



### SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Objetivos e escopo .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Localização.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Características de acordo com ANM-FEAM.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Projeto de descaracterização .....</b>	<b>13</b>
5.1 Concepção .....	13
5.2 Premissas e critérios geológico-geotécnicos .....	13
5.2.1 Estudos de sismicidade local .....	14
5.3 Instrumentação de Monitoramento .....	15
5.4 Alterações de projeto.....	20
5.5 Ações e obras preparatórias.....	21
5.6 Riscos geológicos-geotécnicos associados à descaracterização .....	21
5.7 Aspectos ambientais e obras.....	21
<b>6. Considerações finais.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Equipe Técnica .....</b>	<b>23</b>
<b>8. Anexos .....</b>	<b>24</b>

### 1. Introdução

A Mineração Morro do Ipê (MMI) possui três barragens (ou estruturas de contenção de rejeitos de mineração) com alteamentos à montante que se encontram inativas e serão descaracterizadas nos próximos anos: i) B1 Ipê, na vertente Brumadinho; ii) B2 Tico-Tico, e iii) B1 Auxiliar, ambas na vertente Igarapé (Figura 1).

De acordo com o item 3.1 do Termo de Compromisso (TC) firmado com o Ministério Público (MP) do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), "...a Mineração Morro do Ipê tem o compromisso de apresentar relatórios técnicos trimestrais acerca do andamento das obras de descaracterização". Embora dúbio, entende-se "andamento de obras", além do seu sentido literal, como o processo de preparação para a descaracterização *strictu sensu*, o que inclui quaisquer intervenções diretas e indiretas no barramento e estruturas relacionadas, bem como as revisões e/ou modificações do projeto.

Desta forma, o intuito deste relatório, elaborado em conjunto com a GEOPRIME ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, é de ser um descritivo das medidas executadas para a descaracterização da referida estrutura, no último trimestre (Maio 2023 – Julho 2023), e de acordo com o Termo de Referência (TR), para acompanhamento do processo de descaracterização de barragens alteadas a montante, no estado de Minas Gerais, disponibilizado pela FEAM em 28/11/2022.

A empresa Terracota Geotecnia foi contratada, no segundo semestre de 2022, para a elaboração do Projeto Executivo de Descaracterização da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico, em substituição à anterior projetista contratada, Statum Geotecnia. Desta forma, foi concluído em 11/10/2022, o estudo de viabilidade da alternativa de descaracterização da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.524) e o relatório do projeto executivo encontra-se em fase de elaboração, com previsão de finalização no segundo semestre de 2023.

### 2. Objetivos e escopo

O presente relatório objetiva compilar e descrever as ações e etapas decorrentes dos projetos de descaracterização da barragem B1 Auxiliar, vertente Igarapé, incluindo as atividades realizadas no trimestre maio-junho-julho de 2023, o percentual de avanço no processo de descaracterização e o cumprimento das ações previstas.

### 3. Localização

A Barragem B1 Auxiliar, Mina Tico-Tico, localiza-se no vale do córrego Olaria, no município de Brumadinho-MG, em torno das coordenadas UTM (SIRGAS2000) 572.390 E e 7.775.120 N, próximo do alto da Serra das Farofas. A estrutura situa-se a jusante da Barragem B2 – Mina Tico-Tico (B2TT) e a montante da estrutura descaracterizada da Barragem B1 Ecológica – Mina Tico-Tico (B1 Tico-Tico). O acesso é realizado pelo trevo imediatamente após o km 520 da rodovia Fernão Dias (BR-381), margem direita no sentido sul (BH-SP). Na Figura 1 é apresentada a localização da barragem.



**Figura 1. Localização das barragens i) B1 Ipê, na vertente Brumadinho; ii) B2 Tico-Tico, e iii) B1 Auxiliar, ambas na vertente Igarapé. Destaque na barragem B1 Auxiliar, na vertente Igarapé, à leste da BR-381. Coordenadas: E 574450m, N 7776862m. Datum Sirgas 2000.**

#### 4. Características de acordo com ANM-FEAM

As principais características registradas da Barragem B1 Auxiliar - Mina Tico-Tico são apresentadas na Tabela 1 e seguintes subintens.

**Tabela 1- Dados gerais da barragem B1 Auxiliar – Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

DADOS GERAIS	
Nome da Estrutura	Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico
Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento	Latitude: -20°06'12.700" Longitude: -44°17'17.500"
Finalidade do Barramento	Armazenamento de Rejeito Fino de Minério de Ferro
Ano de Início de Implementação	2007
Ano de Início de Operação	2007
Ano de Término de Operação	2019
Ano de Término de Descaracterização	Sem previsão
Situação (status) de operação atual da barragem	Desativada
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Volume Total = Reservatório + maciços (m <sup>3</sup> )	4.258.447 (*)
Capacidade total do reservatório (m <sup>3</sup> )	3.116.656 (*)
Volume do reservatório ocupado com rejeitos (m <sup>3</sup> )	2.659.653 (*)
Área do reservatório (m <sup>2</sup> )	139.000
Elevação do coroamento (m)	1.011,0
Elevação do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)	930,0
Altura atual da barragem (m)	81,0
Extensão do coroamento (m)	570,0
Largura do coroamento (m)	6,0
Largura das bermas (m)	Variável, mínimo de 3,0
Alteamentos realizados e seus respectivos métodos empregados;	Alteamentos a jusante e a montante
Inclinação geral do talude jusante	2,5(H):1(V) (21,6°)
Inclinação talude de montante	2,0(H):1(V) (32°)
Elevação do NA normal do reservatório (m)	1.009,40
Nível d'água máximo maximorum (TR 1.000 anos) (m)	1.010,08
Nível d'água máximo maximorum (TR 10.000 anos) (m)	1.010,40
Borda livre mínima (TR 1.000 anos) (m)	0,92
Borda livre mínima (TR 10.000 anos) (m)	0,60
Descarga do vertedouro (TR 10.000 anos) (m <sup>3</sup> /s)	11,57
Capacidade de descarga do vertedouro (m <sup>3</sup> /s)	22,00
Área da bacia de contribuição (km <sup>2</sup> )	1,023

(\*) Volumes obtidos da análise e interpretação dos levantamentos topográficos de "As Built" das diversas etapas construtivas e do levantamento de ocupação atual do reservatório (IPE.OP.DF.8000.GT.20.008.A\_R1.dwg).

