



# Geoconsultoria

**Cliente :** Nacional de Grafite Ltda.

**Projeto :** Unidade de Itapecerica - MG

**Objeto :** Barragem B2  
Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR) – ANM  
Relatório Técnico de Auditoria de Segurança de Barragem (RTSB) - FEAM  
2º Semestre 2023

**Docto. :** Relatório Técnico  
GF33-RT-51 Rev. 0 agosto, 2023

Data	Rev.	Descrição	Por	Aprov.
30/08/23	0	Para conhecimento	ahv	pca

Cópias: 1 via cliente / 1 via arquivo

*Atenção : A cópia deste documento somente terá validade se conferir com as vias rubricadas por representante legal da Geoconsultoria, na última revisão*

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
1. INTRODUÇÃO .....	3
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	3
1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	3
1.3. ENDEREÇO PARA ENVIO DE CORRESPONDÊNCIA .....	4
2. IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS .....	4
2.1. IDENTIFICAÇÃO DO AUDITOR .....	4
2.2. IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE DE AUDITORIA EXTERNA AO EMPREENDIMENTO .....	4
2.3. IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR .....	4
2.4. IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA SEGURANCA DA BARRAGEM .....	5
2.5. EQUIPE TÉCNICA INTERNA DO EMPREENDIMENTO .....	5
3. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA .....	5
4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM .....	7
4.1. EXTRAVASOR .....	7
4.2. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA .....	8
4.3. DRENAGEM EXTERNA .....	8
5. CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM .....	8
5.1. POLÍTICA ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGEM.....	8
5.2. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM .....	9
6. AUDITORIAS ANTERIORES E INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA .....	9
6.1. AVALIAÇÃO DOCUMENTAL DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA .....	9
6.2. AVALIAÇÃO DAS AUDITORIAS DE BARRAGENS E RECOMENDAÇÕES.....	10
7. INSPEÇÃO DE CAMPO .....	10
7.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	11
8. AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA .....	11
9. DRENAGEM SUPERFICIAL.....	11
10. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS REJEITOS.....	11
11. MODOS DE FALHA/MECANISMOS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	12
11.1. CISALHAMENTO.....	12
11.1.1. CONDIÇÃO DRENADA.....	12
11.1.2. CONDIÇÃO NÃO DRENADA (PICO) .....	13
11.1.3. CONDIÇÃO NÃO DRENADA RESIDUAL (PÓS PICO – FLUXO DE LIQUEFAÇÃO) .....	13
11.1.4. CONDIÇÃO PSEUDOESTÁTICA (DINÂMICA).....	13
11.1.5. ANÁLISES DE ESTABILIDADE .....	13
11.2. GALGAMENTO .....	16

11.3.	EROSÃO INTERNA (PIPING) .....	16
12.	AUSCULTAÇÃO .....	16
12.1.	INSTRUMENTAÇÃO INSTALADA .....	17
13.	CARTA DE RISCO/NÍVEIS DE REFERÊNCIA .....	18
14.	SEGURANÇA OPERACIONAL .....	19
15.	PROJETO DE DESCARACTERIZAÇÃO .....	19
16.	AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA .....	20
	<b>ANEXO I – CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM – DECRETO MG 48.140, DE 25/02/2021 .....</b>	<b>21</b>
	<b>ANEXO II – CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM – ANM .....</b>	<b>23</b>
	<b>ANEXO III – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>26</b>
	<b>ANEXO IV – SAÍDAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE .....</b>	<b>35</b>
	<b>ANEXO V – GRÁFICOS DE MONITORAMENTO .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO VI – ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART .....</b>	<b>68</b>

Declaração de estabilidade  
Desenhos GF33-DE-01 a 05

## 1. INTRODUÇÃO

Esta Auditoria Técnica de Segurança de barragem decorre de exigência legal, conforme a Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que estabelece a Política Estadual de Segurança de Barragens, do Governo do Estado de Minas Gerais, para a Barragem B2, instalada na Unidade de Itapecerica, de propriedade da Nacional de Grafite Ltda., no município de Itapecerica, MG.

A necessidade de atendimento à legislação citada no parágrafo anterior é devida ao fato da barragem ter Potencial de Dano Ambiental (PDA) alto, como será apresentado no item 5 deste relatório, enquadrando-se no art. 1º, da referida Lei Estadual.

Este relatório é recomendado na Resolução ANM 95, de 07/02/2022, em específico nos artigos 19, 22, 24, 25 e Anexo II, e de sua alteração estabelecida na Resolução ANM 130, de 24/02/2023, sendo parte do Plano de Segurança da Barragem, além do Decreto MG nº 48.140/2021.

O relatório é baseado nas inspeções regulares de campo da barragem e na interpretação dos dados do monitoramento geotécnico, disponíveis. Os dados estão atualizados até o mês de julho/2023.

### 1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão: Nacional de Grafite Ltda  
Nome Fantasia: Nacional de Grafite  
CNPJ: 21.228.861/0001-00  
Endereço: Rodovia MG164, KM 04  
Complemento: Zona Rural  
Bairro: Água Limpa  
Município: Itapecerica UF: MG Cep: 35 550 000 Caixa Postal: 12  
Telefone: (37) 3341 8008  
E-mail: m.ambiente@grafite.com

### 1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Razão: Nacional de Grafite Ltda  
Nome Fantasia: Nacional de Grafite  
CNPJ: 21.228.861/0001-00  
Processo administrativo PA n.º: 138/1994/014/2014 (REVLO)  
Endereço: Rodovia MG164, KM 04  
Complemento: Zona Rural  
Bairro: Água Limpa  
Município: Itapecerica UF: MG  
Telefone: (37) 3341 8008  
E-mail: m.ambiente@grafite.com

### **1.3. ENDEREÇO PARA ENVIO DE CORRESPONDÊNCIA**

Destinatário: Alexandre Alves da Silva - Coordenador Meio Ambiente  
Endereço: Rodovia MG164- KM 04  
Complemento: Zona Rural  
Bairro/localidade: Água Limpa

## **2. IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS**

Abaixo seguem os representantes técnicos e legais do empreendedor e os responsáveis técnicos do presente relatório.

### **2.1. IDENTIFICAÇÃO DO AUDITOR**

Nome: Adalberto Hideo Viana  
Formação: Engenheiro Civil  
CPF: 266.419.318-03  
CREA: 50.62.124.275  
Telefone: (11) 3872-2076  
E-mail: geo@geoconsultoria.com

### **2.2. IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE DE AUDITORIA EXTERNA AO EMPREENDIMENTO**

Nome: Paulo Cesar Abrão  
Formação: Geólogo  
CPF: 507.888.928-00  
CREA: 06.00.329.802

### **2.3. IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR**

Nome: Clovis Cordeiro Rudge Ramos  
CPF: 214.046.678-06  
Função: Diretor Presidente  
Telefone: (37) 3341-8068  
E-mail: juridico@grafite.com

## **2.4. IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA SEGURANÇA DA BARRAGEM**

Nome: Raul Eduardo Souza Pereira  
Formação: Engenheiro de Minas  
CPF: 084.998.436-20  
CREA: MG 169146/D  
Função: Coordenador de Planejamento Operação de Mina  
Telefone: (37) 3341 8131  
E-mail: raul.eduardo@grafite.com

## **2.5. EQUIPE TÉCNICA INTERNA DO EMPREENDIMENTO**

O monitoramento da barragem é acompanhado pela equipe da unidade e pela Geoconsultoria.

A rotina do monitoramento estabelece a execução de inspeções visuais quinzenais à estrutura, com preenchimento de ficha de campo própria (FIR), na qual são estabelecidos os itens/roteiro de inspeção. Assim que preenchidas as FIR's são encaminhadas para análise e interpretação.

As medições dos instrumentos são efetuadas com frequências predeterminadas, sendo no mínimo quinzenais. Os dados coletados são atualizados nas Planilhas Monitora e encaminhadas para análise e interpretação.

A Geoconsultoria analisa os dados gerados ao longo do mês, concatenando-os em relatórios mensais de avaliação de segurança. Estes são emitidos para os envolvidos diretos com a gestão de segurança da barragem.

Não obstante, caso se identifiquem anomalias nas leituras quinzenais ou nas FIR, a Geoconsultoria contata imediatamente a Nacional de Grafite Ltda.

Além das inspeções formais quinzenais, a equipe responsável visita a barragem e o inspeciona, de maneira expedita, diariamente. Em caso de detecção de alguma anormalidade, os responsáveis são comunicados imediatamente.

A equipe técnica de segurança da barragem recebeu treinamento para realização de suas atividades, tanto de inspeção de campo, quanto para leitura dos instrumentos.

## **3. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA**

A estrutura apresenta as características apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Resumo dos dados da barragem.

<b>Resumo dados da Estrutura</b>	
<b>Nome da Estrutura</b>	Barragem B2
<b>Localização</b>	Itapecerica - MG
<b>Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento</b>	E 486.343; N 7.739.802
<b>Finalidade do barramento</b>	Contenção de água e rejeitos
<b>Ano de início de implantação</b>	1988 (último alteamento)
<b>Ano de operação;</b>	-
<b>Ano de término da operação</b>	1996
<b>Ano de descaracterização da barragem;</b>	-
<b>Situação (status) de operação atual da barragem;</b>	Inativa, desde 05/04/2023
<b>Volume atual do reservatório (m<sup>3</sup>)</b>	798.178
<b>Capacidade total do reservatório (m<sup>3</sup>)</b>	800.000.00
<b>Área do reservatório (m<sup>2</sup>)</b>	46.356
<b>Elevação (m) do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)</b>	918,21
<b>Altura atual da barragem (m)</b>	13,0
<b>Altura final prevista no projeto para a barragem (m)</b>	13,0
<b>Alteamentos realizados e seus respectivos métodos empregados</b>	1 alteamentos por jusante
<b>Alteamentos previstos</b>	nenhum
<b>Curso d'água interceptado</b>	não

<b>Resumo dados da Estrutura</b>	
<b>Classificação de categoria de risco - CRI (Decreto 48.140/21)</b>	Baixo
<b>Potencial de Dano Ambiental - PDA (Decreto 48.140/21)</b>	Alto
<b>Classificação de categoria de risco - CRI (Resolução ANM 95/22)</b>	Baixo
<b>Dano Potencial Associado - DPA (Resolução ANM 95/22)</b>	Alto

#### 4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

O início da construção desta barragem é antigo, sendo o último alteamento no ano de 1988 a 1989, quando a sua crista foi elevada do nível 927 m para 931 m. Existe somente o projeto deste último alteamento.

