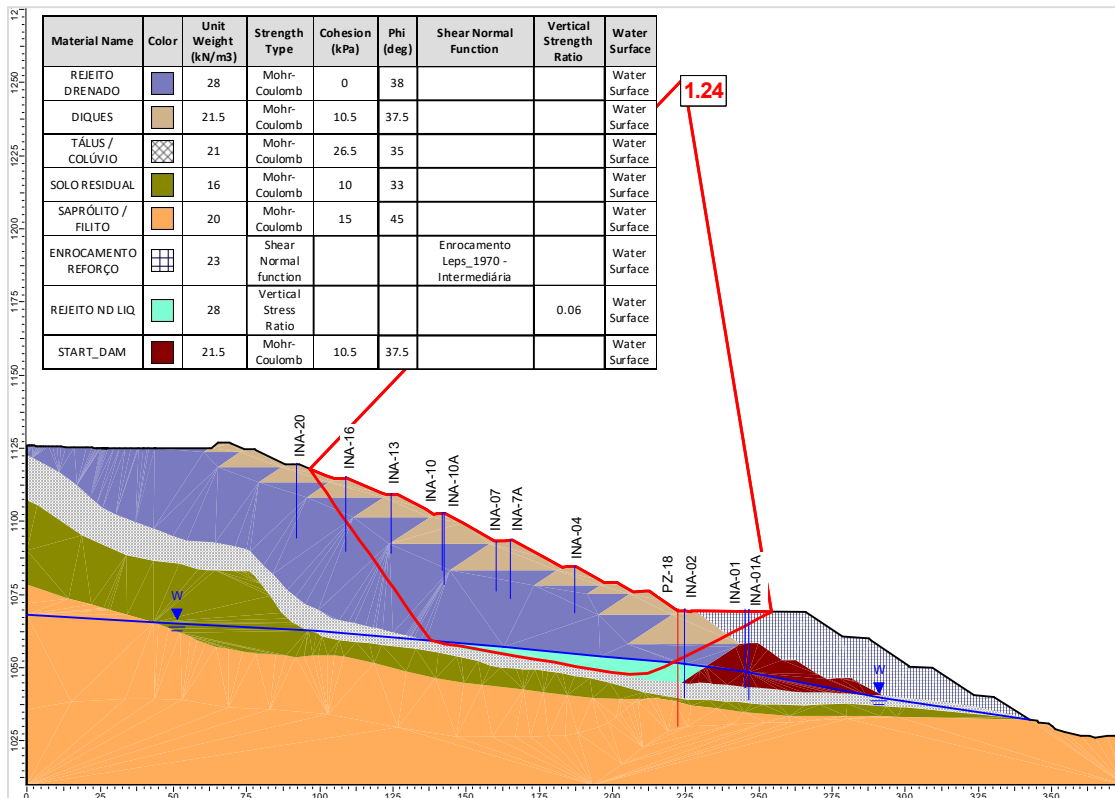


Figura 6.99 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada liquefeita.

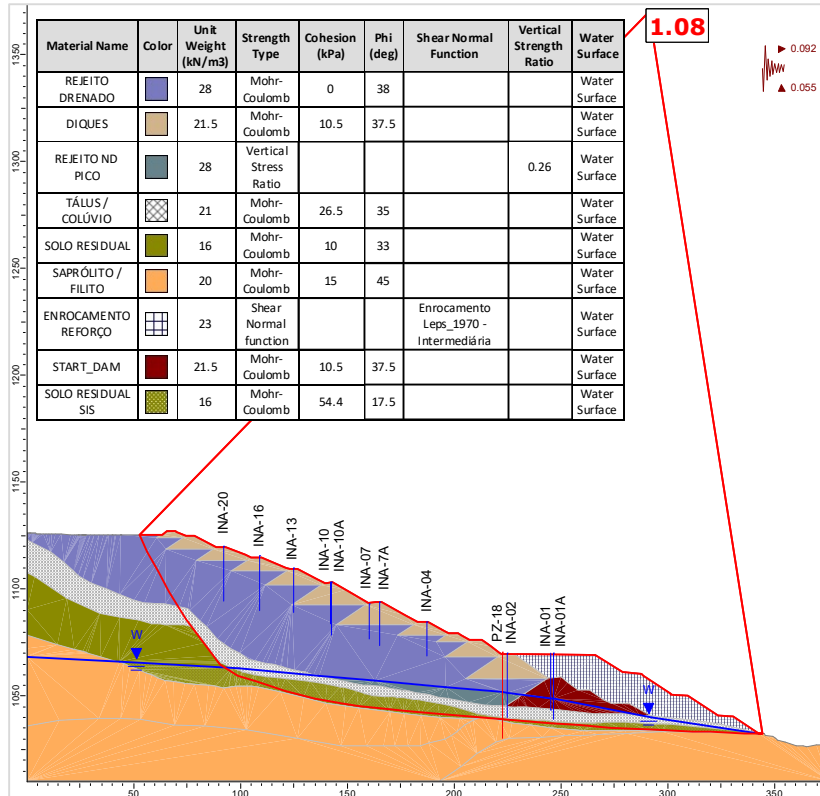


Figura 6.100 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério CDA).

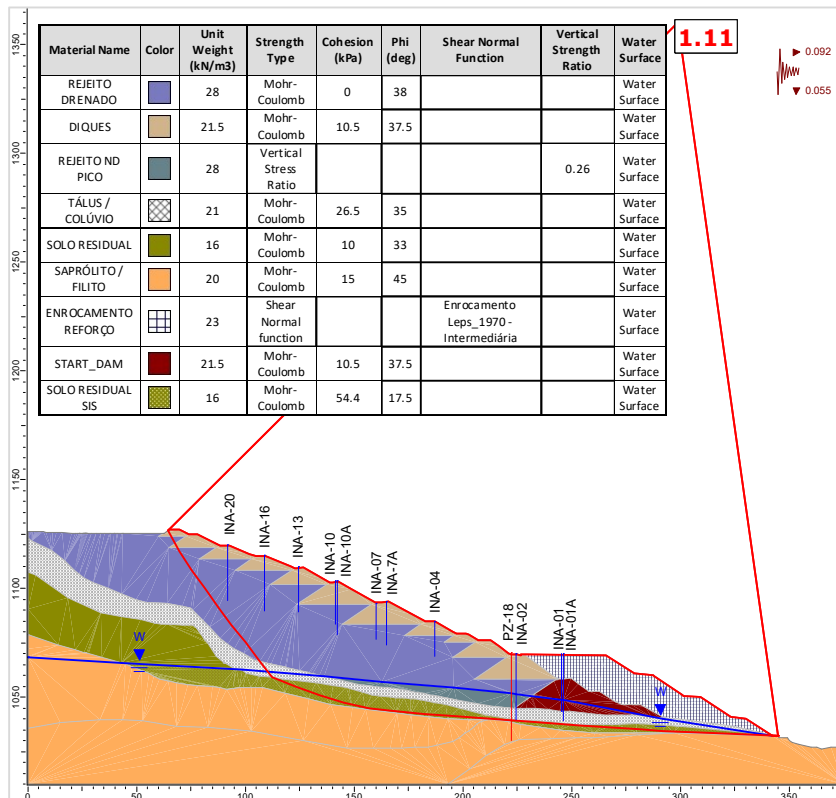


Figura 6.101 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério CDA).

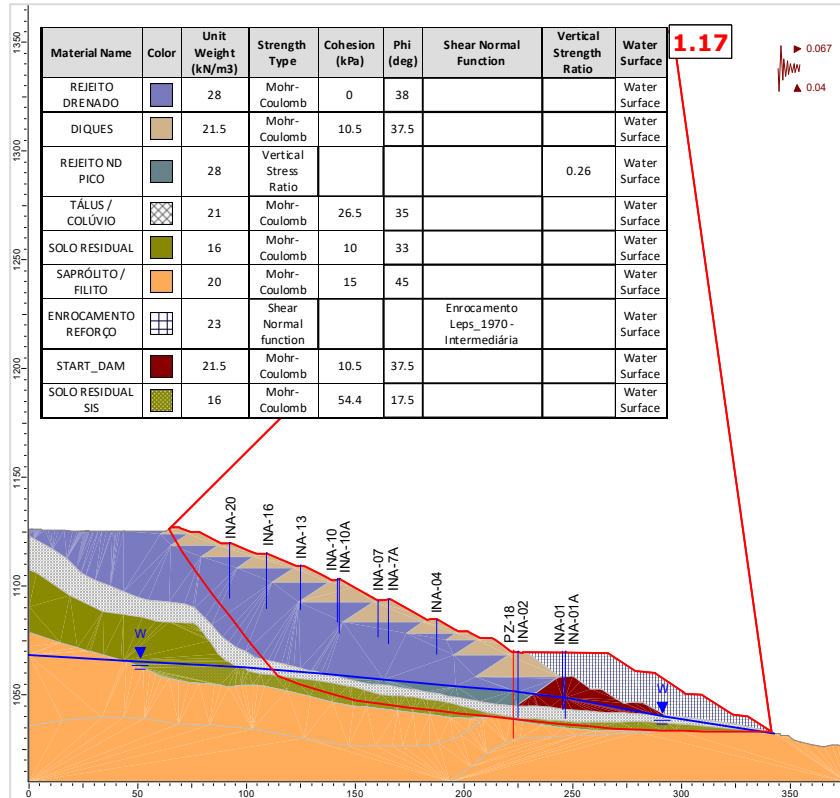


Figura 6.102 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério vida útil).

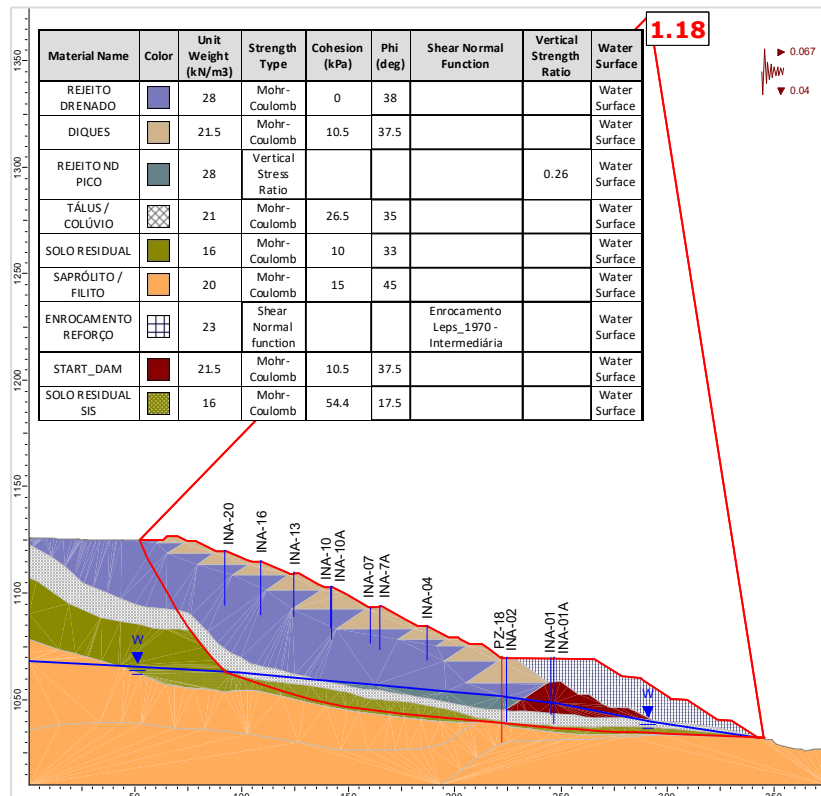


Figura 6.103 – Seção B-B' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério vida útil).