### CURSO D'ÁGUA INTERCEPTADO

(X) Sim ( ) Não

( ) Total; (X) Parcialmente

Nome: Córrego Olaria

### RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO

Classificação de Categoria de Risco – CRI Baixo

Potencial de Dano Associado – PDA Alto

Classificação de Categoria de Risco e Potencial de Dano Ambiental B

Matriz de classificação, com base nos critérios estabelecidos nos Anexos I a IV do Decreto 48.140, de 25 de fevereiro de 2021:

De acordo com a Matriz para Classificação de barragens para disposição de resíduos ou rejeitos da mineração, segundo Anexo II do Decreto 48.140/2021 que regulamenta a Lei Estadual 23.291/2019, a Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico foi classificada, no âmbito da elaboração deste relatório, com Potencial de Dano Ambiental Alto e Categoria de Risco Baixo, resultando em Classe B, conforme demonstrado a seguir.

**Quadro 1. Categoria de Risco da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

CATEGORIA DE RISCO		
1	Características Técnicas (CT)	19
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança da Barragem (PSB)	0
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PSB</b>		<b>19</b>
<b>CLASSIFICAÇÃO DE RISCO</b>		<b>BAIXO</b>

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO		CRI
	ALTO		≥65 ou EC*=10 (*)
	MÉDIO		37 < CRI < 65
	<b>BAIXO</b>		<b>≤37</b>

(\*) 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.

**Quadro 2. Potencial de Dano Ambiental da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

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 Sócio-Econômico	5
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)</b>		<b>23</b>
<b>CLASSIFICAÇÃO DE DANO</b>		<b>ALTO</b>

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	PDA
	ALTO	$\geq 13$
	MÉDIO	$7 < PDA < 13$
	BAIXO	$\leq 7$

**Quadro 3. Classificação de Categoria de Risco e Potencial de Dano Ambiental da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

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

**Quadro 4. Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT				
Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura $\leq 10\text{m}$ (0)	Comprimento $\leq 50\text{m}$ (0)	<b>CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)</b>	Etapa única (0)	<b>Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)</b>
$10\text{m} < \text{Altura} < 30\text{m}$ (1)	$50\text{m} < \text{Comprimento} < 200\text{m}$ (1)	Milenar (2)	Alteamento a jusante (2)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, porém em processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto (2)
$30\text{m} \leq \text{Altura} \leq 60\text{m}$ (4)	<b><math>200\text{m} \leq \text{Comprimento} \leq 600\text{m}</math></b> (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)
<b>Altura <math>&gt; 60\text{m}</math></b> (7)	Comprimento $> 600\text{m}$ (3)	TR inferior a 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)	<b>Alteamento a montante ou desconhecido ou que já tenha sido alteada a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura</b> (10)	Barragem não instrumentada em desacordo com o projeto (8)
<b>CT = <math>\Sigma</math> (a até e) = 19</b>				

**Quadro 5. Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (f)	Percolação (g)	Deformações e Recalques (h)	Deterioração dos taludes/Paramentos (i)
<b>Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)</b>	<b>Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)</b>	<b>Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)</b>	<b>Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)</b>
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)
<b>EC = Σ (f até i) = 0</b>			

## RELATÓRIO TÉCNICO

### RELATÓRIO TÉCNICO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DA DESCARACTERIZAÇÃO - BARRAGEM B1 AUXILIAR - MINA TICO-TICO

IPE.OP.RL.8000.GT.20.750 - Revisão 0.1

**Quadro 6. Matriz de Classificação quanto à Categoria de Risco da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

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

**Quadro 7. Matriz de Classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico. Fonte: IPE.OP.RL.8000.GT.20.589 – RTESB, Março de 2023.**

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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na classe I - perigosos, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (10)	-
<b>DPA = Σ (a até d) = 23</b>			

### I. Identificação do Empreendimento:

- Mina Ipê

Razão Social: Mineração Morro do Ipê S.A.  
 CNPJ: 22.902.554/0001-17  
 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](mailto:casaipe@ipemineração.com)

- 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@ipeminerao.com](mailto:cristiano.parreiras@ipeminerao.com)

## II. Identificação do empreendedor e do representante legal para contato:

- Identificação do Empreendedor

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

- Identificação do Representante Legal do Empreendedor

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@ipeminerao.com](mailto:cristiano.parreiras@ipeminerao.com)

## III. Identificação do responsável técnico pela barragem

- Responsável Técnico pela Segurança da Barragem

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

## IV. Identificação da equipe técnica responsável pelos projetos de descaracterização:

Nome: Elias Josafá Cota  
Formação: Engenheiro Civil/Geotécnico  
Responsabilidade no Estudo: Coordenador do Projeto  
Registro Profissional: CREA-MG 1403750408

Nome: André Lins Machado Coelho  
Formação: Engenheiro Geotécnico  
Responsabilidade no Estudo: Estudos Geotécnicos  
Registro Nacional Profissional: CREA-MG 1404481770

Nome: Guilherme Pereira Pinto  
Formação: Engenheiro Geotécnico  
Responsabilidade no Estudo: Estudos Geotécnicos  
Registro Profissional: CREA-MG 2014352674

Nome: Mauro Verassani  
Formação: Engenheiro Hidrólogo  
Responsabilidade no Estudo: Estudos Hidráulicos  
Registro Profissional: CREA-MG 1406671720

Nome: Guilherme de Freitas Roriz Lima  
Formação: Engenheiro Geotécnico  
Responsabilidade no Estudo: Edição do Relatório  
Registro Profissional: CREA-MG 1015708625

- V. Identificação da equipe técnica responsável pela execução e/ou acompanhamento da obra de descaracterização (nome completo, formação acadêmica, áreas sob sua responsabilidade no estudo, nº do registro em conselho de classe válido). A anotação de responsabilidade técnica deverá ser apresentada no anexo I.