O lançamento de rejeitos da usina de concentração foi praticamente paralisado a partir da construção da barragem B4 (entre 1996 e 1999).

Trata-se de uma barragem de terra convencional, com aproximadamente 13 m de altura, medida entre a crista e o pé do talude de jusante, e aproximadamente 640 m de comprimento de crista.

O talude de jusante tem inclinação média de 1V:2,6H, incorporando 3 bermas com larguras escalonadas de 10 m (pé) e 2,0 m (intermediárias). A inclinação individual dos taludes é de 1V:1,5H.

Desde 05/04/2023 não há mais lançamento no reservatório da água proveniente do filtro prensa utilizado no processo de desaguamento do gesso, sendo reutilizada no processo industrial.

##### 4.1. EXTRAVASOR

A barragem possui um extravasor na ombreira esquerda, constituído por canal de concreto em forma de escada, descarregando em canal a céu aberto executado em alvenaria de pedra. A tomada d'água se localiza na cota 929,58 m. A crista da barragem está na cota 931,21 m, que é a cota do muro do extravasor.

## 4.2. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

O projeto de alteamento foi elaborado pela empresa ENGE-RIO. O alteamento foi para jusante, tendo-se executado um filtro de areia, vertical na parte superior, e descendo ao longo do talude de jusante da etapa anterior.

Na parte inferior foi executado um tapete drenante, servindo para drenar as águas de percolação e, durante a fase construtiva, também a água proveniente da camada mole subjacente, em processo de adensamento. Esse tapete é terminado por um dreno de pé, sendo as águas encaminhadas a pontos de medição (drenos 1, 2, 3 e 4).

## 4.3. DRENAGEM EXTERNA

A barragem apresenta sistema de drenagem superficial composto por canaletas de berma (meia cana de concreto com diâmetro de 0,6 cm) e descidas / escadas hidráulicas de concreto (com seções de 0,40 x 0,40 cm e 0,40 x 0,60 cm).

## 5. CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM

Abaixo seguem as classificações de acordo com as Leis e Normativas em vigor e aplicáveis a barragem de estudo.

### 5.1. POLÍTICA ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

A classificação da barragem é realizada de acordo com o Decreto MG nº 48.140, de 25/02/2021. As planilhas e tabelas desta resolução são apresentadas preenchidas no Anexo I, ao final deste documento.

A tabela 2 apresenta o resultado final da avaliação.

*Tabela 2 – Classificação Decreto 48.140.*

Categoria de risco	Baixo
Potencial de dano ambiental	Alto
Classificação da barragem	<b>B</b>

Não houve alteração da classificação da barragem com relação ao último relatório.

## 5.2. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM

A classificação da barragem é realizada de acordo com a Resolução ANM nº 95, de 07/02/2022. As planilhas e tabelas desta resolução são apresentadas preenchidas no Anexo II, ao final deste documento.

A tabela 3 apresenta o resultado final da avaliação.

*Tabela 3 – Classificação Resolução 95.*

Categoria de risco	Baixo
Dano potencial associado	Alto
Classificação da barragem	<b>B</b>

Não houve alteração da classificação da barragem com relação ao último relatório.

## 6. AUDITORIAS ANTERIORES E INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA

As inspeções visuais rotineiras na barragem são realizadas quinzenalmente, atendendo às recomendações Legais e do sistema de gestão interno. As Auditorias de segurança são realizadas com frequência semestral, conforme recomendações Legais.

### 6.1. AVALIAÇÃO DOCUMENTAL DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA

As inspeções quinzenais são avaliadas mensalmente dentro do programa de avaliação de segurança de barragens fornecido pela Geoconsultoria. No presente período de avaliação não foram identificados pontos de atenção ou que justificassem a reclassificação da Categoria de Risco da Barragem (Estado de conservação).

As avaliações mensais de segurança são arquivadas no Volume III do PSB.

Abaixo segue o principal ponto identificado nas avaliações, que fazem referência ao estado de conservação, no momento da inspeção, e ao atendimento dos planos de ação existentes na época:

- Presença de pragas formigueiros ou cupinzeiros (registro: mai/23).

## 6.2. AVALIAÇÃO DAS AUDITORIAS DE BARRAGENS E RECOMENDAÇÕES

No último relatório de auditoria de segurança (GF33RT47) foi observado aspecto adequado da barragem, com vegetação aparada, canaletas limpas e instrumentos identificados, sem presenças de erosões, trincas ou outras feições indicativas de instabilidade.

Foram indicadas as seguintes ações de rotina:

- Revisar estudo para a definição dos níveis de referência da instrumentação – Rotina (Prazo: 30/03/23 até 30/09/23);
- O combate às pragas (formigueiros e cupinzeiros) deverá continuar sendo executado na rotina da Unidade - Rotina (Prazo: 30/03/23 até 30/08/23);
- Manter a crista e os taludes da barragem roçados e limpos, de maneira a permitir uma adequada inspeção de campo - Rotina (Prazo: 30/03/23 até 30/08/23);
- Manter limpo o emboque do extravasor - Rotina (Prazo: 30/03/23 até 30/08/23);
- Manter as ações de monitoramento - inspeções de campo quinzenais e medição dos instrumentos - Rotina (Prazo: 30/03/23 até 30/08/23).

Todas as ações vêm sendo realizadas e as respectivas evidências apresentadas.

## 7. INSPEÇÃO DE CAMPO

A inspeção de campo ocorreu no dia 17 de julho 2023 e foi executada pelo Eng. Adalberto Hideo Viana, da Geoconsultoria, acompanhado pelo Eng. Maurício Couto das Neves Peixoto, da Nacional de Grafite. No momento da inspeção não estava chovendo e, segundo relatos da equipe de Unidade, dias anteriores também não havia chovido.

O aspecto geral do barramento é adequado, sem sinais que indicassem instabilidades, tais como trincas ou depressões.

As atividades de descaracterização da barragem estavam em andamento. No momento da visita, ocorriam etapas do aterro de fechamento do reservatório e a escavação para a implantação do canal de cintura.

Alguns pontos importantes da inspeção foram observados e são listados a seguir:

- A vegetação presente na barragem permitia inspeção visual detalhada;
- A crista sem sinais de empoçamento de água e estaqueada;
- Todas as bermas e instrumentos identificados
- As canaletas superficiais limpas e desobstruídas;
- O emboque do extravasor desobstruído e sem extravasamento;
- O canal extravasor estava limpo;
- O reservatório estava sem lâmina d'água e com o avanço do aterro de fechamento;
- As saídas de drenagem estavam funcionando normalmente. Não haviam sinais de carregamento de sólidos;

- O deslizamento superficial no terreno natural da margem esquerda apresentava-se estável e sem sinais de reativações do processo de instabilização. Segundo a equipe da Unidade, após as obras de fechamento do reservatório, será realizado retaludamento e plantio da região.

### **7.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**

As fotos que ilustram aspectos relevantes da barragem, tomadas durante a inspeção de campo, estão apresentadas no Anexo III.

## **8. AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA**

Com o avanço das obras de descaracterização da barragem, o sistema extravasor atual perderá sua função de laminar as cheias do reservatório e será apenas um canal de escoamento de água superficial. O projeto de descaracterização irá aproveitar a estrutura do canal da soleira e do canal extravasor atual, com adaptações na junção entre o canal e o vertedor existente.

Segundo dados do projeto de descaracterização elaborado pela empresa DAM Projetos de Engenharia, relatório número CAM-B-B2-RE-002-0, de julho/2018, o sistema vertente foi dimensionado para período de retorno de 10.000 anos, atendendo às exigências legais (Norma ABNT 13028/2017).

## **9. DRENAGEM SUPERFICIAL**

A drenagem superficial presente na barragem foi executada como parte das obras de alteamento da barragem. No campo (inspeções visuais e FIR's) não há indícios de operação inadequada, como por exemplo, erosões laterais indicativas de galgamento.

Frente as atuais normativas e as portarias reguladoras, o sistema de drenagem superficial foi reavaliado, conforme apresentado no relatório NG-29-EH-B2-RL-R0, elaborado pela empresa 3EM em 30/08/2023. Tal estudo conclui sobre a adequação do sistema de drenagem superficial para atender a chuva TR=100 anos.

## **10. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS REJEITOS**

No início da operação da barragem os rejeitos depositados no reservatório eram oriundos da concentração física do minério, portanto, semelhantes aos atualmente depositados no reservatório da Barragem B4, caracterizado abaixo:

- 80% de areia, com predominância de areia média.

- Densidade dos sólidos: 27,4 kN/m<sup>3</sup>
- Densidade seca máxima: 16,5 kN/m<sup>3</sup>
- Umidade ótima: 18,1 %
- Densidade seca: 12,0 a 13,0 kN/m<sup>3</sup>
- Coeficiente de permeabilidade: 2,2 x 10<sup>-4</sup> a 7,0 x 10<sup>-6</sup> cm/s
- Resistência em termos de tensão efetiva: 33° a 34° e coesão nula

Atualmente, o reservatório é utilizado no processo de neutralização do efluente da concentração química, recebendo pequena parcela de polpa de gesso e de água do processo de filtração da polpa de gesso.

Conforme laudo do laboratório Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda., de outubro de 2009, documento 2017/09 - A – RL 4095/09, o gesso é classificado como Classe II - A, não perigoso e não inerte, sendo sua composição predominante CaSO<sub>4</sub>. Sua granulometria, conforme análises internas, compreende 15% de argila, 62% de silte e 23% de areia.