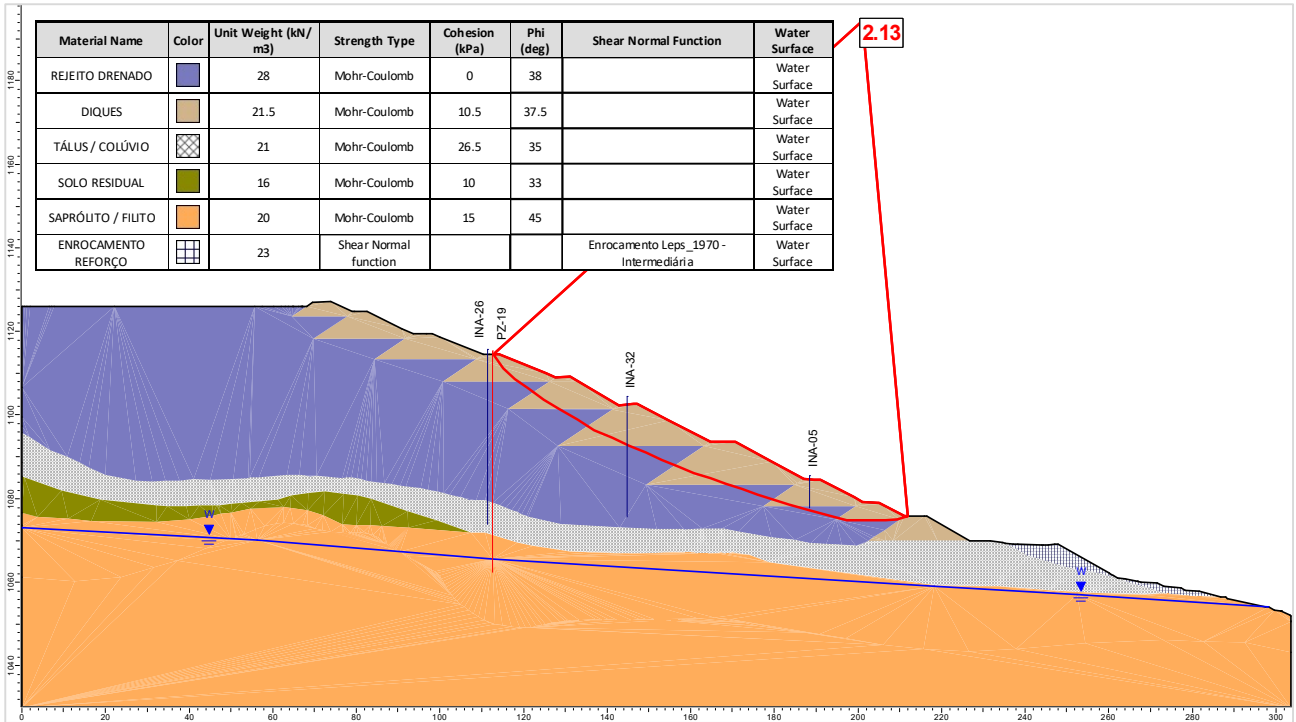


Figura 6.104 – Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024.

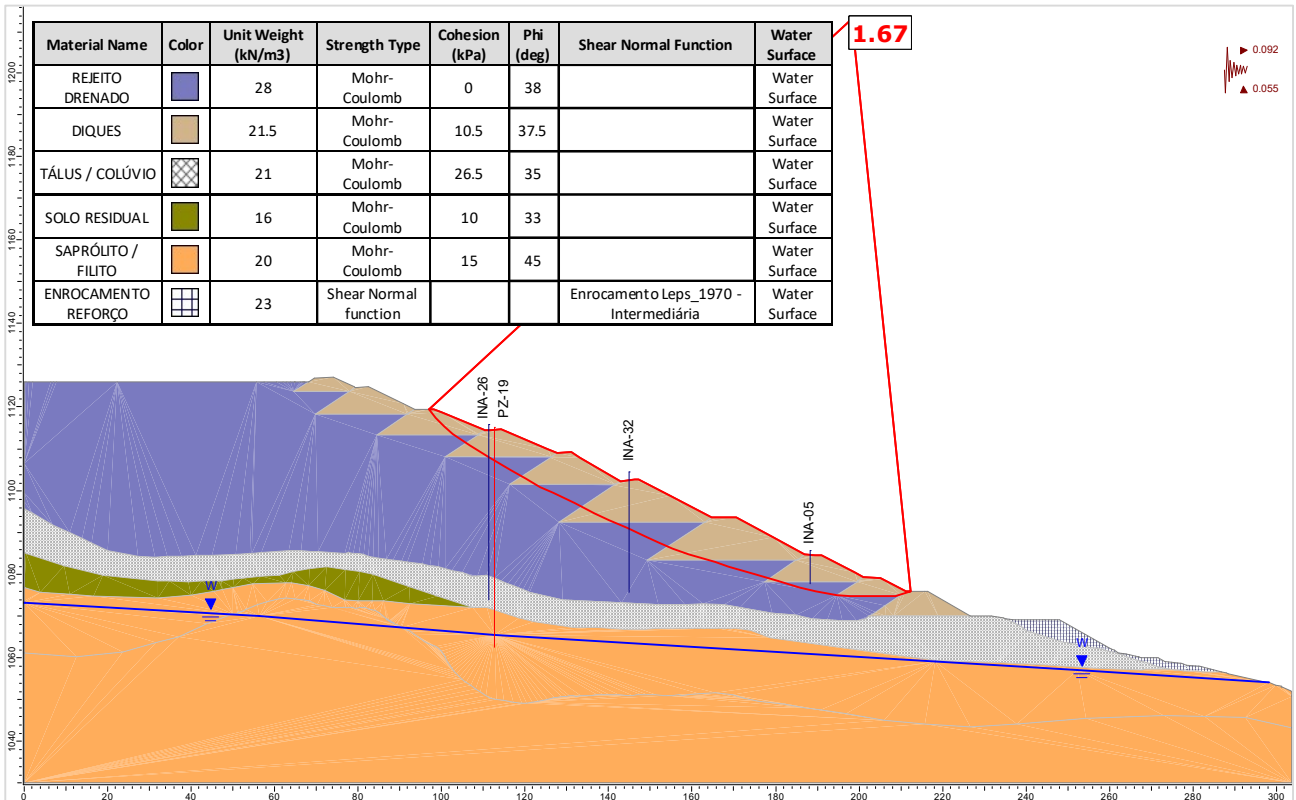


Figura 6.105 – Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Carregamento sísmico ↑ (critério CDA).

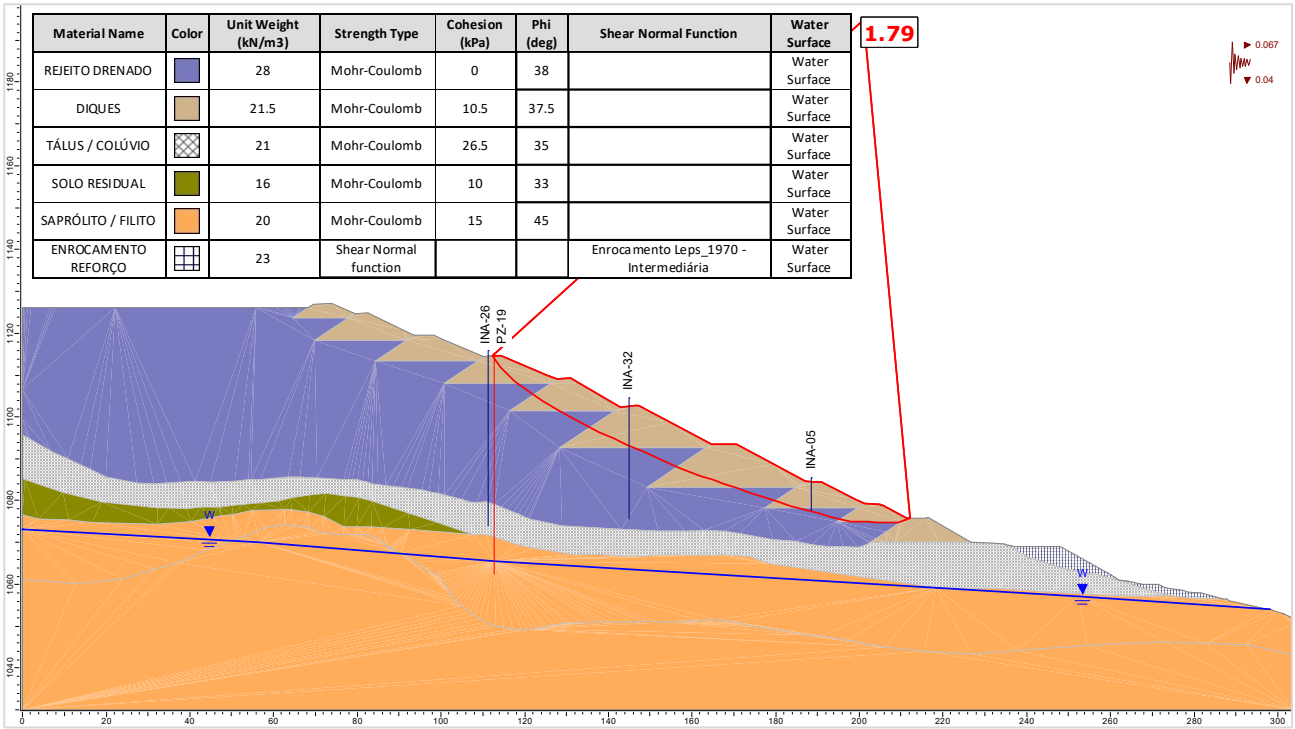


Figura 6.108 – Seção C-C' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Carregamento sísmico ↓ (critério vida útil).