Não Aplicável. A descaracterização encontra-se em fase de conclusão e o Projeto em elaboração.

ART principal ainda não emitida. As demais ARTs devem ser emitidas quando efetivamente se iniciarem as obras.

## 5. Projeto de descaracterização

### 5.1 Concepção

A Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico já possui reforço de enrocamento, visando a preparação para um processo de descaracterização mais seguro quanto possível.

Deverá ser realizado um reforço inicial da estrutura (Etapa 1 de reforço), de modo a adequar o fator de segurança da estrutura às condições não drenadas e permitir o início das obras de descaracterização, além de adequação do sistema extravasor, de forma a garantir a segurança hidráulica da estrutura, em função de impacto na região atual de parte do vertedouro.

Deve-se destacar que a etapa 1 deve ser incorporada previamente ao projeto de descaracterização, visando a convergência conceitual entre reforço e projeto final.

### 5.2 Premissas e critérios geológico-geotécnicos

Abaixo, são elencadas as premissas a serem adotadas pela equipe técnica responsável pelo projeto:

- Relocação do trecho final do sistema extravasor para a região não ocupada pela obra de reforço inicial;
- Execução de sondagens nos locais de avanço do projeto de descaracterização, de forma a definir o material de fundação das obras, conforme campanha de investigação a ser emitida na próxima fase de projeto (conceitual);
- Prolongamento de instrumentação de controle que venha a ser impactada pela execução do reforço inicial, conforme avaliação a ser realizada na próxima fase de projeto (conceitual);
- Cabe à MMI a obtenção de licenciamento ambiental nas áreas vegetadas afetadas pelo projeto;
- A geometria do reforço inicial (Etapa 1) foi definida, considerando condições críticas, desde a elevação de superfície freática até o contato da estrutura atual com o reforço, até a condição de mobilização de carregamento não drenado, considerando para tal: razão de resistência não drenada de pico, razão de resistência não drenada de pico mais ocorrência de carregamento sísmico e razão de resistência não drenada residual (liquefeita);
- A vazão de projeto, utilizada como referência para a adequação do vertedouro, possui o mesmo valor encontrado na Revisão Periódica de Segurança da Barragem, considerando um TR de 10.000 anos ( $9,31 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- O dimensionamento dos trechos de adequação do sistema extravasor será feito considerando-se o escoamento em regime uniforme, através da equação de manning para trechos lisos e preferencialmente em skimming flow para trechos em degraus;
- A validação do dimensionamento será feita a partir de simulação hidrodinâmica no modelo HEC-RAS 6.2; e
- Para o dimensionamento do canal, será considerada uma borda livre mínima igual a 30% da profundidade do escoamento.

#### 5.2.1 Estudos de sismicidade local

Como estudo sísmico, foi utilizado como referência o artigo Reservoir Triggered Seismicity in Brazil: Statistical Characteristics in a Midplate Environment publicado por (Barros 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, conforme Figura 2.

Pela localização da barragem foi definido um PGA igual a 0,15g. Nas análises da barragem foi utilizado  $\frac{1}{2}$  PGA de acordo com recomendação CDA (Griffin e Franklin, Julho, 1984). Este

carregamento, de  $a_h = 0,075g$  na horizontal, corresponde a uma intensidade VI na escala Mercalli Modificada ou magnitude equivalente entre 5.0 e 6.0 na escala Richter. Para a aceleração vertical adota-se o valor de 60% da aceleração horizontal, sendo  $a_v = 0,045 g$ , proporção indicada na publicação Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas (Eletrobrás, 2003).