## 11. MODOS DE FALHA/MECANISMOS DE RUPTURA DA BARRAGEM

Neste item é avaliada a segurança da Barragem com relação aos possíveis modos de ruptura da estrutura, que são: cisalhamento, galgamento e erosão interna (*piping*).

Atendendo à norma brasileira ABNT 13.028/2017, à Resolução ANM 95, e ao recente “Termo de referência para a elaboração do relatório técnico de auditoria de segurança de barragens”, da FEAM, a estabilidade foi analisada para três condições de solicitação: condição drenada, condição não drenada com resistência de pico e condição não drenada pseudo-estática.

### 11.1. CISALHAMENTO

Os Fatores de Segurança (FS) de referência são diferentes para a condição drenada e não drenada, em carregamentos estáticos e pseudo-estáticos, pois representam condições de comportamento diferentes dos solos, quando submetidos às referidas condições de carregamento. Nos subitens seguintes, são apresentados os valores de referência para cada condição analisada, assim como a referências bibliográficas que subsidiam os referidos valores.

#### 11.1.1. CONDIÇÃO DRENADA

Nas análises de estabilidade para condição de solicitação drenada, a norma brasileira estabelece valor mínimo para o FS de 1,5, para a condição normal de operação e nível d'água máximo do reservatório.

### **11.1.2. CONDIÇÃO NÃO DRENADA (PICO)**

Quando se trata de fatores de segurança para condições não drenadas, a norma não especifica um valor mínimo, sendo este estabelecido pelo projetista, entretanto, de acordo com a Resolução ANM 95, o fator de segurança mínimo é de 1,3.

### **11.1.3. CONDIÇÃO NÃO DRENADA RESIDUAL (PÓS PICO – FLUXO DE LIQUEFAÇÃO)**

Para a condição não drenada residual, quando o solo ou os rejeitos apresentam susceptibilidade à liquefação, a Norma brasileira (NBR13028/2017), a Resolução ANM 95 e o Termo de Referência da FEAM para elaboração de auditorias de segurança não estabelecem referências para os valores de fator de segurança mínimos.

Por outro lado, a condição residual depende da ocorrência de gatilhos que desencadeiem uma solicitação não drenada.

Para a condição atual da barragem, os possíveis gatilhos (deformação, elevação freática, carregamentos rápidos, escorregamento, etc.) são acompanhados e controlados, portanto, estando cobertos pela condição não-drenada e não drenada pseudo-estática.

Para os gatilhos ditos “desconhecidos”, de origem indeterminada, podem até serem discutidos para barragens alteadas por montante, de grande extensão e altura, mas no presente caso não se entende como aplicável.

Ou seja, a hipótese de um gatilho desconhecido, de origem indeterminada, deve estar atrelada a uma probabilidade de ocorrência muito baixa, dentro da faixa de riscos admitida para qualquer tipo de barragem.

### **11.1.4. CONDIÇÃO PSEUDOESTÁTICA (DINÂMICA)**

Como critério de aceitação da estabilidade pseudo-estática, será adotado FS maior ou igual a 1,1 ( $FS \geq 1,1$ ), de acordo com o estabelecido na Norma 13028/2017.

### **11.1.5. ANÁLISES DE ESTABILIDADE**

Os parâmetros de resistência adotados para os materiais foram definidos a partir da campanha complementar de investigação realizada em 2022, conforme apresentados na tabela 3. Os dados consolidados estão apresentados no relatório GF40RT14-R0, de janeiro de 2023.

Tabela 4 - Parâmetros de resistência dos materiais.

Material	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tensões totais		Tensões efetivas	
		c [kPa]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	$\varphi'$ [°]
Aterro compactado – etapa inicial <sup>1</sup>	20	84	17	30	31
Aterro compactado – alteamento <sup>1</sup>	18	8	17	17	24
Rejeitos <sup>1</sup>	19	12	33	0	37
Solo aluvionar arenoso <sup>1</sup>	16	63	0	37	22
Drenagem interna <sup>2,3</sup>	20	0	30	0	30
Enrocamento <sup>2,3</sup>	23	0	35	0	35
Solo residual (gnaisse) <sup>1</sup>	20	20	14	12	29

c,  $\varphi$  – coesão e ângulo de atrito

$\gamma$  - Peso específico natural

<sup>1</sup>valores estimados a partir dos ensaios triaxial;

<sup>2</sup>valores adotados com conservadorismo, sem referência;

<sup>3</sup>foram utilizados os mesmos parâmetros para a condição total e efetiva.

As análises de estabilidade foram realizadas para as seções de maior altura (seção A e C) e outra seção próximo ao extravasor (seção D), utilizando os dados freáticos e piezométricos registrados nos últimos 6 meses.

As análises foram realizadas empregando-se os métodos de Morgenstern-Price, Spencer e Bishop, utilizando-se o software Slide, desenvolvido pela Rocscience Inc.

Os resultados obtidos das análises mostram fatores de segurança (FS) maiores do que o mínimo requerido em norma (NBR 13028/2017) e Resolução ANM 95, como mostrado nas tabelas 5 a 7. No Anexo IV são apresentadas as figuras com as saídas do programa de estabilidade.

Tabela 5 – Resultados das análises de estabilidade – Seção A - Jusante.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS <sub>min</sub>	Figura
GLE/Morgenstern-Price (MP)	drenada	circular	1,75	1,5	Anexo IV.1
		não circular	1,70		Anexo IV.2
	não drenada	circular	1,75	1,3	Anexo IV.3
		não circular	1,70		Anexo IV.4
	pseudo-estática	circular	1,58	1,1	Anexo IV.5
		não circular	1,54		Anexo IV.6
Spencer (S)	drenada	circular	1,75	1,5	Anexo IV.7
		não circular	1,73		Anexo IV.8
	não drenada	circular	1,75	1,3	Anexo IV.9
		não circular	1,73		Anexo IV.10
	pseudo-estática	circular	1,58	1,1	Anexo IV.11
		não circular	1,56		Anexo IV.12
Bishop (B)	drenada	circular	1,77	1,5	Anexo IV.13
		não circular	1,62		Anexo IV.14
	não drenada	circular	1,77	1,3	Anexo IV.15
		não circular	1,62		Anexo IV.16
	pseudo-estática	circular	1,60	1,1	Anexo IV.17
		não circular	1,47		Anexo IV.18

Tabela 6 – Resultados das análises de estabilidade – Seção C - Jusante.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS <sub>min</sub>	Figura
<b>GLE/Morgenstern-Price (MP)</b>	drenada	circular	1,67	1,5	Anexo IV.19
		não circular	1,60		Anexo IV.20
	não drenada	circular	1,67	1,3	Anexo IV.21
		não circular	1,60		Anexo IV.22
	pseudo-estática	circular	1,48	1,1	Anexo IV.23
		não circular	1,41		Anexo IV.24
<b>Spencer (S)</b>	drenada	circular	1,67	1,5	Anexo IV.25
		não circular	1,62		Anexo IV.26
	não drenada	circular	1,67	1,3	Anexo IV.27
		não circular	1,62		Anexo IV.28
	pseudo-estática	circular	1,48	1,1	Anexo IV.29
		não circular	1,41		Anexo IV.30
<b>Bishop (B)</b>	drenada	circular	1,69	1,5	Anexo IV.31
		não circular	1,53		Anexo IV.32
	não drenada	circular	1,69	1,3	Anexo IV.33
		não circular	1,53		Anexo IV.34
	pseudo-estática	circular	1,50	1,1	Anexo IV.35
		não circular	1,36		Anexo IV.36

Tabela 7 – Resultados das análises de estabilidade – Seção D - Jusante.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS <sub>min</sub>	Figura
<b>GLE/Morgenstern-Price (MP)</b>	drenada	circular	2,15	1,5	Anexo IV.37
		não circular	2,08		Anexo IV.38
	não drenada	circular	1,47	1,3	Anexo IV.39
		não circular	1,43		Anexo IV.40
	pseudo-estática	circular	1,22	1,1	Anexo IV.41
		não circular	1,19		Anexo IV.42
<b>Spencer (S)</b>	drenada	circular	2,14	1,5	Anexo IV.43
		não circular	2,08		Anexo IV.44
	não drenada	circular	1,47	1,3	Anexo IV.45
		não circular	1,41		Anexo IV.46
	pseudo-estática	circular	1,22	1,1	Anexo IV.47
		não circular	1,18		Anexo IV.48
<b>Bishop (B)</b>	drenada	circular	2,14	1,5	Anexo IV.49
		não circular	1,89		Anexo IV.50
	não drenada	circular	1,47	1,3	Anexo IV.51
		não circular	1,31		Anexo IV.52
	pseudo-estática	circular	1,22	1,1	Anexo IV.53
		não circular	1,10		Anexo IV.54

Como podem ser observados, os fatores de segurança atendem ao mínimo recomendado.

## 11.2. GALGAMENTO

Durante a inspeção de campo não havia fluxo de água na região do extravasor e estavam em andamento as obras de descaracterização da barragem.

Conforme informações apresentadas no presente relatório, o sistema extravasor para a configuração da barragem descaracterizada está adequado e atende as exigências (Norma ABNT 13028/2017).

## 11.3. EROSÃO INTERNA (PIPING)

A erosão interna ocorre quando há fluxos de fluidos descontrolados através de um maciço, promovendo o carreamento de sólidos.

No caso da ocorrência desse fenômeno, inicialmente seria possível notar a formação de uma “mancha” de umidade no talude de jusante, que evoluiria para uma surgência de água, de pequena vazão inicial. Com a erosão interna, a vazão da surgência aumentaria, aumentando a velocidade da erosão, e assim progressivamente, até que ocorresse a instabilização do maciço. Para o projeto em questão os critérios operacionais adotados (reduzido espelho d’água e sistema de drenagem interno) minimizam a possibilidade de ocorrência de “*piping*”.

Nas inspeções regulares efetuadas pelo empreendedor e pela Geoconsultoria não foram encontrados sinais de umidade nas faces dos taludes ou surgências.

O monitoramento (piezômetros e poços de monitoramento) mostram a funcionalidade do sistema de drenagem interno, conduzindo adequadamente o fluxo de infiltração de água.