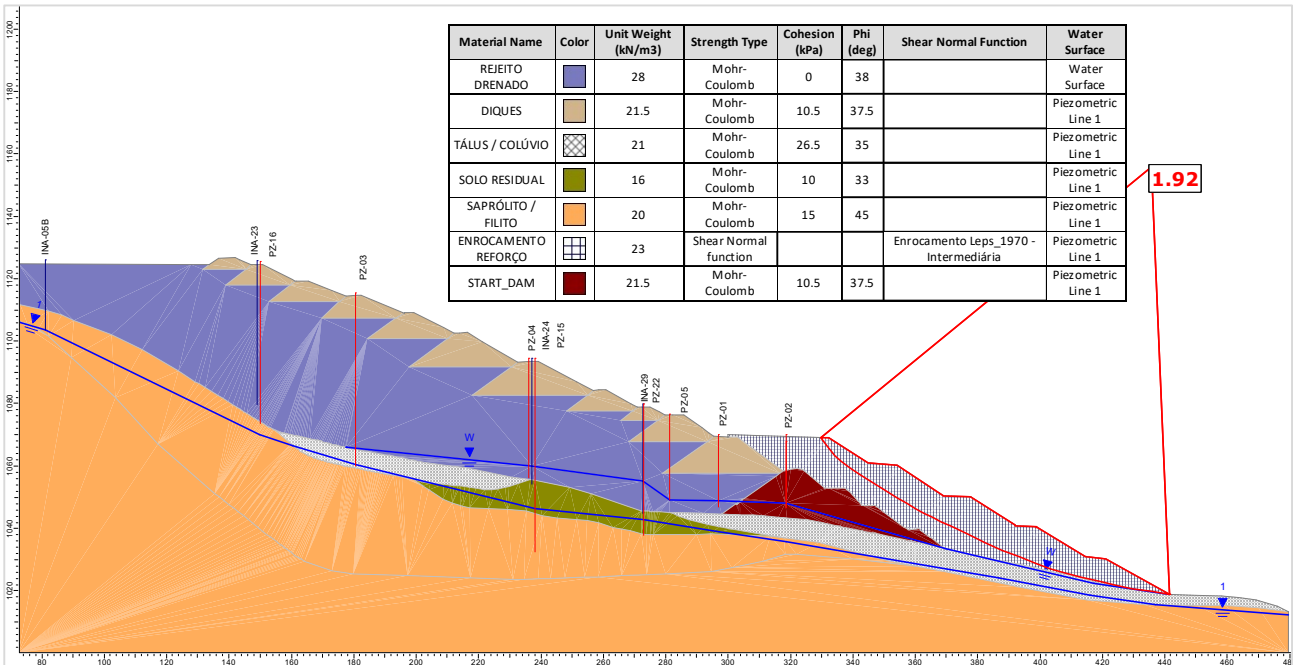


Figura 6.109 – Seção D-D' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024.

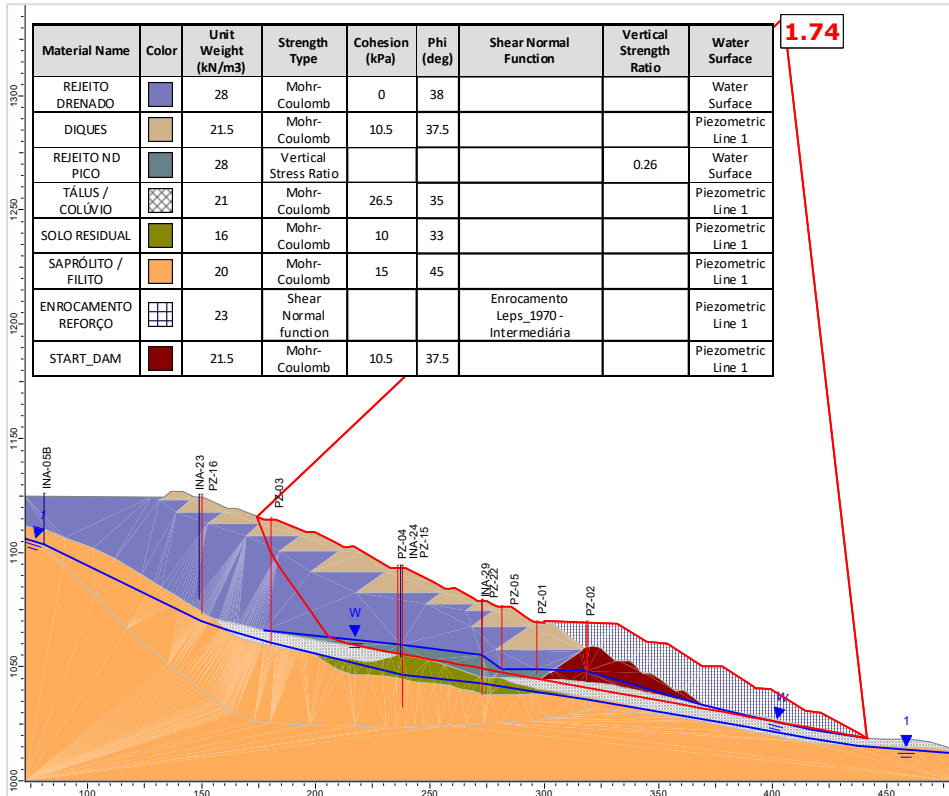


Figura 6.110 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico.

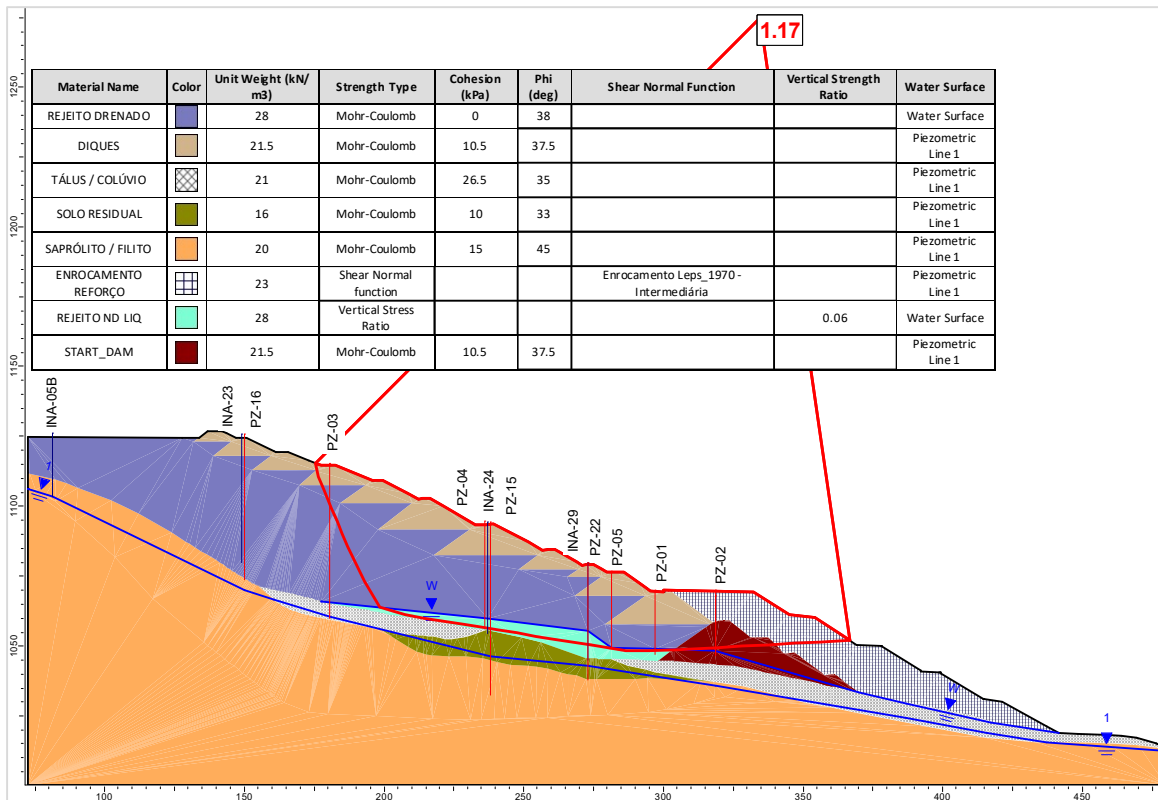


Figura 6.111 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada liquefeita.

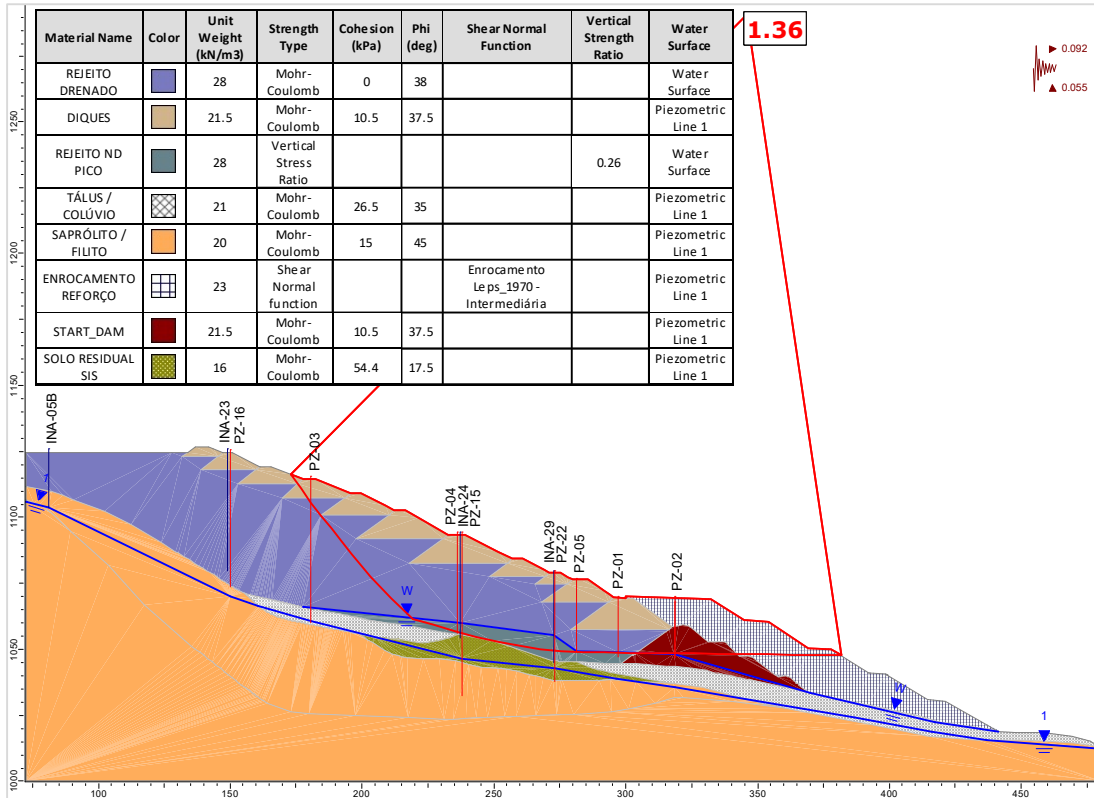


Figura 6.112 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério CDA).

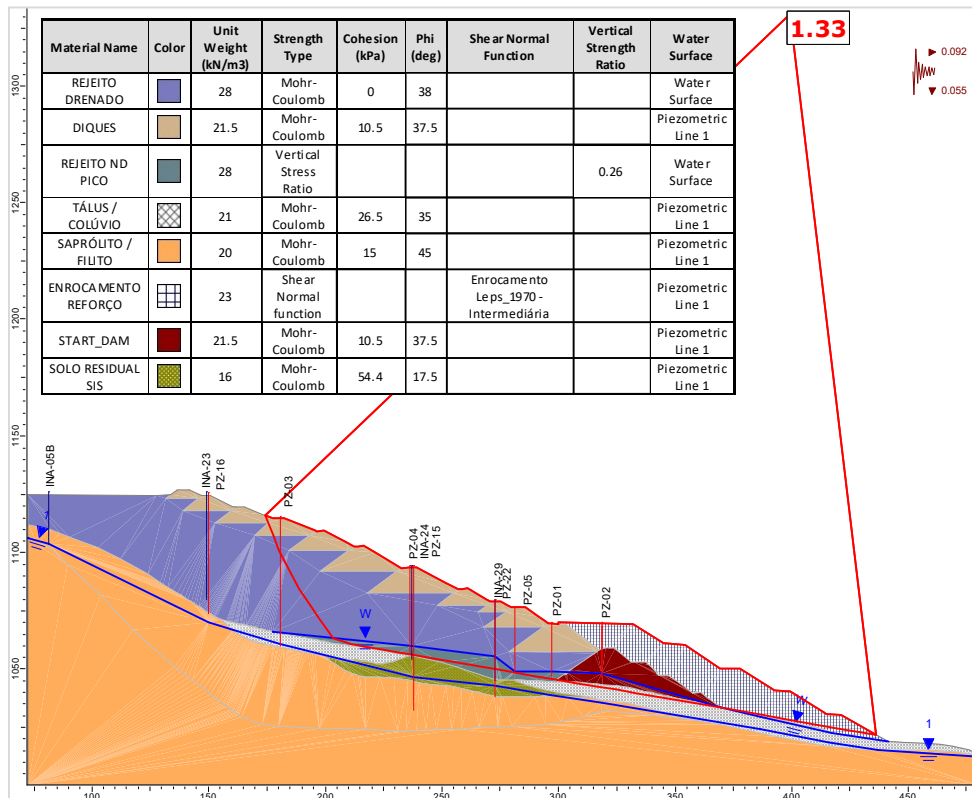


Figura 6.113 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério CDA).