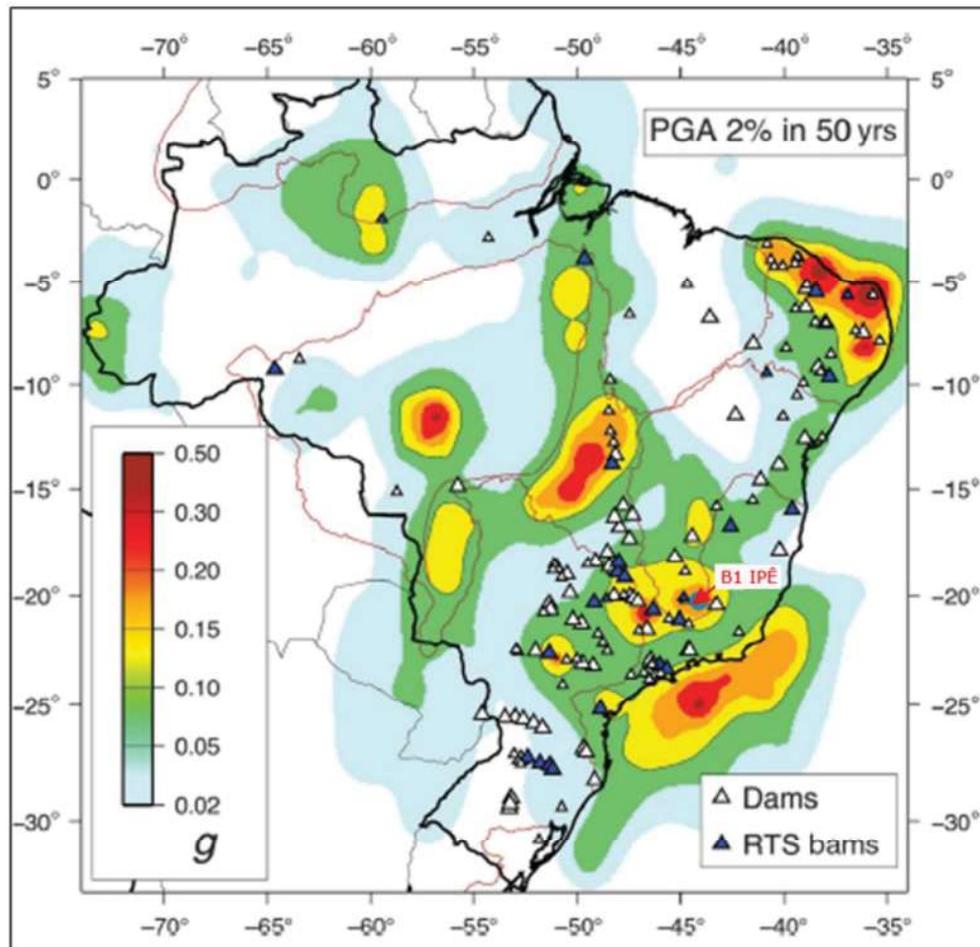
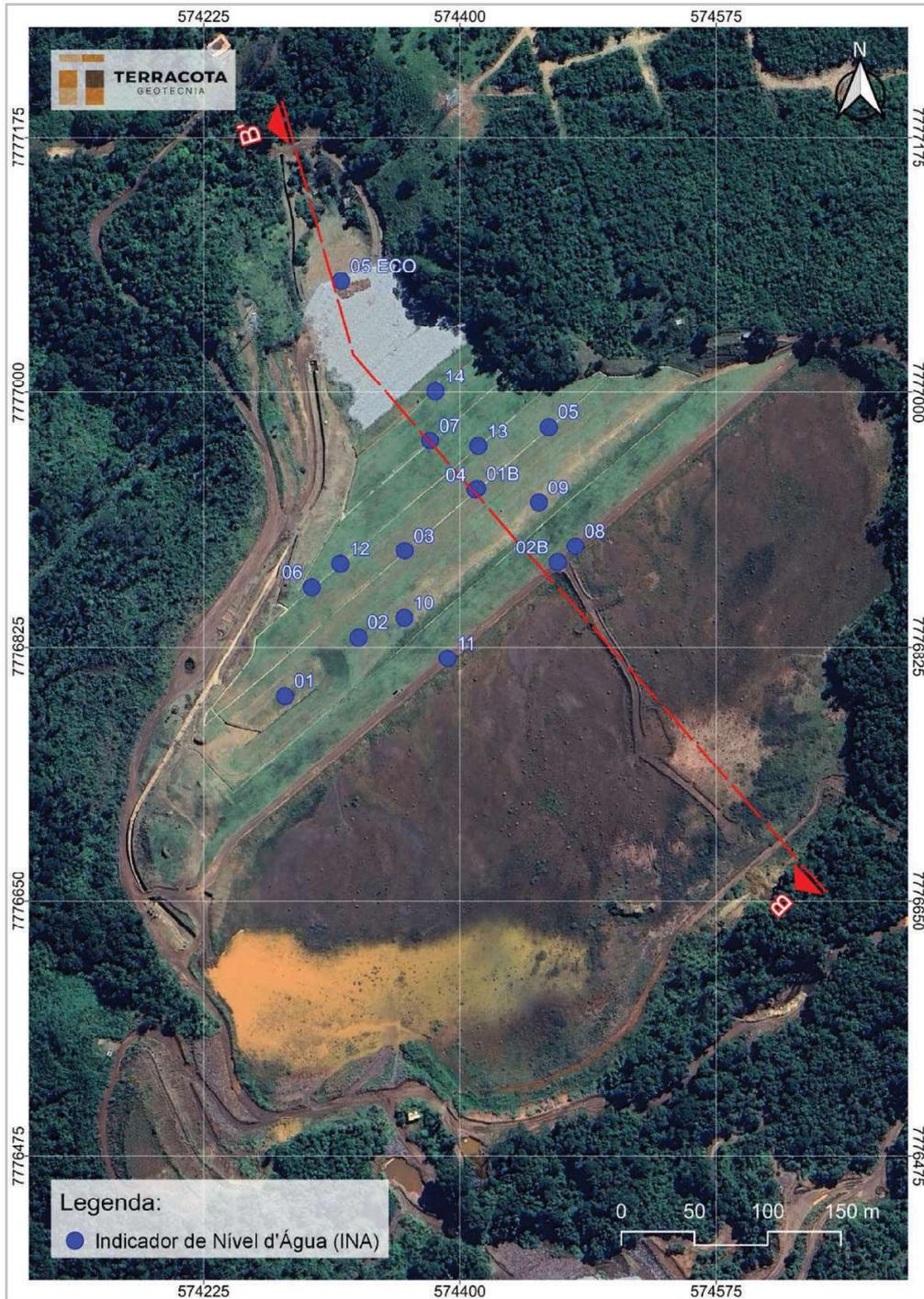


Figura 2. Mapa de Ameaça Sísmica Brasileiro com probabilidade de excedência de 2% durante 50 anos (Barros Et al., 2018).

As considerações sobre carregamento sísmico na barragem serão apresentadas no projeto.

### 5.3 Instrumentação de Monitoramento

A instrumentação de controle do nível de água interno do maciço e do reservatório da barragem é composta atualmente por 16 (dezesseis) indicadores de nível d'água, 21 (vinte e um) piezômetros de tubo aberto do tipo Casagrande e 21 (vinte e um) piezômetros elétricos equipados para automatização das leituras, conforme apresentado nas figuras abaixo (Fonte: Documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.725).