Portanto, o risco de ocorrer erosão interna é baixo.

## 12. AUSCULTAÇÃO

O monitoramento da barragem é composto por medições de instrumentos (piezômetros, medidores de nível d’água, medidores de vazão dos drenos de fundo, régua de nível d’água no reservatório, marcos de recalque e pluviometria) e inspeções de campo.

As medições dos instrumentos são efetuadas pela equipe da Nacional de Grafite, que as repassa para a Geoconsultoria, responsável por sua interpretação.

Alguns instrumentos da barragem serão automatizados, seguindo as determinações da Resolução ANM 95.

## 12.1. INSTRUMENTAÇÃO INSTALADA

Na barragem estão instalados e em funcionamento os seguintes instrumentos:

- 3 medidores de nível d'água
- 17 piezômetros tipo Casagrande
- 5 medidores de vazão do dreno de fundo
- 7 marcos de recalque
- 1 régua de leitura do nível d'água do reservatório
- 1 pluviômetro.

A locação destes instrumentos é mostrada no desenho GF33-DE-07. As seções de monitoramento, atualizadas com a indicação do nível d'água registrado nas últimas leituras realizadas nos instrumentos, são mostradas no desenho GF33-DE-08.

As frequências mínimas estabelecidas para a aquisição dos dados dos instrumentos são as seguintes:

- Diária = pluviometria;
- Semanal = régua graduada do reservatório;
- Quinzenal = piezômetros (PZ's), medidores de nível d'água (MNA's), medidores de vazão (MV's) e marcos de recalque (MR's).

As figuras citadas nesse item, com os gráficos das medições dos instrumentos, são apresentadas no Anexo V.

Na figura 1 são apresentados os dados de pluviometria, mensais e anuais, medidos diariamente desde o ano de 2004. Considerando-se o período chuvoso como compreendido entre os meses de outubro de determinado ano até março do ano subsequente, o histórico de chuvas na região da Unidade é o seguinte, entre os anos de 2004 e 2023:

- out/04 a mar/05: 1624 mm
- out/05 a mar/06: 1343 mm
- out/06 a mar/07: 1335 mm
- out/07 a mar/08: 1219 mm
- out/08 a mar/09: 1524 mm
- out/09 a mar/10: 1126 mm
- out/10 a mar/11: 1507 mm
- out/11 a mar/12: 1532 mm
- out/12 a mar/13: 912 mm
- out/13 a mar/14: 612 mm
- out/14 a mar/15: 1053 mm
- out/15 a mar/16: 1188 mm
- out/16 a mar/17: 893 mm
- out/17 a mar/18: 1295 mm
- out/18 a mar/19: 1634 mm

- out/19 a mar/20: 1492 mm
- out/20 a mar/21: 1168 mm
- out/21 a mar/22: 1689 mm
- out/22 a mar/23: 1494 mm

Com base nestes dados pode-se observar que a precipitação média é de 1297 mm.

O período chuvoso de 2018-2019 foi o maior do histórico registrado, com precipitação de 1634 mm. O menor registro de precipitação foi do período de 2013-2014, com precipitação de 612 mm. O presente período chuvoso apresenta precipitação diária máxima de 85 mm, registrada no dia 07/01/23, e maior precipitação acumulada no mês de jan/23, com 515 mm.

Com o avanço da obra de descaracterização, o não lançamento de rejeitos no reservatório e, a partir de abr/23, não há lâmina d'água no reservatório (figura 2).

Os piezômetros (PZC's) e medidores de nível d'água (MNA) mostram leituras atuais com tendência de redução dos níveis, influenciados pela retirada de água do reservatório, conforme apresentado nas figuras 3 e 4.

O PZC-5 mostra maior influência das chuvas, com variações bruscas e pontuais.

Os piezômetros PZC-2, 4, 5 e 6, apresentam maior histórico de leituras. Estes mostram comportamento médio, a partir de abr/21, com tendência de elevação dos níveis, influenciados pelas variações do NA do reservatório e pelas chuvas. As leituras atuais mostram estabilidade de comportamento.

O medidor de nível d'água MNA-1 está seco. Os MNA-2 e 3 mostram tendência de redução dos níveis para as últimas leituras, influenciado pela retirada total da lâmina d'água do reservatório. (figura 4).

Estão em funcionamento 5 drenos na área de jusante da barragem, apenas o dreno 2 apresenta vazão, com último registro de 0,11 m<sup>3</sup>/h e tendência de redução das vazões (figura 5). Esse comportamento também vem sendo influenciado pela retirada de água do reservatório.

Os marcos de recalque superficiais (MR's) mostram comportamento médio estável em termos de recalque e deslocamentos horizontais (figura 6).

### **13. CARTA DE RISCO/NÍVEIS DE REFERÊNCIA**

Os níveis de referência da instrumentação (MNA e PZ) são apresentados no relatório GF36RT01-R2, emitido pela Geoconsultoria.

O estudo estabelece fatores de segurança para a determinação das faixas de valores dos níveis de referência. Os níveis de referência são atenção, alerta e emergência. Os instrumentos registraram leituras sempre na faixa classificada como normal.

#### **14. SEGURANÇA OPERACIONAL**

A barragem é acompanhada pela Geoconsultoria, de maneira contínua. O acompanhamento prevê a avaliação da instrumentação e das inspeções de campo, caracterizando a segurança e a estabilidade da estrutura.

O monitoramento geotécnico é composto pelas atividades de inspeção de campo e de leitura dos instrumentos instalados na estrutura. A descrição detalhada destas atividades já foi apresentada ao longo desse relatório.

As inspeções de campo quinzenais, formais, são registradas em formulários específicos para a barragem. As leituras dos instrumentos são inseridas na planilha de monitoramento, que gera os gráficos de acompanhamento apresentados no Anexo V.

Em caso de detecção de qualquer anormalidade na inspeção de campo ou na leitura de algum instrumento, por parte do operador da barragem, é realizado um contato imediato com a Geoconsultoria, que analisa o fato também de maneira imediata.

Caso não forem detectadas anomalias, as fichas de inspeção de campo e a planilha de monitoramento são enviadas assim que atualizadas para análise por parte da Geoconsultoria. De posse dos dados do monitoramento, a Geoconsultoria executa a avaliação mensal do comportamento da barragem. Mensalmente é emitido um parecer formal que avalia a segurança da mesma. É também avaliado o andamento das ações recomendadas para manutenção da boa condição de segurança da estrutura. Em função desta análise conjunta, a Geoconsultoria classifica a condição de segurança da barragem com base em critérios próprios.

A avaliação mensal, documento técnico, é enviada à equipe de segurança da estrutura e à Gerência Geral da Unidade. Um resumo da avaliação, em forma de Farol, é encaminhado em seguida para a Diretoria Corporativa da Nacional de Grafite.

A metodologia de avaliação da segurança atualmente empregada é continuada, pois possibilita que eventuais problemas com a estrutura sejam detectados rapidamente, permitindo ações imediatas e impedindo-os de evoluir. Dessa forma, tem-se uma gestão preventiva de segurança da barragem.

#### **15. PROJETO DE DESCARACTERIZAÇÃO**

O projeto de descomissionamento da barragem da barragem B2 foi realizado pela empresa DAM, CAM-E-B2-RE-001-0, março de 2019. Um dos itens desse projeto é o estudo geológico-geotécnico

do maciço e de sua fundação, além da caracterização da condição atual do maciço, levando em consideração todas as fases de alteamento da barragem.

Basicamente, a descaracterização propõe o preenchimento do reservatório e posterior implantação de um canal de cintura. Esse projeto já foi apresentado ao órgão licenciador e tem previsão de conclusão das obras em out/23.

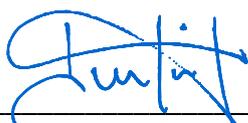
## 16. AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

A Geoconsultoria, em vista da Avaliação de Segurança conduzida para a referida estrutura, para os dados de monitoramento dos últimos seis meses, é de parecer que as condições de segurança hidráulica e de estabilidade física do maciço, estabelecidos pela NBR 13028/2017, são adequadas.

Não obstante a este parecer, são recomendadas as seguintes ações:

- O combate às pragas (formigueiros e cupinzeiros) deverá continuar sendo executado na rotina da Unidade - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter a crista e os taludes da barragem roçados e limpos, de maneira a permitir uma adequada inspeção de campo - Rotina (Prazo: Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter limpo o canal de cintura e soleira vertente - Rotina (Prazo: Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter as ações de monitoramento - inspeções de campo quinzenais e medição dos instrumentos - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24).

São Paulo, 30 de agosto de 2023.