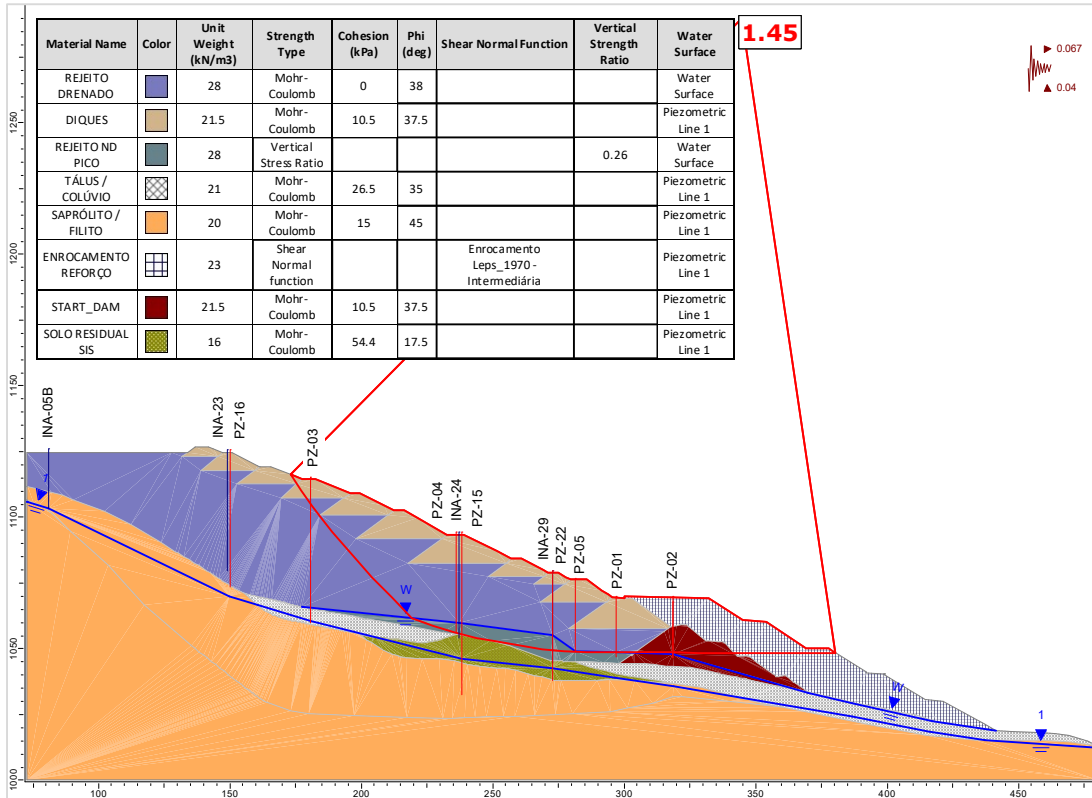


Figura 6.114 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério vida útil).

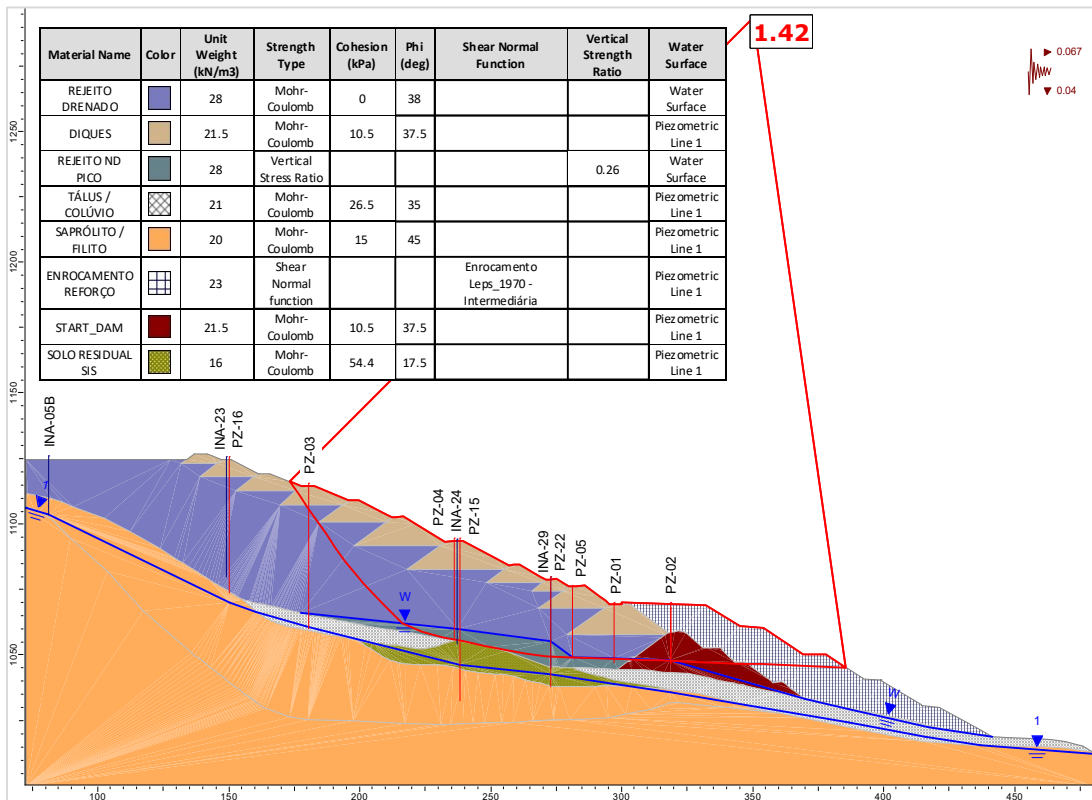


Figura 6.115 – Seção D-D' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério vida útil).

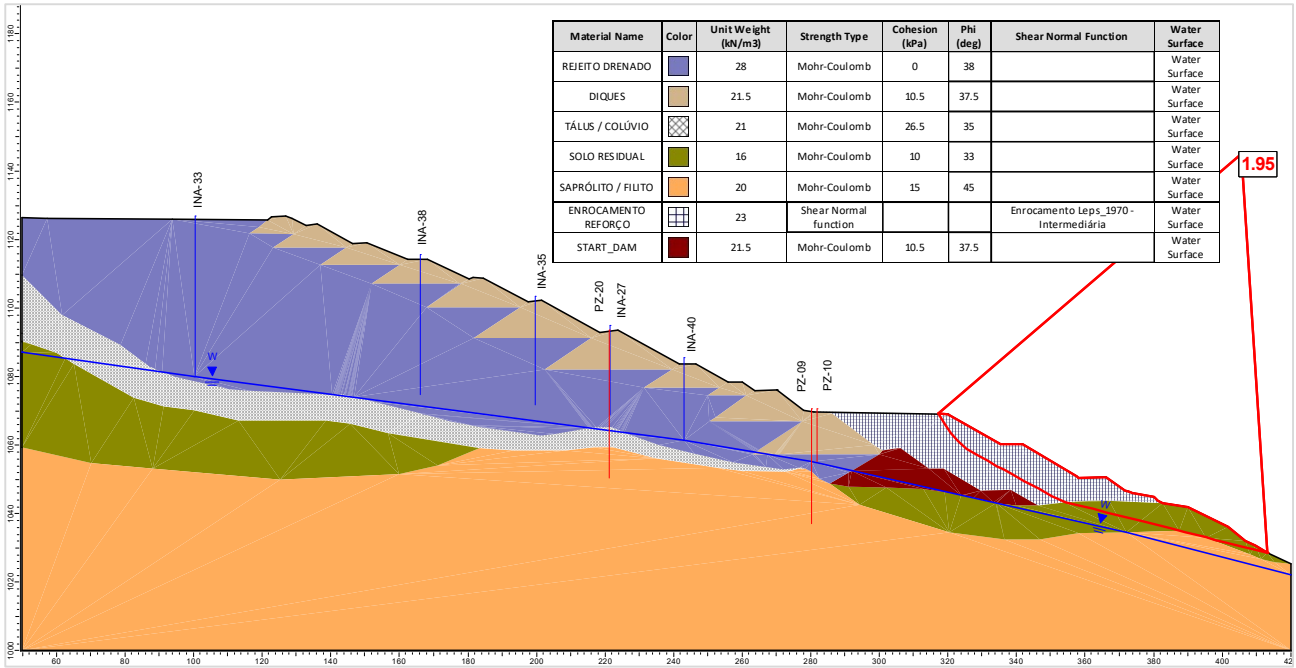


Figura 6.116 – Seção E-E' – Análise Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024.