**Figura 3. Localização dos INA's – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico..**

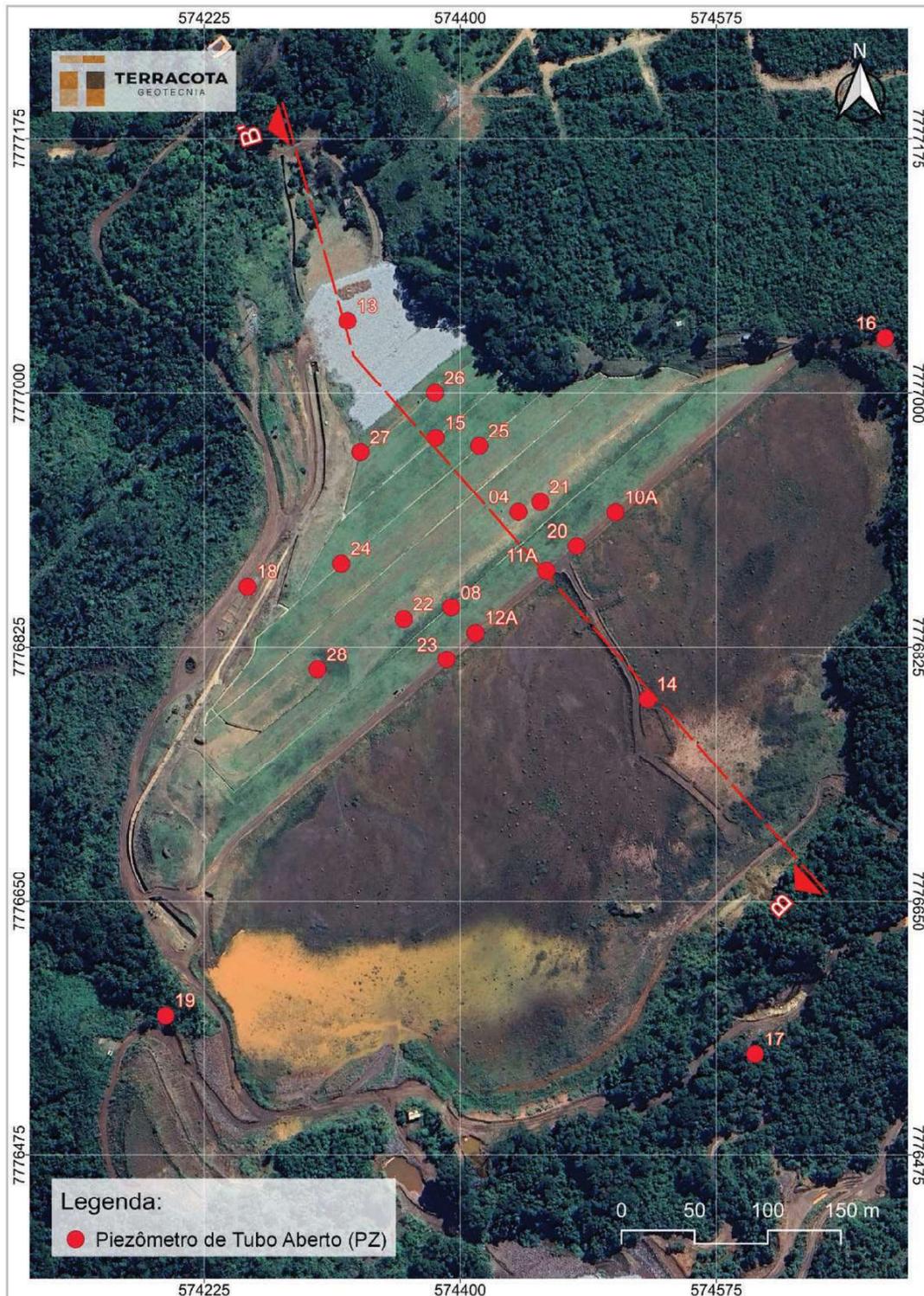


Figura 4. Localização dos PZ's – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.