Eng. Adalberto H. Viana  
CREA 5062124275

## ANEXO I – CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM – DECRETO MG 48.140, DE 25/02/2021

NOME DA BARRAGEM	<b>BARRAGEM B2</b>		
NOME DO EMPREENDEDOR	<b>NACIONAL DE GRAFITE LTDA</b>		
DATA	<b>25/08/2021</b>		

**I.1 - CATEGORIA DE RISCO - CRI**

		Pontos	
1	Características Técnicas (CT)	5	
2	Estado de Conservação (EC)	0	
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	2	
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS</b>		<b>7</b>	<b>BAIXO</b>

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI	
		INDÚSTRIA	MINERAÇÃO
ALTO		≥ 65 OU EC=10*	≥ 65 OU EC=10*
MÉDIO		37 < CRI < 65	37 < CRI < 65
BAIXO		≤ 37	≤ 37

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

**I.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO**

		Pontos	
POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL (PDA)		<b>23</b>	<b>ALTO</b>

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	PDA	
		RESÍDUOS / REJEITOS	ÁGUA
ALTO		≥ 13	≥ 13
MÉDIO		7 < DPA < 13	10 < DPA < 13
BAIXO		≤ 7	≤ 7

**RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:**

CATEGORIA DE RISCO	<b>BAIXO</b>
POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	<b>ALTO</b>
<b>CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM</b>	<b>B</b>

CATEGORIA DE RISCO	RESÍDUOS OU REJEITOS (INDÚSTRIA OU MINERAÇÃO)	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL		
		ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
MÉDIO		<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
BAIXO		<b>B</b>	<b>C</b>	<b>E</b>

1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT				
Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura ≤ 10 m (0)	Comprimento ≤ 50 m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamlenar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
10 m < Altura < 30 m (1)	50 m < Comprimento < 200 m (1)	Mlenar (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 m ≤ Altura ≤ 60 m (4)	200 ≤ 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 > 60 m (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 atingido a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada, em desacordo com o projeto (8)
<b>Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna</b>				
1	2	0	2	0
2 - 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 ou 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>Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna</b>				
0	0	0	0	0
3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PSB				
Documentação de Projeto (j)	Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (k)	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>Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna</b>				
2	0	0	0	0
4 - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL - PDA				
Volume Total do Reservatório (a)	Potencial de perdas de vidas humanas (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto sócio-econômico (d)	
MUITO PEQUENO <= 1 milhão m³ (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transilando 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 II B - inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)	
PEQUENO 1 milhão a 5 milhões m³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	BADIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)	
MÉDIO 5 milhões a 25 milhões m³ (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual 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 II B - inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)	
GRANDE 25 milhões a 50 milhões m³ (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 II A - Não inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) (8)	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)	
MUITO GRANDE >= 50 milhões m³ (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I- Perigosos segundo a NBR 10004 da ABNT) (10)	-	
<b>Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna</b>				
2	10	8	3	

### ANEXO II – CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM – ANM

NOME DA BARRAGEM	<b>BARRAGEM B2</b>
NOME DO EMPREENDEDOR	<b>NACIONAL DE GRAFITE Ltda.</b>
DATA	<b>28/03/2022</b>

**I.1 - CATEGORIA DE RISCO - CRI**

		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	15
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	2
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS</b>		<b>17</b> <b>BAIXO</b>

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI Mineração
	ALTO	$\geq 80$ OU $EC=10^*$
MÉDIO	40 a 80	
BAIXO	$\leq 40$	

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

**I.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO**

		Pontos
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		<b>23</b> <b>ALTO</b>

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	$\geq 13$
MÉDIO	$7 < DPA < 13$	
BAIXO	$\leq 7$	

**RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:**

CATEGORIA DE RISCO	<b>BAIXO</b>
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	<b>ALTO</b>
<b>CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM</b>	<b>B</b>

		DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
		ALTO	MÉDIO	BAIXO
CATEGORIA DE RISCO	ALTO	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	MÉDIO	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	BAIXO	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>E</b>

1.1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT (RESÍDUOS E REJEITOS)

Altura	Comprimento	Vazão de Projeto	Método Construtivo	Instrumentação
Altura ≤ 15m (0)	Comprimento ≤ 50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
15m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Mlenar (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)	200 ≤ 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 (10)	Barragem não instrumentada, em desacordo com o projeto (8)

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

0	3	0	2	0
---	---	---	---	---

1.1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT (continuação)

Inclinação média dos taludes na seção principal	Controle de Compactação	Existência de drenagem interna	Fundação	Idade da barragem
Suave (≤ 1V:3H) ou barragem de concreto (0)	Existem documentos que comprovam o controle de compactação conforme projeto e que comprovam o acompanhamento e controle tecnológico durante a execução (0)	Drenagem construída conforme projeto ou não existe drenagem em projeto (0)	Fundação investigada conforme projeto (0)	Entre 5 e 15 anos (1)
Intermediário (1V:2H ≥ Inclinação > 1V:3H) (3)	Existem estudos geotécnicos que comprovam o grau de compactação de acordo com projeto (4)	Drenagem corretiva construída posteriormente a conclusão da barragem (4)	Fundação parcialmente investigada (6)	Entre 15 e 30 anos (2)
Ingreme (> 1V:2H) (6)	Não houve controle tecnológico e/ou não há informação e/ou compactação em desacordo com projeto (10)	Sistema de drenagem em desacordo com projeto ou inexistente ou desconhecida ou estudo não confiável ou inoperante (10)	Fundação desconhecida / Estudo não confiável (10)	< 5 anos ou > 30 anos ou sem informação (3)
-	-	-	-	-

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

3	4	0	0	3
---	---	---	---	---

1.2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC (RESÍDUOS E REJEITOS)

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras	Percolação	Deformações e Recalques	Deterioração dos Taludes / Paramentos	Drenagem Superficial
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)	Drenagem superficial existente e operante (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)	Existência de trincas e/ou assoreamento e/ou abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias, sem restrição operacional e extravasor com capacidade plena (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou 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)	Existência de trincas e/ou assoreamento e/ou abatimentos sem medidas corretivas em implantação (4)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com careamento 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)	Drenagem superficial inexistente (5)

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

0	0	0	0	0
---	---	---	---	---

BARRAGEM B2

1.3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS (RESÍDUOS E REJEITOS)

Documentação de Projeto	Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem	Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Plano de Ação Emergencial - PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem ou é barragem não enquadrada nos incisos I, II, III ou IV, parágrafo único do art. 1º da Lei nº 12.334/2010. (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação ou é barragem não enquadrada nos incisos I, II, III ou IV, parágrafo único do art. 1º da Lei nº 12.334/2010 (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança ou é barragem não enquadrada nos incisos I, II, III ou IV, parágrafo único do art. 1º da Lei nº 12.334/2010 (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)	- -	- -	- -	- -

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

2	0	0	0	0
---	---	---	---	---

QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (RESÍDUOS E REJEITOS)

Volume Total do Reservatório	Existência de população a jusante	Impacto ambiental	Impacto sócio-econômico
Muito Pequeno: <= 500 mil m³ (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 II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
Pequeno: 500 mil a 5 milhões m³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
Médio: 5 milhões a 25 milhões m³ (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual 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 II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
Grande: 25 milhões a 50 milhões m³ (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 II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) (8)	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
Muito Grande: >= 50 milhões m³ (5)	- -	MUITO SIGNIFICATIVO ACRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I- Perigosos segundo a NBR 10004 da ABNT) (10)	- -

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

2	10	8	3
---	----	---	---

### ANEXO III – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



*Foto 1 – Crista da barragem – Vista para a ombreira esquerda.*



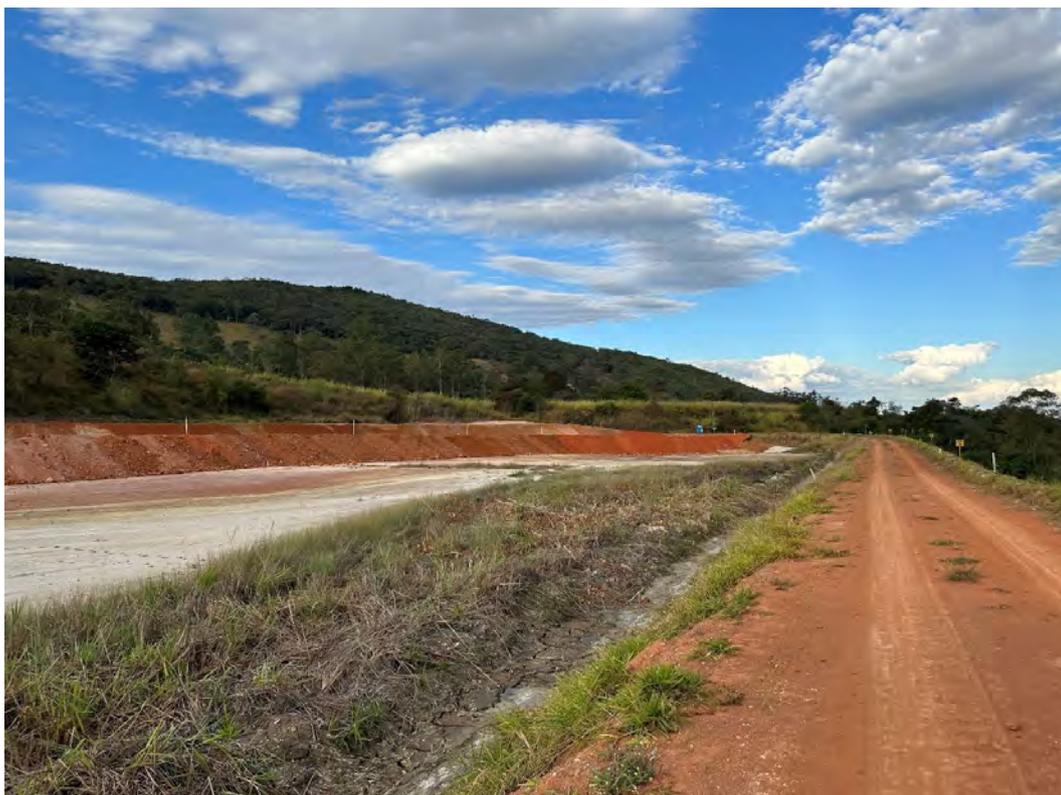
*Foto 2 – Crista da barragem – Vista para a ombreira direita.*



Foto 3 – Reservatório – Detalhe para o avanço do aterro de fechamento do reservatório.



Foto 4 – Reservatório – Detalhe para o avanço do aterro de fechamento do reservatório.



*Foto 5 – Reservatório – Detalhe para o avanço do aterro de fechamento do reservatório.*



*Foto 6 – Canal de cintura – Detalhe para a escavação do canal, no interior do reservatório, em alinhamento contornando a cabeceira do reservatório.*



Foto 7 – Emboque extravasor – O canal de cintura irá desaguar no atual extravasor da barragem – Detalhe para as obras de aterro de encaixe do canal de cintura.



Foto 8 – Canal extravasor - escada.



Foto 9 – Canal extravasor - escada.



Foto 10 – Talude de jusante entre as cotas 931 e 927 m- Vista para a ombreira direita.



Foto 11 – Talude de jusante. Berma da cota 927 m - Vista para a ombreira esquerda.