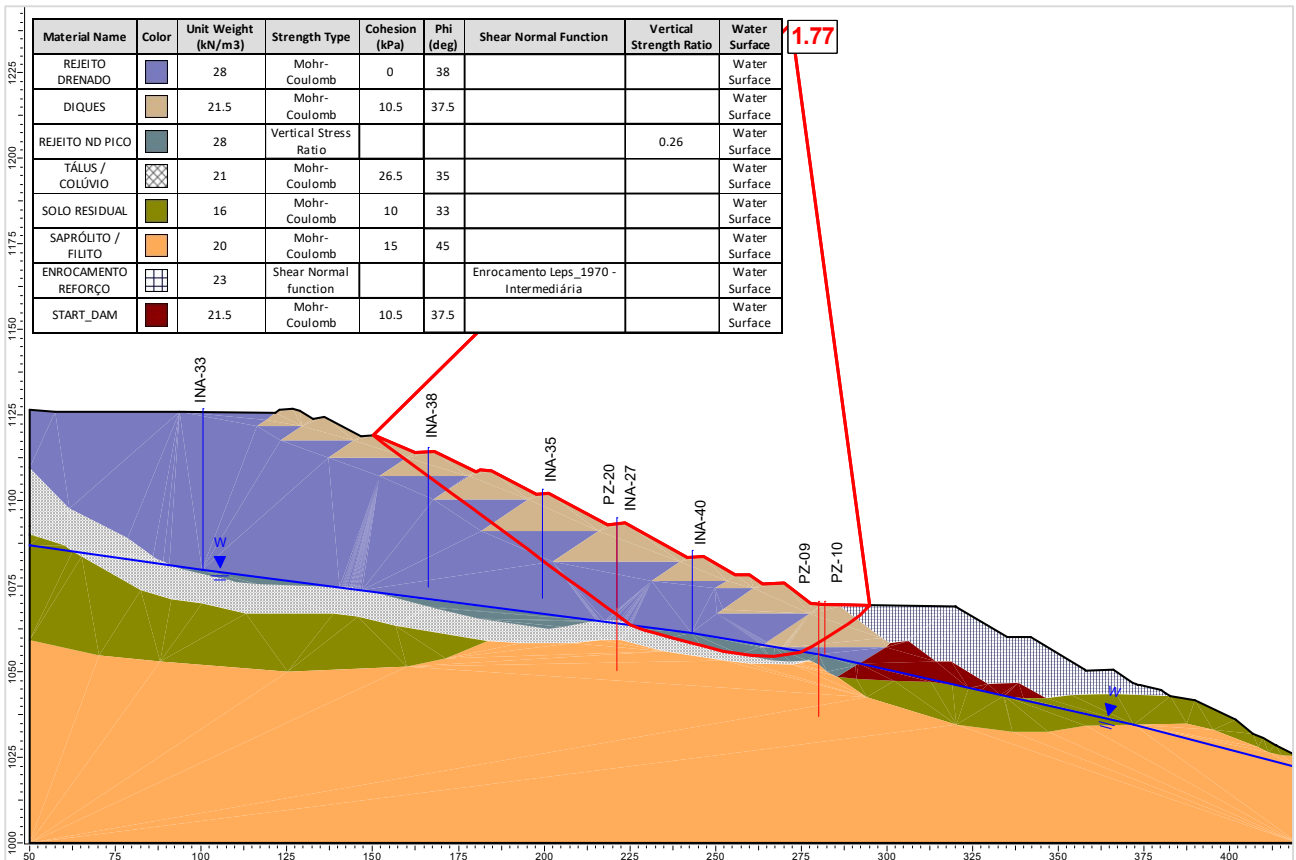


Figura 6.117 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Razão de resistência não drenada de pico. – Freática 26/07/2024

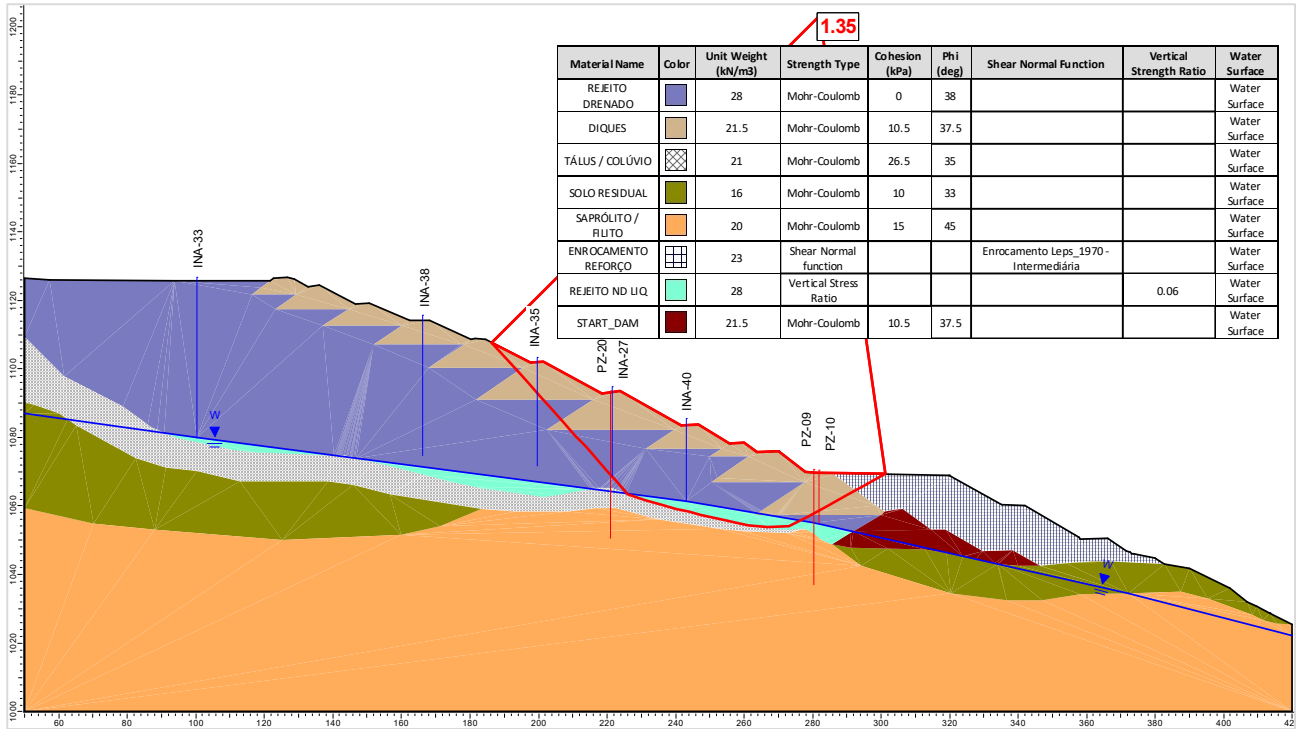


Figura 6.118 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada liquefeita.

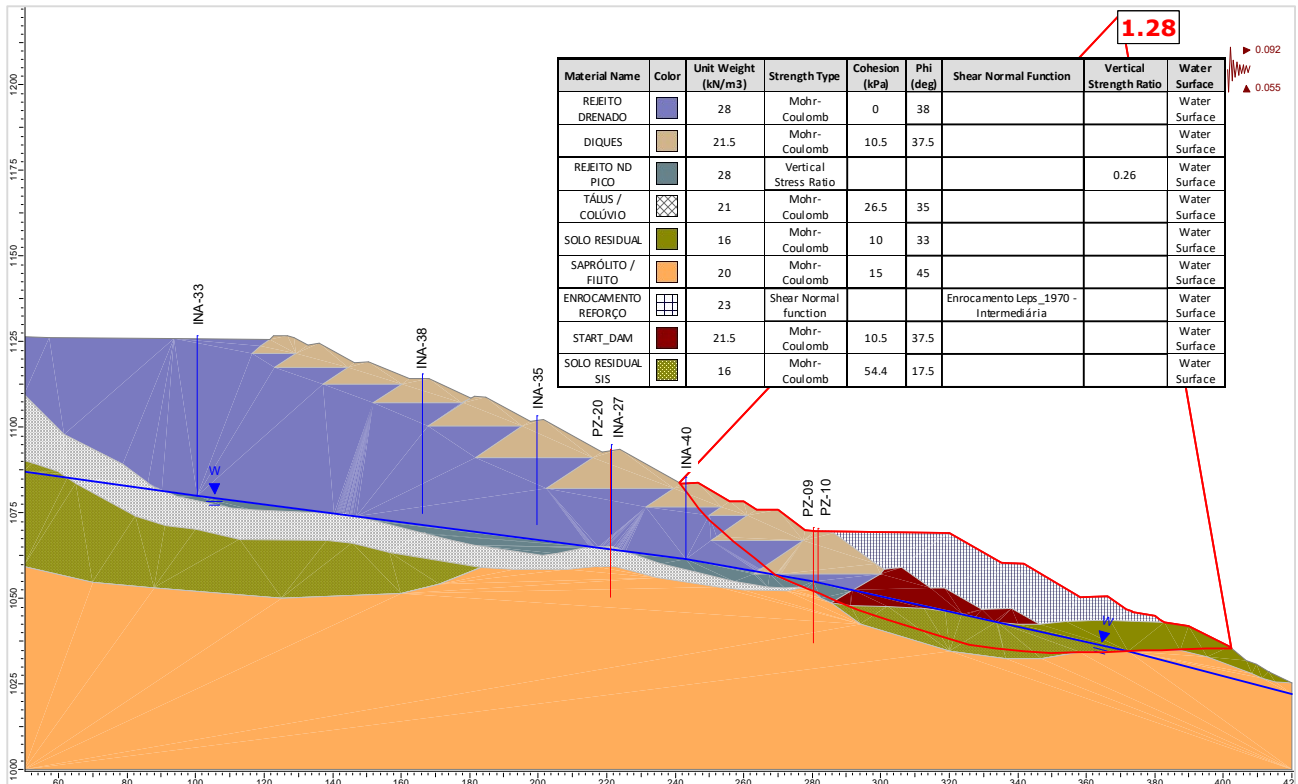


Figura 6.119 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério CDA).

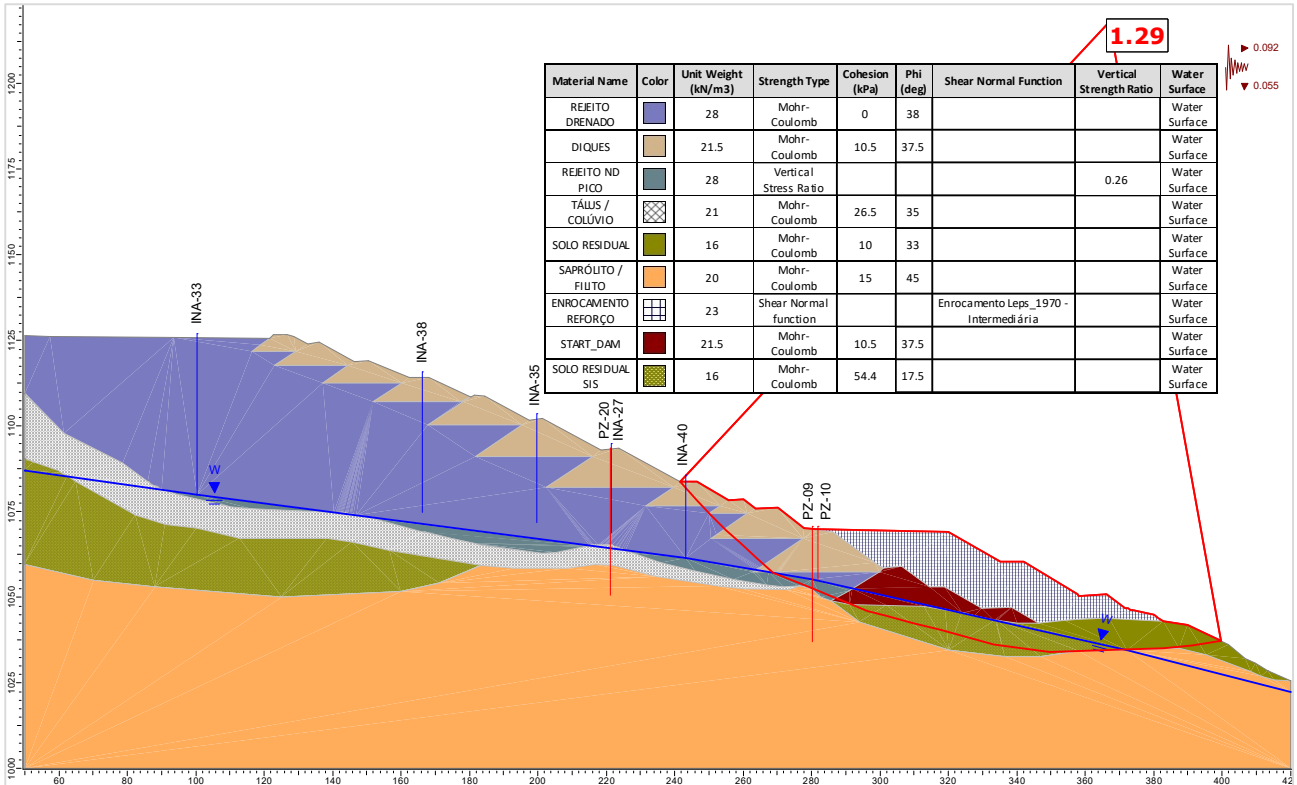


Figura 6.120 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério CDA).