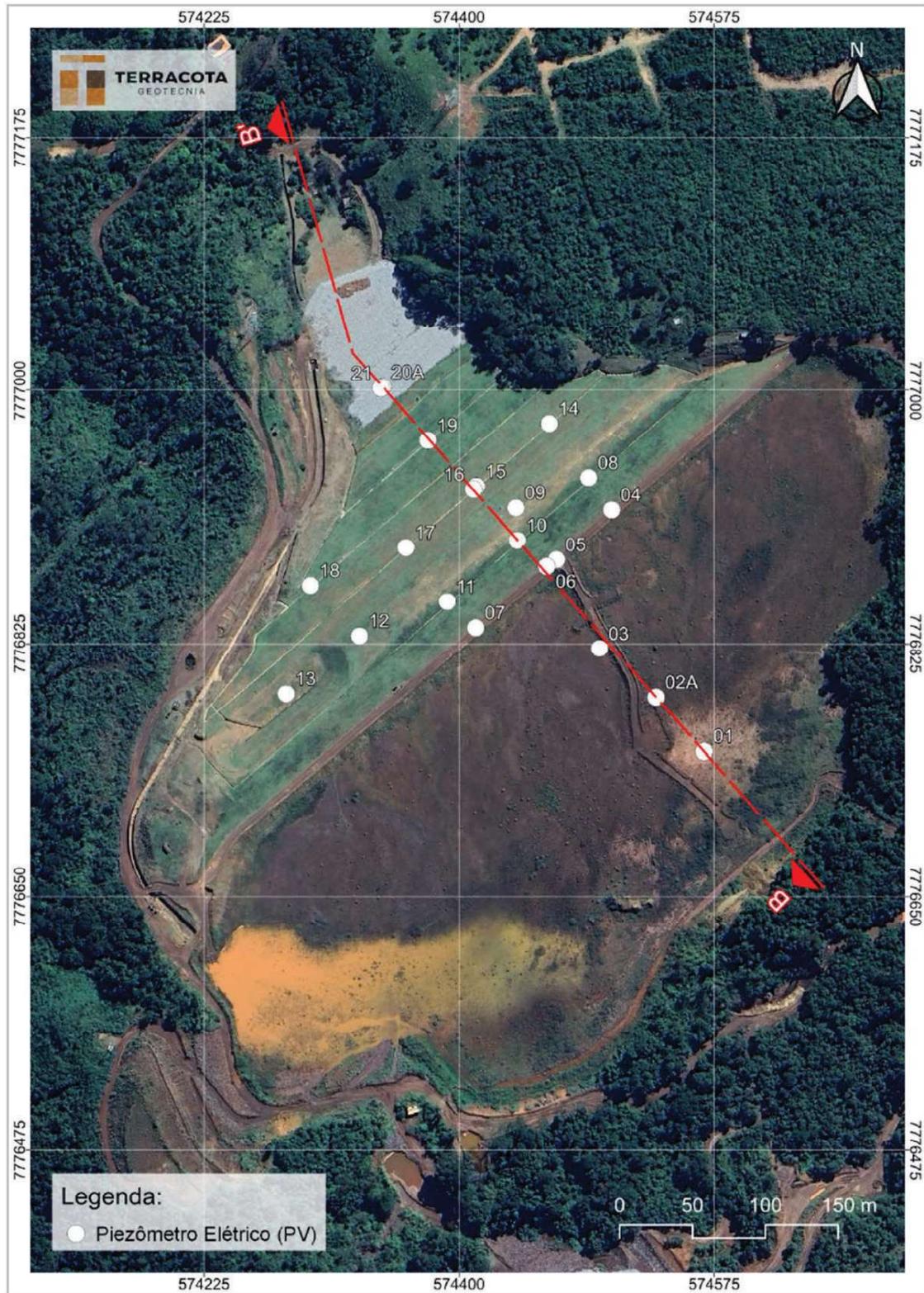
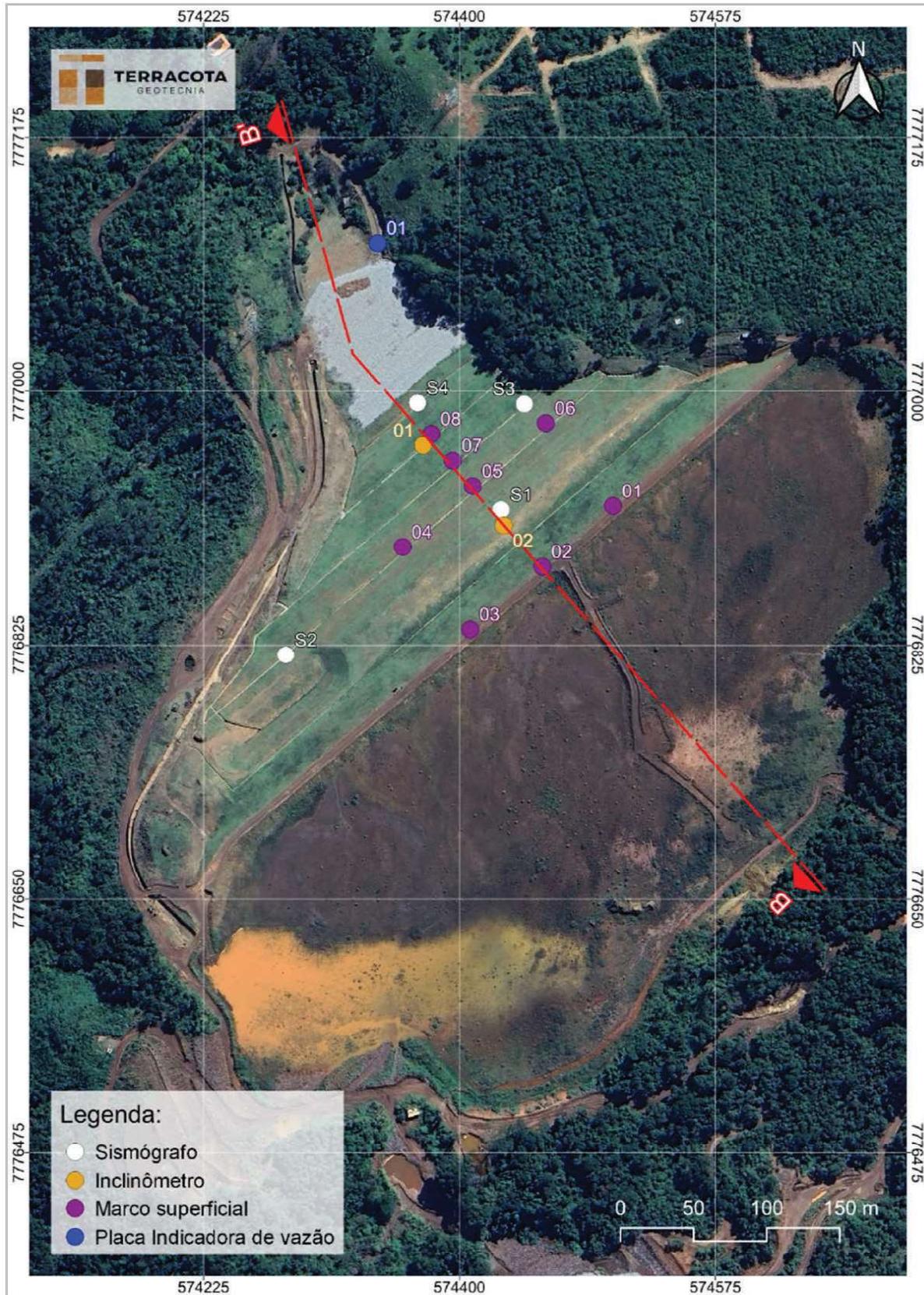


Figura 5. Localização dos Piezômetros Elétricos (PV's) - Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.