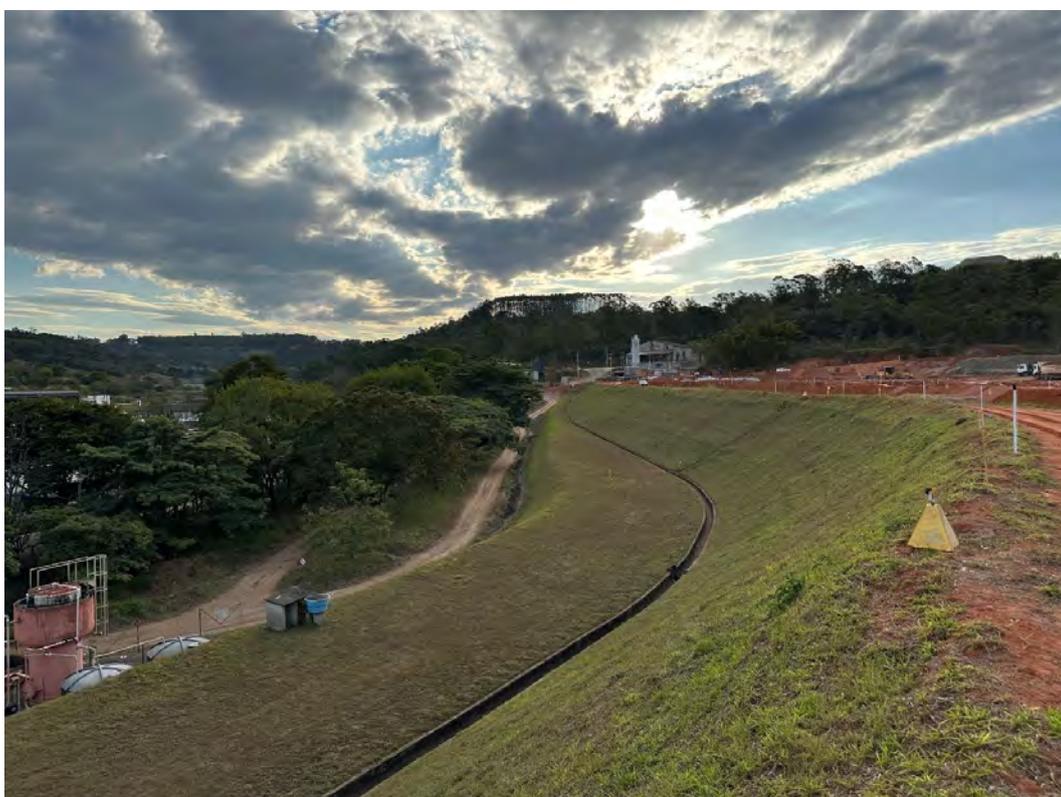


Foto 12 – Talude de jusante entre as cotas 931 e 924 m- Vista para a ombreira direita.



Foto 13 – Talude de jusante. Berma da cota 924 m - Vista para a ombreira esquerda.

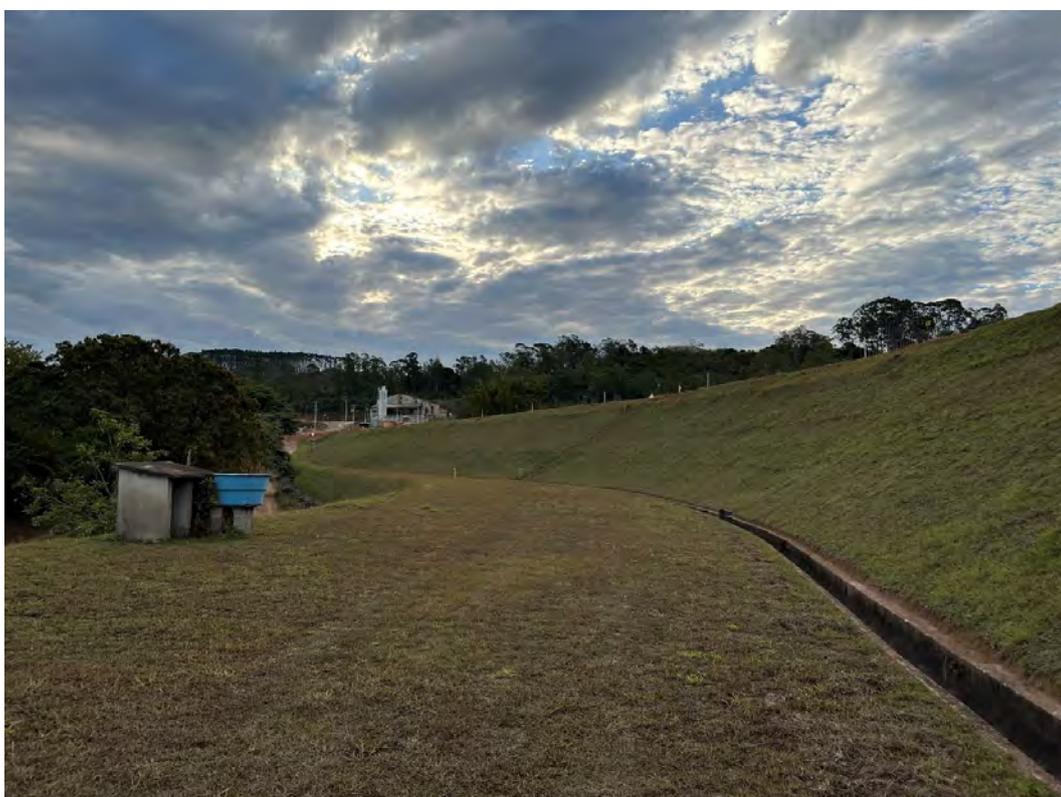


Foto 14 – Talude de jusante. Berma da cota 924 m - Vista para a ombreira direita.

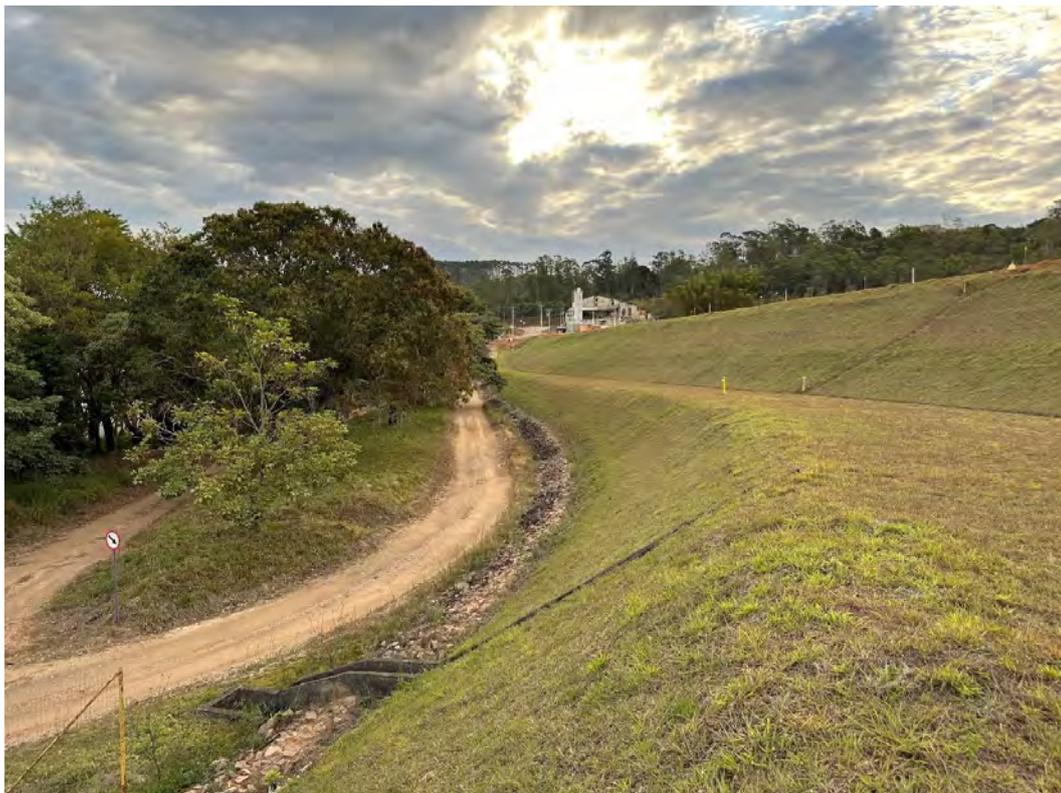


Foto 15 – Saída do dreno de fundo, próximo à ombreira direita.



Foto 16 – Saída do dreno de fundo, próximo à ombreira esquerda.

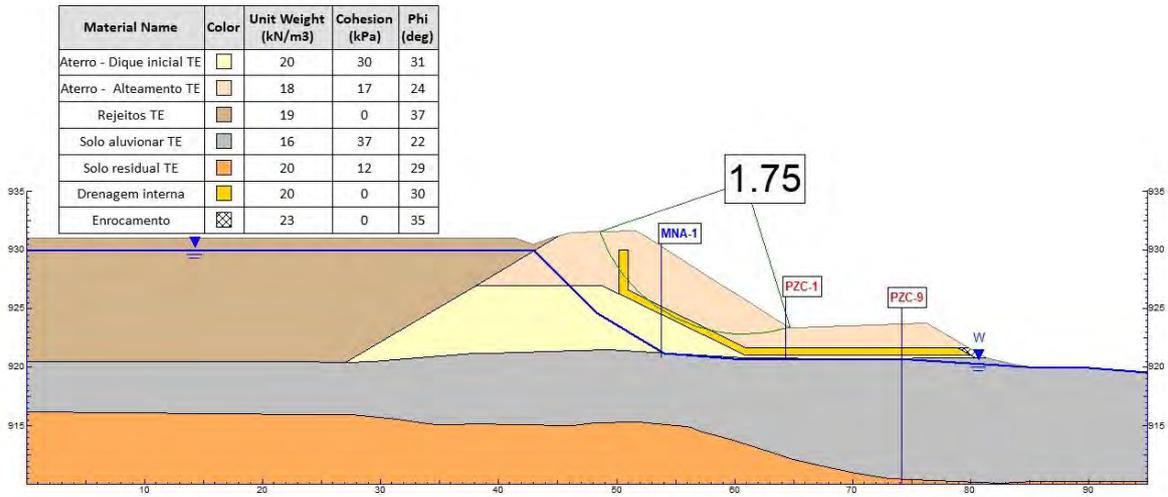


Foto 17 – Talude de jusante - Vista frontal.