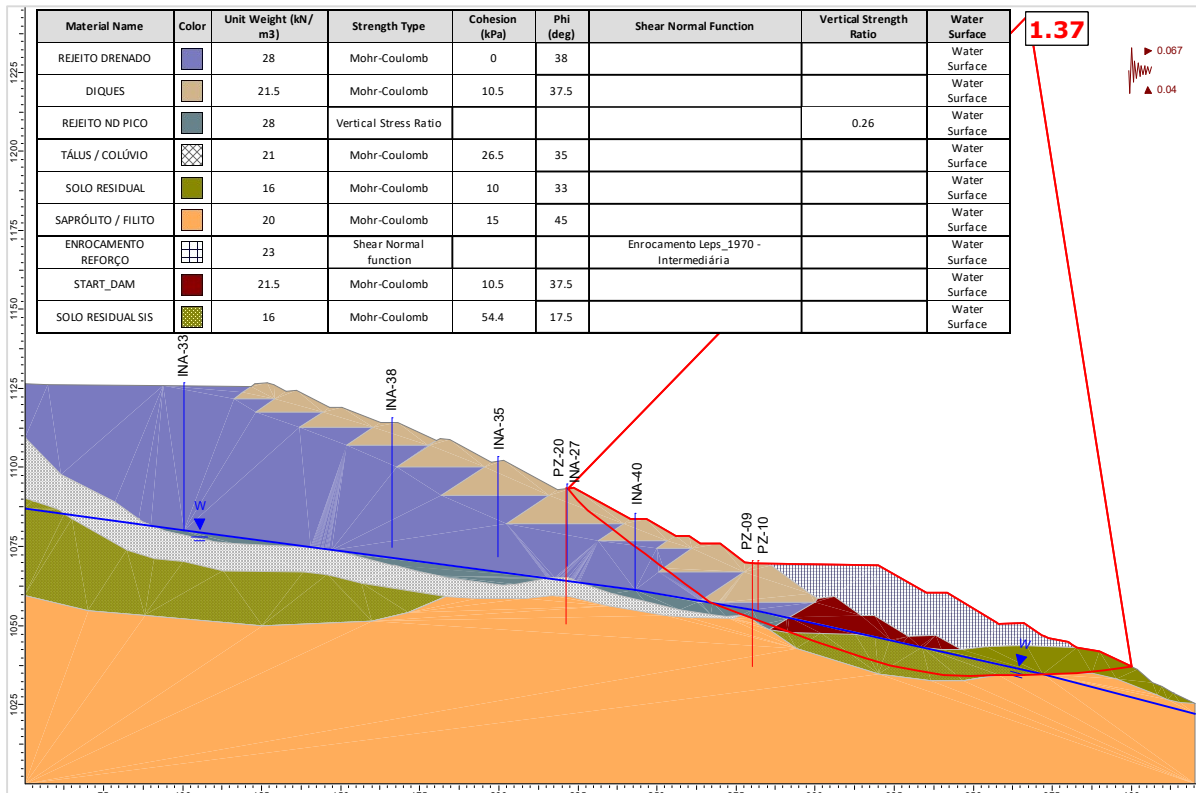


Figura 6.121 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↑ (critério vida útil).

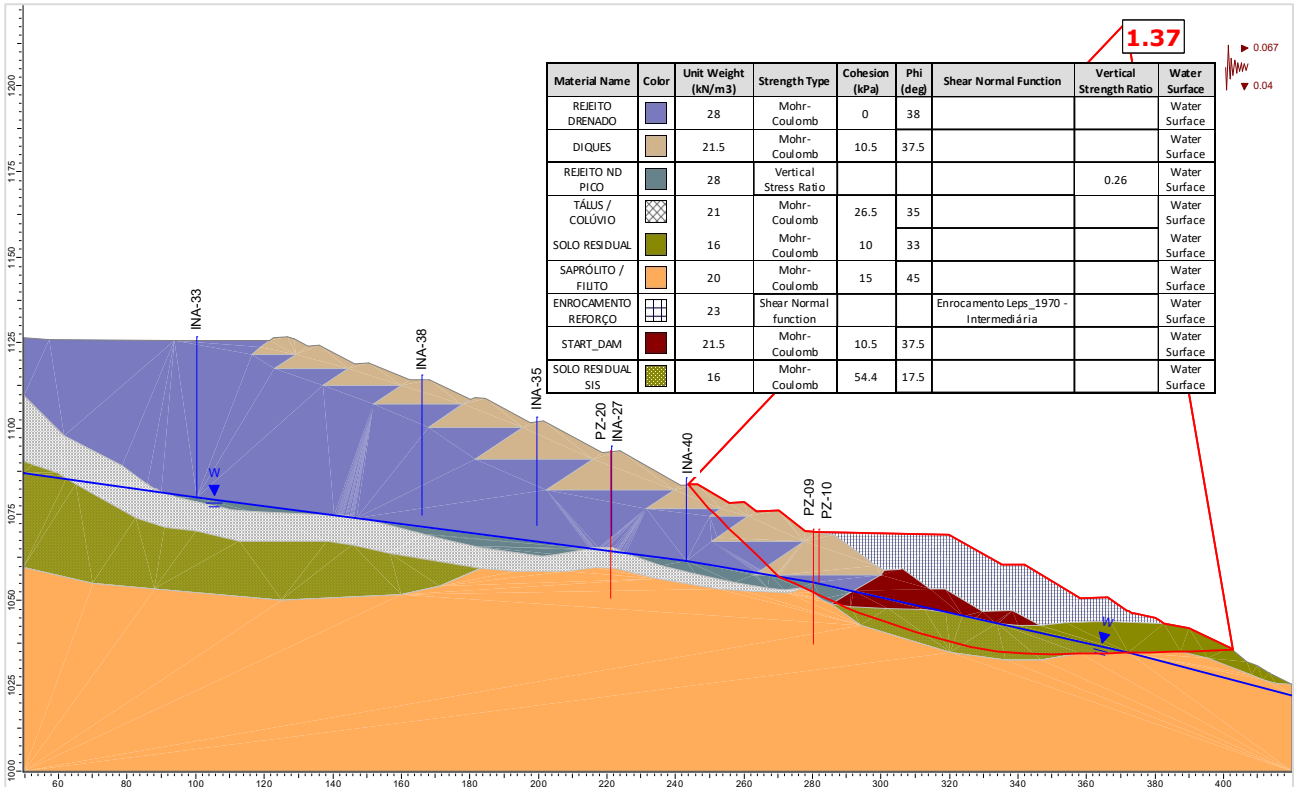


Figura 6.122 – Seção E-E' – Análise Não Drenada – Superfície de ruptura plano-circular otimizada – Freática 26/07/2024 – Razão de resistência não drenada de pico + sismo ↓ (critério vida útil).

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, no período avaliado (maio/2024 a julho/2024).

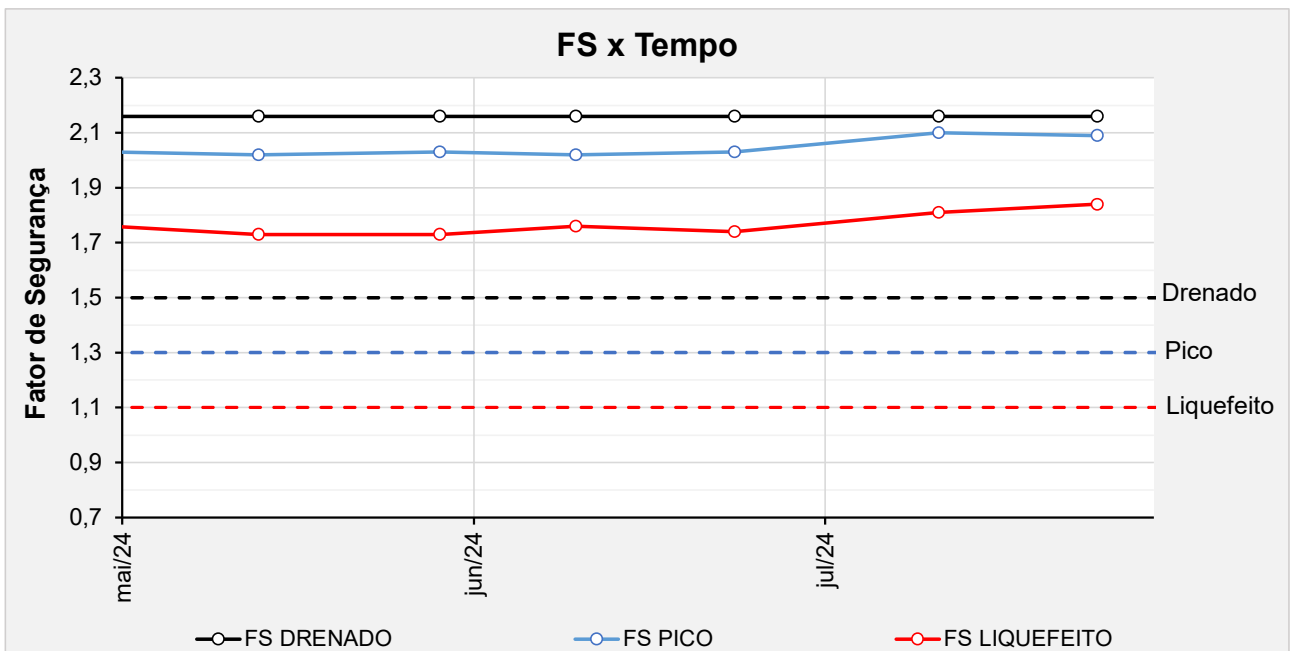


Figura 6.123 – Seção A-A' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade no período avaliado.