**Figura 6. Localização dos Marcos Superficiais, Inclínômetros, Sismógrafos e Indicador de Vazão – Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico.**

Os instrumentos instalados na estrutura não apresentaram, no trimestre, leituras que atingissem os valores definidos como nível de gatilho da carta de risco.

Os prismas, que são lidos em tempo real pela estação robótica instalada a jusante da barragem, não registraram nenhuma alteração significativa frente as leituras anteriores. Na 1ª quinzena de maio, a leitura do inclinômetro apresenta faixa de valores habitual.

As análises de estabilidade, considerando as leituras da instrumentação do dia 24/07/2023, apresentaram fator de segurança superior ao mínimo definido por norma, para as condições drenada e não drenada de pico. Já para a condição não drenada liquefeita, as simulações resultaram em fator de segurança igual a 1,0, abaixo do exigido para iniciar obra dedescaracterização ( $FS \geq 1,10$ ).

Considerando as condições atuais do maciço da barragem verificadas durante a inspeção visual (31/07/2023), a análise dos dados de instrumentação e a atualização das análises de estabilidade, conclui-se que a condição de segurança geotécnica da barragem mostra-se satisfatória.

#### **5.4 Alterações de projeto**

O projeto executivo de descaracterização, estava sendo elaborado pela projetista Statum Geotecnia, passando, no segundo semestre de 2022 por mudança de projetista. Desta forma, os projetos serão reelaborados pela empresa Terracota Geotecnia, que detém significativo e diferenciado conhecimento histórico das estruturas, sendo a responsável pelas auditorias e pelo contrato do Engenheiro de Registro (EdR) da Barragem B1 Auxiliar – Mina Tico-Tico.

O projeto executivo, em elaboração pela Terracota Geotecnia, tem previsão de conclusão no segundo semestre de 2023.

#### **Leituras e a avaliação de desempenho da instrumentação empregada especificamente, caso houver, para o período das obras de descaracterização.**

A ser abordado no projeto.

#### **Descrição e registros fotográficos de cada atividade já concluída ou em andamento para descaracterização da barragem**

Deve ser atendido durante as obras, após iniciadas.

### **Cronograma**

A ser abordado no projeto e complementado, à medida que este for sendo implantado.

### **Estado das estruturas de drenagem periférica, canais de desvio da bacia de drenagem ou restabelecimento da calha do rio formado por elementos naturais, durante o atual estágio das obras de descaracterização**

A ser abordado no projeto e complementado à medida que este for sendo implantado.

#### **5.5 Ações e obras preparatórias**

Não Aplicável. O projeto de descaracterização tem previsão de conclusão no segundo semestre de 2023 e, desta forma, ainda não ocorreram ações preparatórias no período.

#### **5.6 Riscos geológicos-geotécnicos associados à descaracterização**

De acordo com o documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.524 (Estudo de viabilidade da alternativa de descaracterização da Barragem B1-Auxiliar – Mina Tico-Tico), para definição da condição do terreno de fundação na área de implantação do reforço e das obras de descaracterização a jusante, deverá ser emitido plano de investigação, na próxima fase de projeto (conceitual), após aprovação do estudo de viabilidade.

Deverá também ser emitido na próxima fase de projeto, programa de instrumentação de controle, bem como concepção de solução para adequação dos instrumentos existentes que sofrerem interferência com as obras de descaracterização.

#### **5.7 Aspectos ambientais e obras**

Não Aplicável. O projeto de descaracterização tem previsão de conclusão no segundo semestre e, desta forma, as obras ainda não foram iniciadas.

Inicialmente foram levantados os aspectos ambientais, considerando as principais atividades com potencial poluidor das futuras obras:

- Limpeza e Supressão vegetal;
- Obras de corte e aterro (retaludamentos);
- Adequação da drenagem superficial (alteração na dinâmica hídrica);

- Abertura e/ou adequação de acessos;
- Remoção de interferências (demolições);
- Escavação do reservatório e barramento;
- Carregamento e transporte interno dos materiais escavados;
- Adequação do sistema extravasor concomitante a escavação.

#### **6. Considerações finais**

A defasagem de informações relativas ao projeto executivo de descaracterização da barragem B1 Auxiliar compromete o fluxo de informações necessárias para embasar o relatório trimestral de acompanhamento de obras. Ainda assim, pode-se destacar que:

1. A concepção do projeto de descaracterização da Barragem B1 Auxiliar está apoiada na implantação de paramento pétreo e envelopamento da estrutura;
2. Diferentemente da Barragem B1 Ipê, que apresentou divergência temporal entre a construção do reforço e sua inserção no conceito do projeto executivo de descaracterização, a etapa 1 da descaracterização (reforço pétreo) estará contemplada no projeto executivo de descaracterização;
3. Ainda não há um cronograma formal com a discretização das etapas da descaracterização, o que inviabiliza o acompanhamento do percentual de avanço da obra com relação a Curva S, bem como o cumprimento das ações previstas.

O projeto de descaracterização da barragem B1 Auxiliar será o último a ser concluído de forma integral pela TERRACOTA GEOTECNIA.