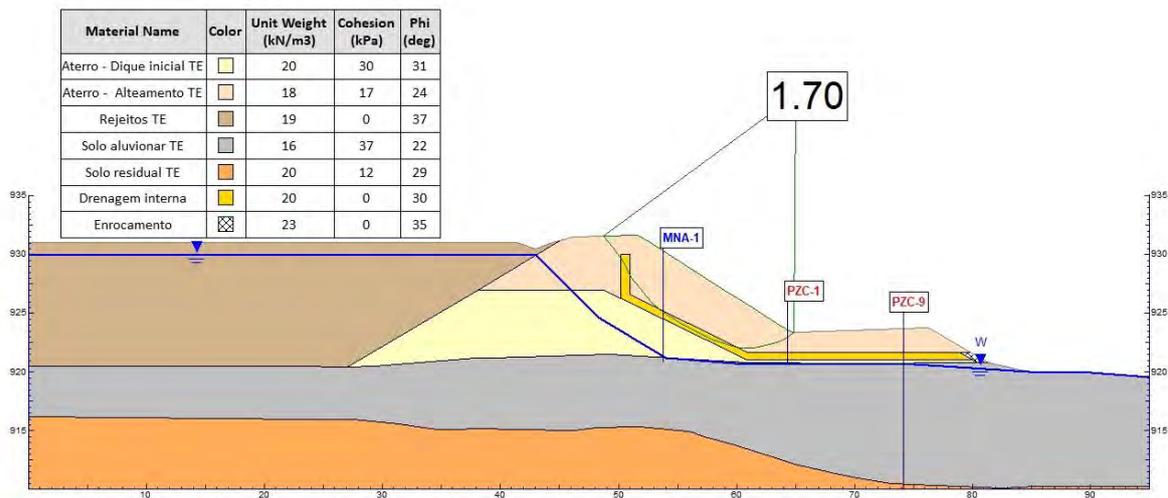


Foto 18 – Talude de jusante - Vista lateral.

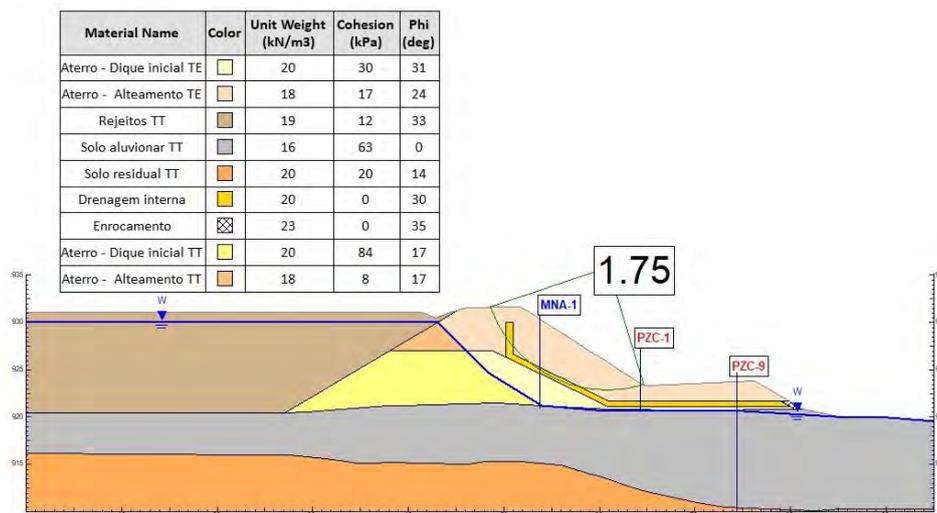
**ANEXO IV – SAÍDAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE**



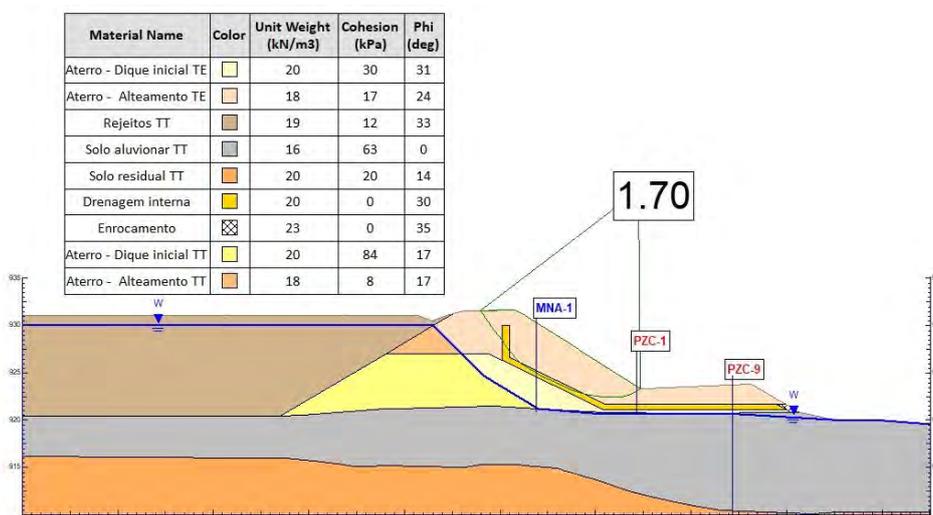
*Anexo IV 1 – Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada circular – MP*



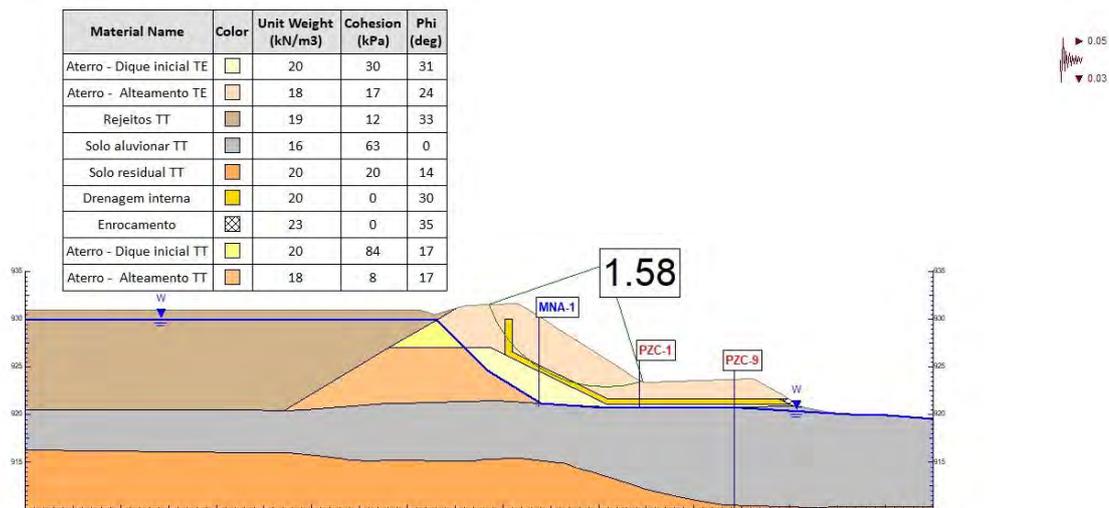
*Anexo IV 2 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada não circular – MP*



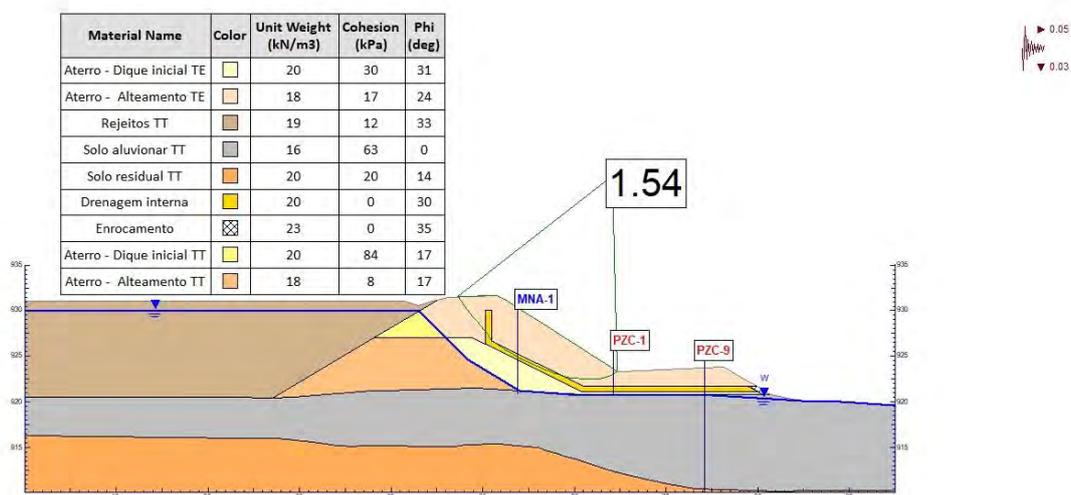
Anexo IV 3 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada circular – MP