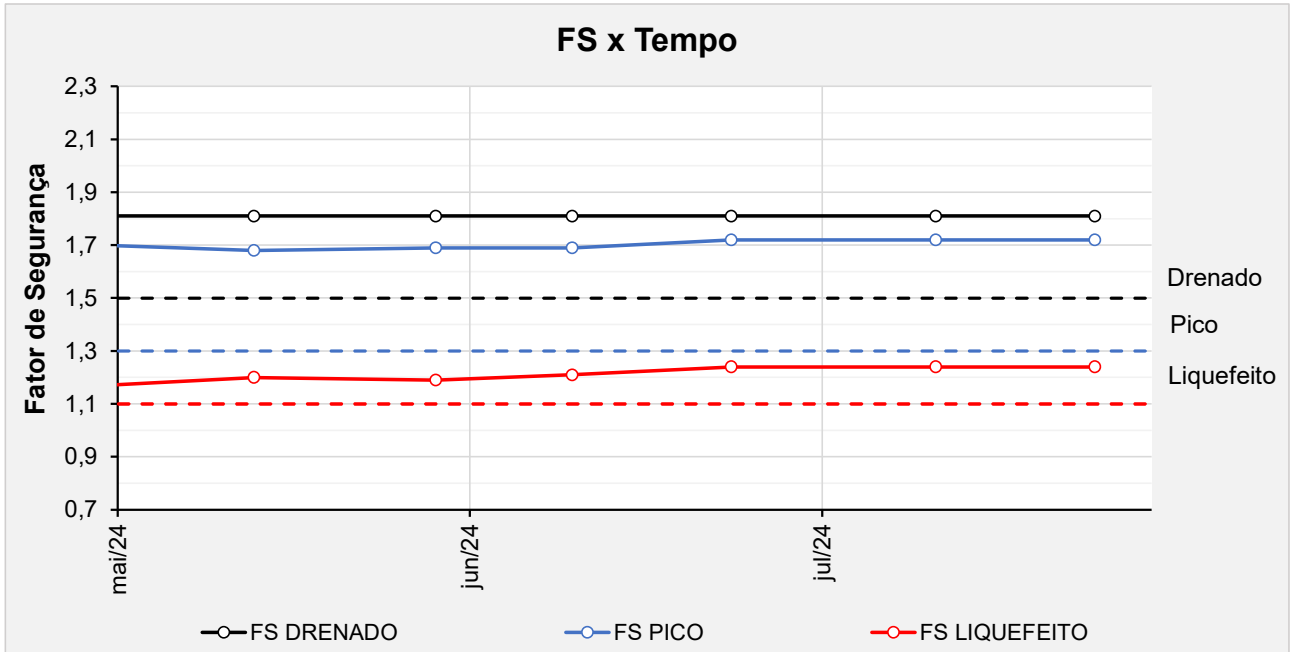


Figura 6.124 – Seção B-B' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade no período avaliado.

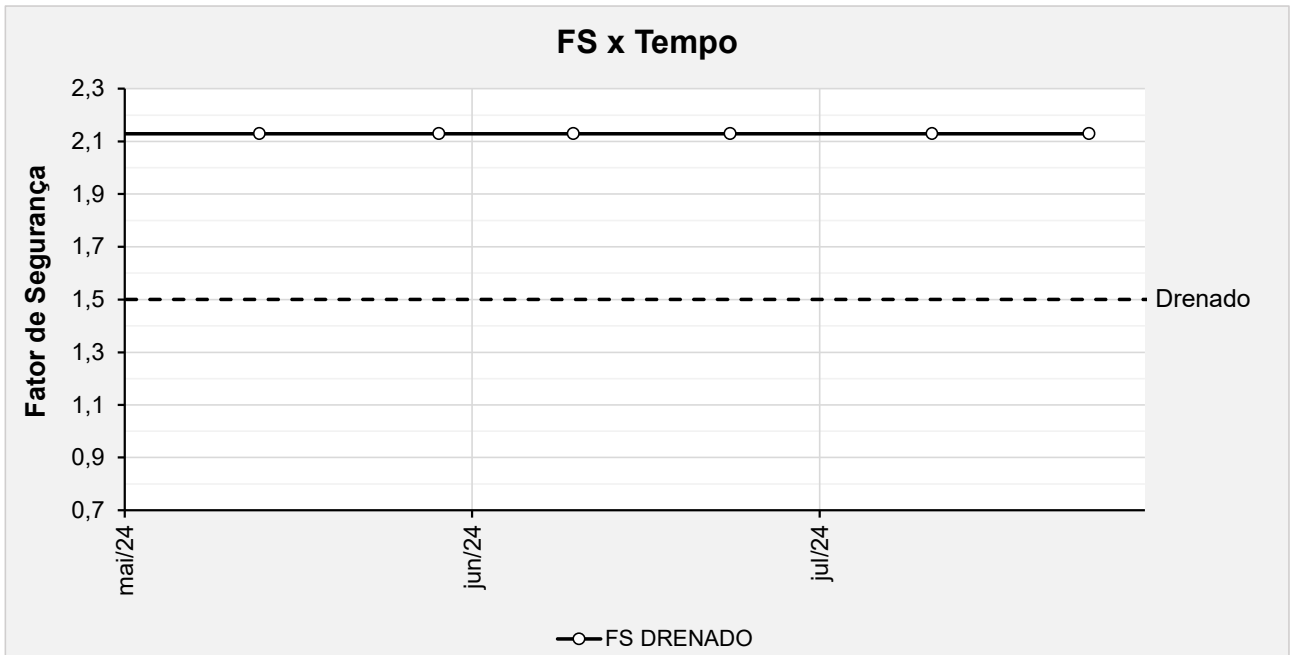


Figura 6.125 – Seção C-C' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade no período avaliado.

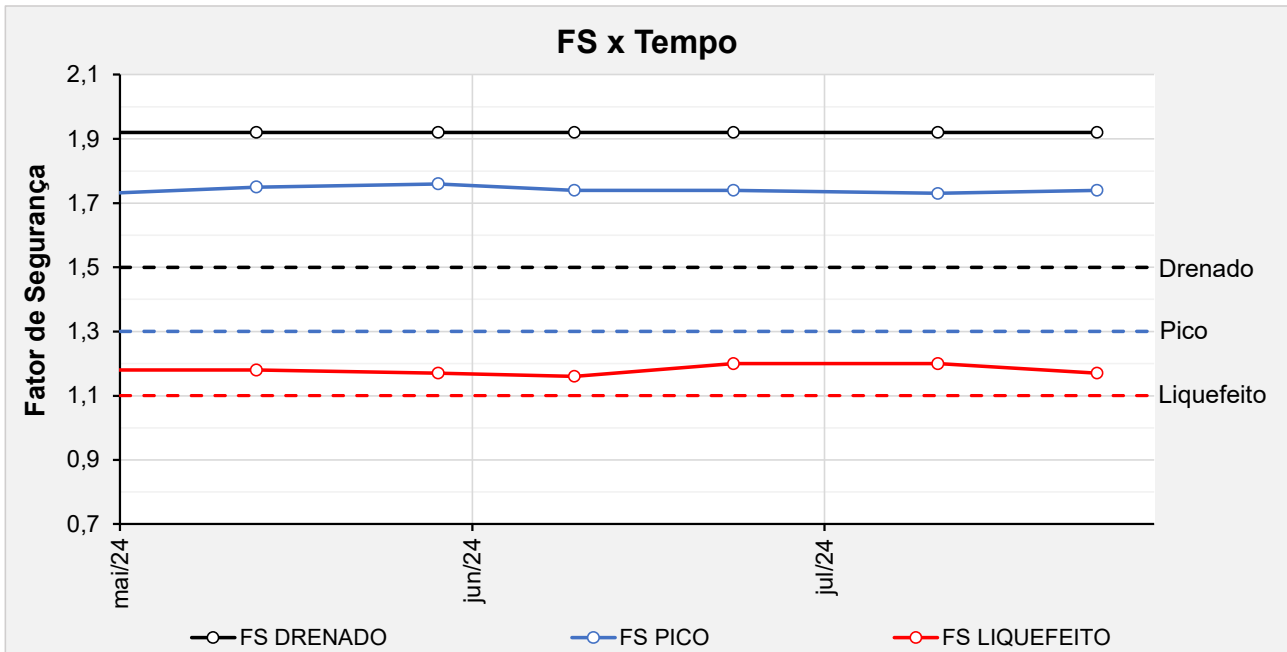


Figura 6.126 – Seção D-D' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade no período avaliado.

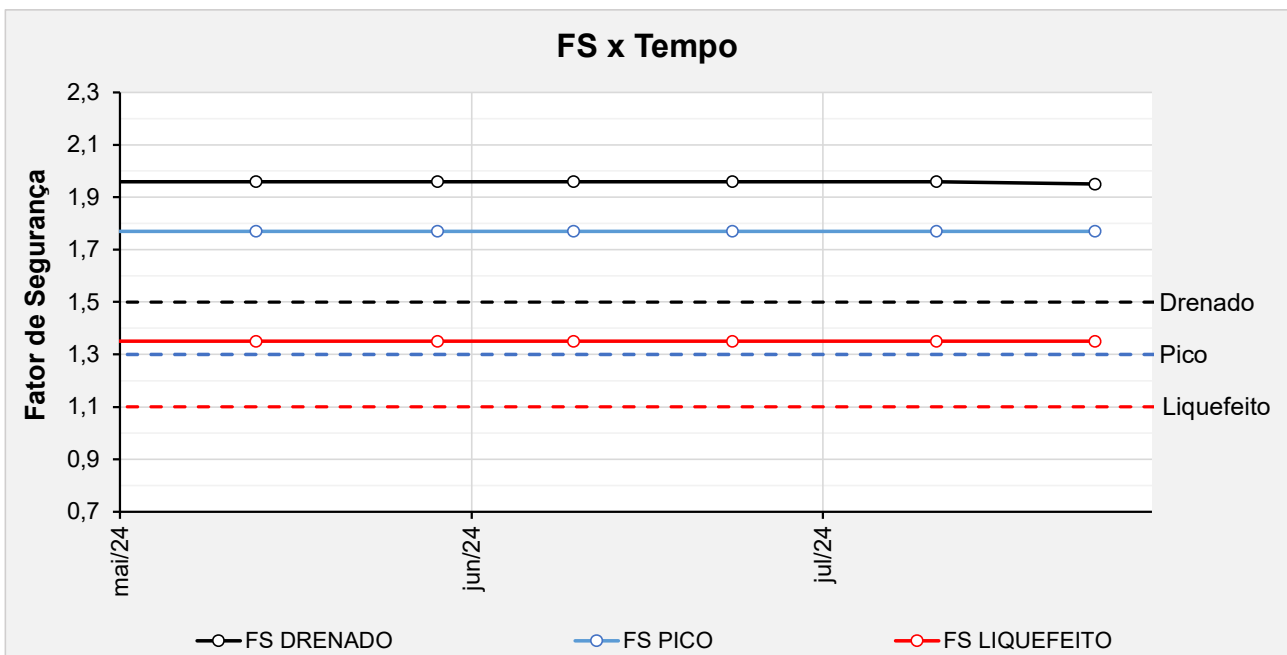


Figura 6.127 – Seção E-E' - Histórico dos F.S. obtidos nas análises de estabilidade no período avaliado.

6.3 Controle do Nível Freático no Reservatório

Durante o mês de julho/2024 foi executada a Fase 1A do Projeto de Descaracterização da Barragem B2-Mina Tico-Tico em que parte consiste na construção de um *sump*, no fundo do reservatório, a ser utilizado para o acúmulo de água resultante de deságue do rejeito ou de chuvas eventuais e retenção de sedimentos gerados durante a execução das obras. Neste *sump* deverá ser instalado um sistema de bombeamento com capacidade para direcionar as águas

para o sistema extravasor.

Considera-se também que, ao fim das etapas intermediárias, o reservatório receberá revestimento impermeabilizante com geomembrana (Nortene com espessura de 1 mm ou similar), com reaproveitamento do material removido no início das obras, de forma a reduzir a infiltração e saturação da estrutura remanescente.

6.4 Controle Ambiental durante as Obras de Descaracterização

O layout dos sistemas de controle ambiental dos efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos gerados no canteiro de obras e infraestrutura de apoio será definido pela empresa contratada, utilizando áreas indicadas pela MMI.