### 7. Equipe Técnica

<b>Empresa responsável por este relatório</b>		
<b>Razão social:</b>	Geoprime Engenharia e Meio Ambiente Ltda.	Tel.: + (55) (21)
<b>CNPJ:</b>	05.968.895/0001-76	3417-6786
Site: <a href="http://www.geoprime.com.br">http://www.geoprime.com.br</a>		
Estrada do Guanumbi, 685 - Freguesia – Jacarepaguá		
Rio de Janeiro - RJ - CEP 22745-200		

<b>Equipe que participou da elaboração deste documento e reponsabiliza-se tecnicamente por suas respectivas áreas</b>		
<b>Técnico</b>	<b>Área de Atuação</b>	<b>Responsabilidade no projeto</b>
Mariângela Sucena	Geóloga-Mineração	Elaboração
João Prado	Geólogo-Mineração	Coordenação / Revisão

### 8. Anexos

- Anotação de Responsabilidade técnica (ART) – Elaboração de Relatório

Página 1/2



**Anotação de Responsabilidade Técnica – ART**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
Nº MG20232331990

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

INICIAL

#### 1. Responsável Técnico

**MARIANGELA MAZZEI SUCENA**  
Título profissional: **GEÓLOGA**

RNP: **2000351409**  
Registro: **RJ2006149056D MG**

#### 2. Dados do Contrato

Contratante: **Morro do Ipê Mineração S/A**  
**RODOVIA FERNÃO DIAS**  
Complemento: **KM 520**  
Cidade: **BRUMADINHO**

Bairro: **ZONA RURAL**  
UF: **MG**

CPF/CNPJ: **22.902.554/0001-17**  
Nº: **S/N**  
CEP: **35460000**

Contrato: **MMI-GSU-002350**  
Valor: **R\$ 5.000,00**  
Ação Institucional: **Outros**

Celebrado em: **05/05/2021**  
Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

#### 3. Dados da Obra/Serviço

**RODOVIA FERNÃO DIAS**  
Complemento: **KM 520**  
Cidade: **BRUMADINHO**  
Data de Início: **26/05/2023**  
Finalidade:  
Proprietário: **Morro do Ipê Mineração S/A**

Bairro: **ZONA RURAL**  
UF: **MG**

Nº: **S/N**  
CEP: **35460000**  
Coordenadas Geográficas: **0, 0**  
Código: **Não Especificado**  
CPF/CNPJ: **22.902.554/0001-17**

#### 4. Atividade Técnica

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
29 - Detalhamento > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

#### 5. Observações

Elaboração dos relatórios técnicos de acompanhamento da descaracterização das barragens de rejeitos de mineração denominada B1 Auxiliar ? Mina Tico-Tico (documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.750) e B2 Mina Tico-Tico(documento IPE.OP.RL.8000.GT.20.751), atendendo aos itens 3.1, 3.3 e 3.4, Cláusula III do Termo de Compromisso - TC (MPMG,SEMAD/FEAM, ANM), que determina a apresentação pela compromissária, Mineração Morro do Ipê S/A, de relatórios trimestrais acerca do andamento das obras de descaracterização, bem como as revisões e/ou modificações do projeto.

#### 6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio da Câmara de Mediação e Arbitragem - CMA vinculada ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/gpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

#### 7. Entidade de Classe

SINGEO-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais

Assinado de forma digital por MARIANGELA MAZZEI SUCENA:01127465783  
Dados: 2023.08.28 23:44:17 -03'00'

#### 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

**MARIANGELA MAZZEI SUCENA - CPF: 011.274.657-83**

Local \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
data

**Morro do Ipê Mineração S/A - CNPJ: 22.902.554/0001-17**

#### 9. Informações

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
\* O comprovante de pagamento deverá ser apensado para comprovação de quitação

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 2AWW2  
Impresso em: 28/08/2023 às 23:37:48 por: , ip: 170.82.175.13



[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br)  
Tel: 0800 031 2732

[atendimento@crea-mg.org.br](mailto:atendimento@crea-mg.org.br)  
Fax:



- Anotação de Responsabilidade técnica (ART) – EdR B1 Auxiliar

Página 1/2



Anotação de Responsabilidade Técnica – ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº MG20221553989**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

### 1. Responsável Técnico

**ELIAS JOSAFÁ COTA**

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 1403750408

Registro: 0400000071537MG

Empresa contratada: **TERRACOTA CONSULTORIA E PROJETOS LTDA**

Registro Nacional: 0000061457-MG

### 2. Dados do Contrato

Contratante: **MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.**

CPF/CNPJ: 22.902.554/0001-17

**RODOVIA BR-381**

Nº: **KM 520**

Complemento:

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **BRUMADINHO**

UF: **MG**

CEP: 35460000

Contrato: **CCT000657**

Celebrado em: **14/07/2022**

Valor: **R\$ 1.635.169,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

### 3. Dados da Obra/Serviço

**RODOVIA BR 381, KM 520**

Nº: 00

Complemento:

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **IGARAPÉ**

UF: **MG**

CEP: 32900000

Data de início: **01/07/2022**

Previsão de término: **01/07/2023**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **MINERAÇÃO MORRO DO IPÊ S.A.**

CPF/CNPJ: 22.902.554/0001-17

### 4. Atividade Técnica

8 - Consultoria

Quantidade

Unidade

8 - Auditoria > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA

1,00

un

63 - Inspeção > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA

1,00

un

40 - Estudo > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA

1,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

### 5. Observações

ENGENHARIA DE REGISTRO (EdR) DAS BARRAGENS: B1 AUXILIAR - MINA TICO-TICO, B2 - MINA TICO-TICO E B1 - MINA IPÊ, EM ATENDIMENTO À RESOLUÇÃO 95/2022 DA ANM.

### 6. Declarações

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/legislacao/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

### 7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: WDCcz  
Impresso em: 21/10/2022 às 15:34:04 por: ip: 201.19.166.176

www.crea-mg.org.br  
Tol: 0312732

crea-mg@crea-mg.org.br  
Fax:

**CREA-MG**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais



- Assinaturas

### Responsável técnico pelo projeto:

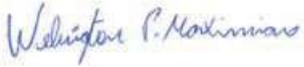


Eliás Josafá Cota  
Engenheiro Civil - CREA-MG 1403750408

### Responsável técnico pelo acompanhamento das obras:

Não aplicável. Obras não iniciadas.

### Responsável técnico da barragem



Wellington Pereira Maximiano  
Engenheiro Civil - CREA-MG 1411469151

### Responsáveis pelo relatório técnico no período avaliado:



Mariângela Mazzei Sucena  
Geóloga - CREA-MG 2000351409