Todos os procedimentos a serem cumpridos pela contratada, para o controle ambiental durante as obras, estão descritos nos seguintes documentos:

- PRO.BRA.SSO.002 – MANUAL DE SSO PARA CONTRATADAS;
- PRO.IPE.SSO.015 – PLANO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIA AMBIENTAL;
- POL.DPM.SGI.001 – POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL;
- MANUAL AMBIENTAL DE OBRAS – Manual de meio ambiente para contratação de fornecedores e serviços.

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 serão 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 dar continuidade às obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico são atendidas e podem prosseguir desde que sejam atendidas 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 semanal;
- 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.

6.6 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, entumescimento do solo etc.

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

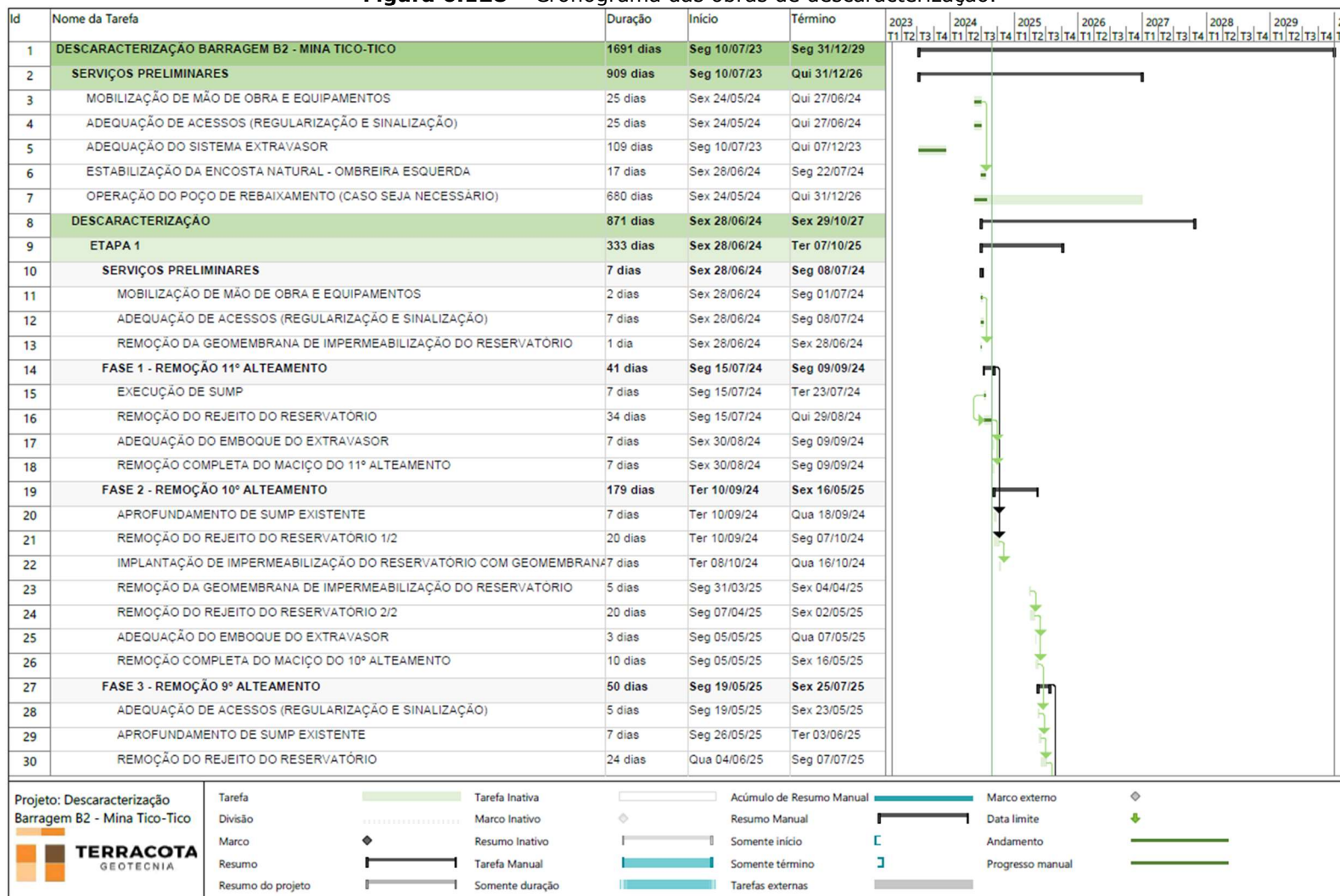
6.7 Cronograma

Na Figura 6.128 é apresentado um cronograma das obras de descaracterização da Barragem B2 – Mina Tico-Tico considerando desde os serviços preliminares e 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 assim deverá ser atualizado de acordo com o andamento real dos serviços.

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, será necessário redistribuir as fases não executadas para a etapa seguinte que se inicia no período seco de 2025. Essas alterações de prazo poderão exigir adequações do projeto, de forma a manter a segurança da estrutura.

Figura 6.128 – Cronograma das obras de descaracterização.



Id	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término																						
					2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	20														
					T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	
31	ADEQUAÇÃO DO EMBOQUE DO EXTRAVASOR	7 dias	Ter 08/07/25	Qua 16/07/25																						
32	REMOÇÃO COMPLETA DO MACIÇO DO 9º ALTEAMENTO	7 dias	Qui 17/07/25	Sex 25/07/25																						
33	FASE 4 - REMOÇÃO 8º ALTEAMENTO	52 dias	Seg 28/07/25	Ter 07/10/25																						
34	ESTABILIZAÇÃO DA ENCOSTA NATURAL - OMBREIRA DIREITA	38 dias	Seg 28/07/25	Qua 17/09/25																						
35	APROFUNDAMENTO DE SUMP EXISTENTE	7 dias	Seg 28/07/25	Ter 05/08/25																						
36	REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO	24 dias	Qua 06/08/25	Seg 08/09/25																						
37	ADEQUAÇÃO DO EMBOQUE DO EXTRAVASOR	7 dias	Ter 09/09/25	Qua 17/09/25																						
38	REMOÇÃO COMPLETA DO MACIÇO DO 8º ALTEAMENTO	7 dias	Qui 18/09/25	Sex 26/09/25																						
39	IMPLANTAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO COM GEOMEMBRANA	7 dias	Seg 29/09/25	Ter 07/10/25																						
40	ETAPA 2	152 dias	Ter 03/03/26	Qua 30/09/26																						
41	SERVIÇOS PRELIMINARES	21 dias	Ter 03/03/26	Ter 31/03/26																						
42	MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS	15 dias	Ter 03/03/26	Seg 23/03/26																						
43	ADEQUAÇÃO DE ACESSOS (REGULARIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO)	15 dias	Ter 03/03/26	Seg 23/03/26																						
44	REMOÇÃO DA GEOMEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO	6 dias	Ter 24/03/26	Ter 31/03/26																						
45	FASE 5 - REMOÇÃO 7º ALTEAMENTO	62 dias	Qua 01/04/26	Qui 25/06/26																						
46	EXECUÇÃO DE SUMP	15 dias	Qua 01/04/26	Ter 21/04/26																						
47	REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO	48 dias	Qua 01/04/26	Sex 05/06/26																						
48	ADEQUAÇÃO DO EMBOQUE DO EXTRAVASOR	7 dias	Seg 08/06/26	Ter 16/06/26																						
49	REMOÇÃO COMPLETA DO MACIÇO DO 7º ALTEAMENTO	14 dias	Seg 08/06/26	Qui 25/06/26																						
50	FASE 6 - REMOÇÃO 6º ALTEAMENTO	69 dias	Sex 26/06/26	Qua 30/09/26																						
51	APROFUNDAMENTO DE SUMP EXISTENTE	15 dias	Sex 26/06/26	Qui 16/07/26																						
52	REMOÇÃO DO REJEITO DO RESERVATÓRIO	48 dias	Sex 26/06/26	Ter 01/09/26																						
53	ADEQUAÇÃO DO EMBOQUE DO EXTRAVASOR	7 dias	Qua 02/09/26	Qui 10/09/26																						
54	REMOÇÃO COMPLETA DO MACIÇO DO 6º ALTEAMENTO	14 dias	Qua 02/09/26	Seg 21/09/26																						
55	IMPLANTAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO COM GEOMEMBRANA	7 dias	Ter 22/09/26	Qua 30/09/26																						
56	ETAPA 3	174 dias	Ter 02/03/27	Sex 29/10/27																						
57	SERVIÇOS PRELIMINARES	21 dias	Ter 02/03/27	Ter 30/03/27																						
58	MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS	15 dias	Ter 02/03/27	Seg 22/03/27																						
59	ADEQUAÇÃO DE ACESSOS (REGULARIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO)	15 dias	Ter 02/03/27	Seg 22/03/27																						

Projeto: Descaracterização Barragem B2 - Mina Tico-Tico	Tarefa		Tarefa Inativa		Acúmulo de Resumo Manual		Marco externo	
	Divisão		Marco Inativo		Resumo Manual		Data limite	
	Marco		Resumo Inativo		Somente início		Andamento	
	Resumo		Tarefa Manual		Somente término		Progresso manual	
	Resumo do projeto		Somente duração		Tarefas externas			

7. Situação atual dos demais itens do Termo de Referência

A seguir é apresentado um resumo dos demais itens presentes no Termo de Referência e as respectivas justificativas.

Tabela 7.1 – Itens presentes no termo de referência e suas justificativas.

ITEM DO TERMO DE REFERÊNCIA	JUSTIFICATIVA
1.3 OBRAS DE DESCARACTERIZAÇÃO	
VII. Apresentar o andamento das obras para: a) Remoção das infraestruturas associadas à barragem, exceto aquelas destinadas à garantia da segurança da estrutura;	Não aplicável. As infraestruturas associadas à barragem já foram removidas.
XII. Apresentar os protocolos adotados para garantir a segurança dos trabalhadores durante as obras;	Não aplicável. O TR de descaracterização de barragens alteadas pelo método de montante não exige protocolo para garantir a segurança dos trabalhadores da obra para barragens com declaração de condição de estabilidade garantida, caso da Barragem B2 – Mina Tico-Tico. O projeto atende ao exposto no item 3.3.1 do TR. Tal protocolo é exigido apenas para estruturas que se encontram em nível de alerta. De qualquer forma o projeto trata de critérios de inspeção e monitoramento para paralisação das obras conforme apresentado no Capítulo 13, mais específico no item 13.3 do Relatório de Descaracterização (IPE.OP.RL.8000.GT.20.676).

8. Assinaturas

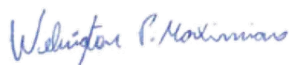
- Responsável técnico pelo projeto de descaracterização e pela elaboração deste relatório:



Elias Josafá Cota

Engenheiro Civil / Geotécnico – RNP 1403750408 (CREA-MG)

- Responsável técnico pela barragem e pelo acompanhamento técnico das obras:



Wellington Pereira Maximiano

Engenheiro Civil – RNP 1411469151 (CREA-MG)

9. Anexos

	<p>ANEXO A – ART - PROJETO DE DESCARACTERIZAÇÃO Formato: Adobe PDF (2 PÁGINAS)</p>
	<p>ANEXO B – ART - RELATÓRIO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO Formato: Adobe PDF (2 PÁGINAS)</p>



Rua Júlio Ferreira Pinto, 350 – 3º andar – Santa Amélia
Belo Horizonte – MG | CEP: 31560-330
Fone: (31) 3786-4226 / (31) 98303-5747

<https://terracota.pro>