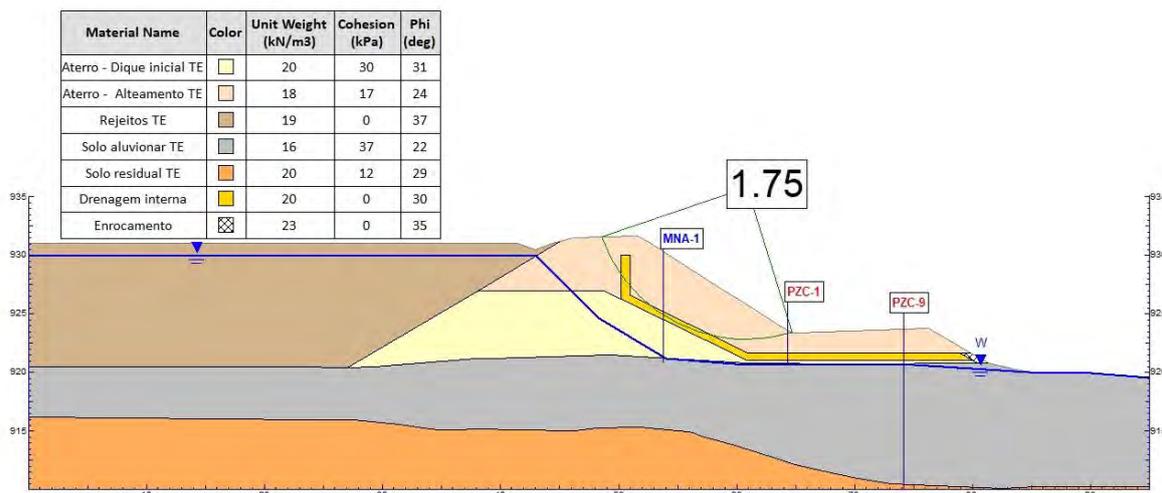
Anexo IV 4 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada não circular – MP



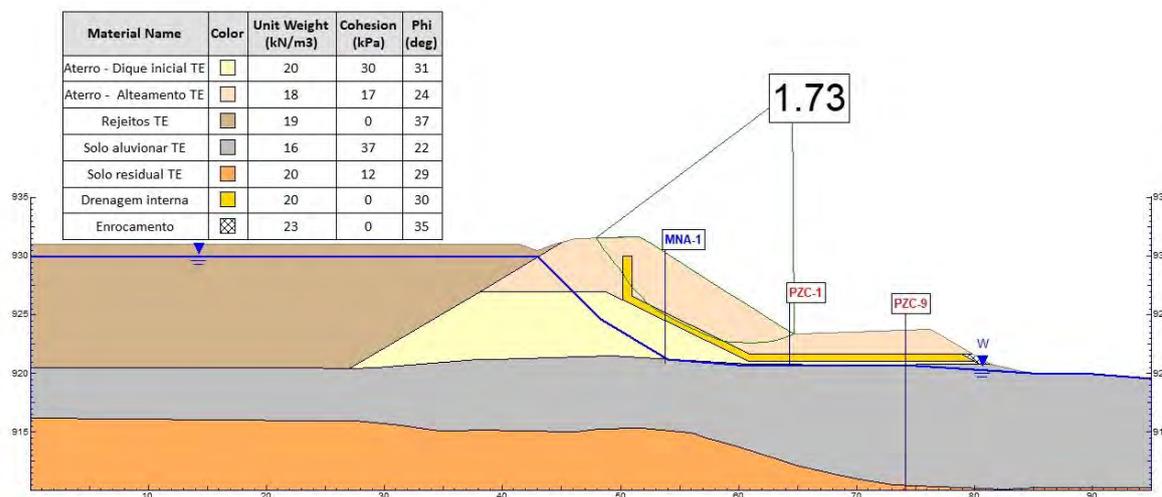
Anexo IV 5 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática circular – MP



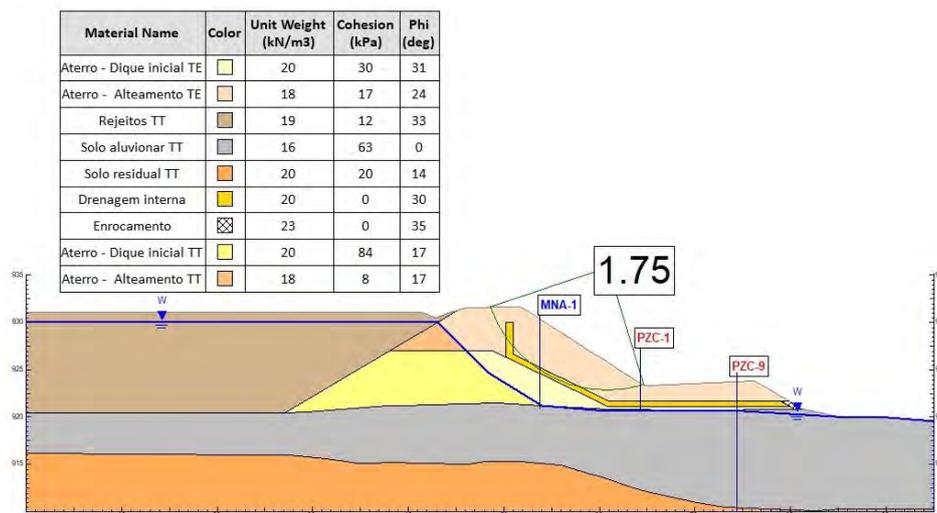
Anexo IV 6 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática não circular – MP



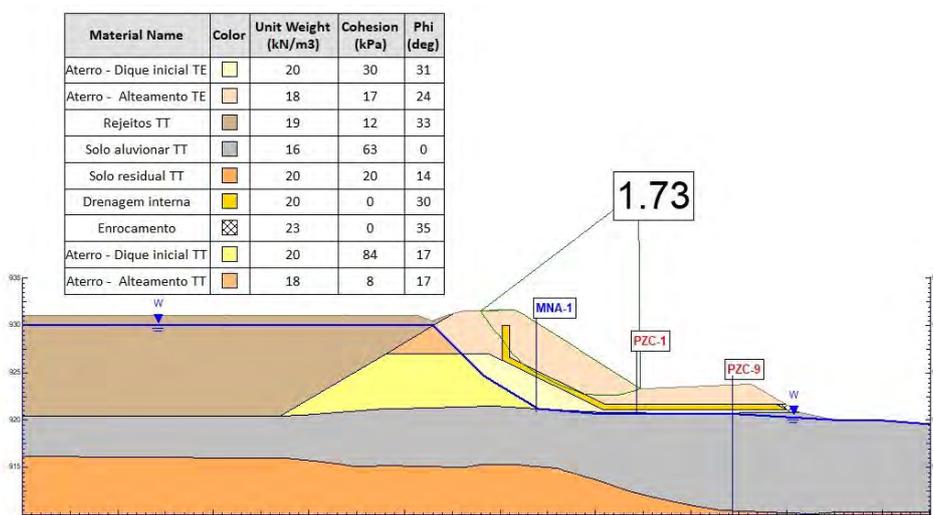
Anexo IV 7 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada circular – S



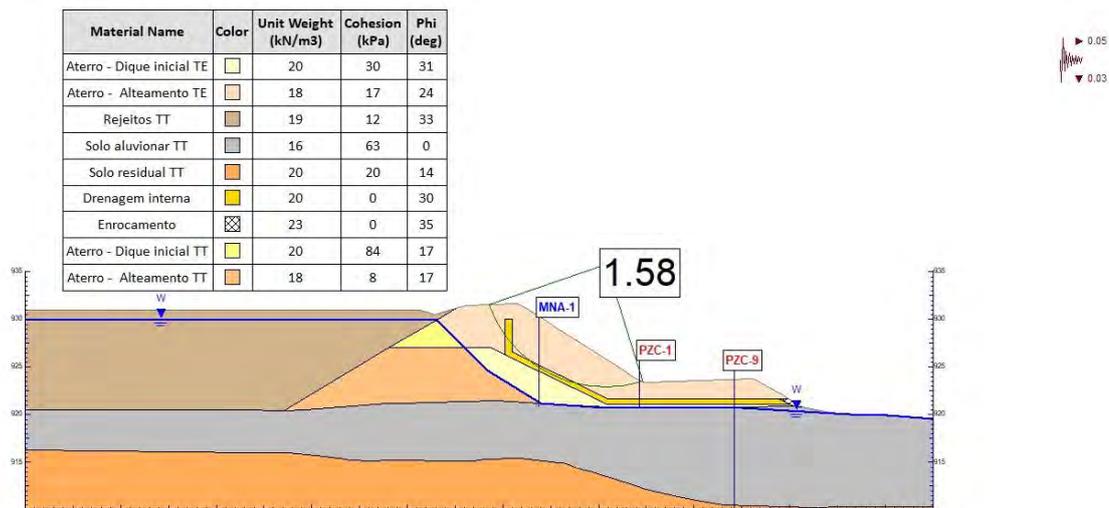
Anexo IV 8 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada não circular – S



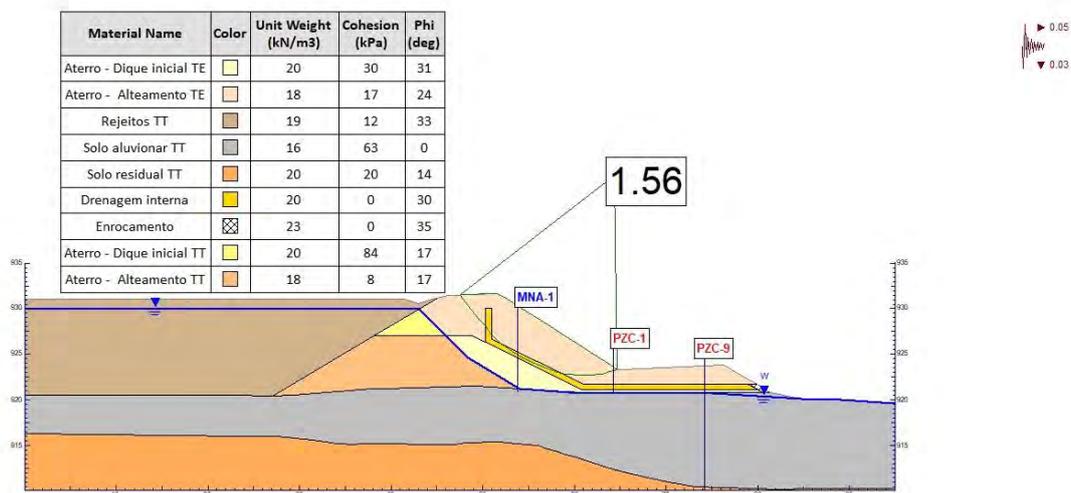
Anexo IV 9 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada circular – S



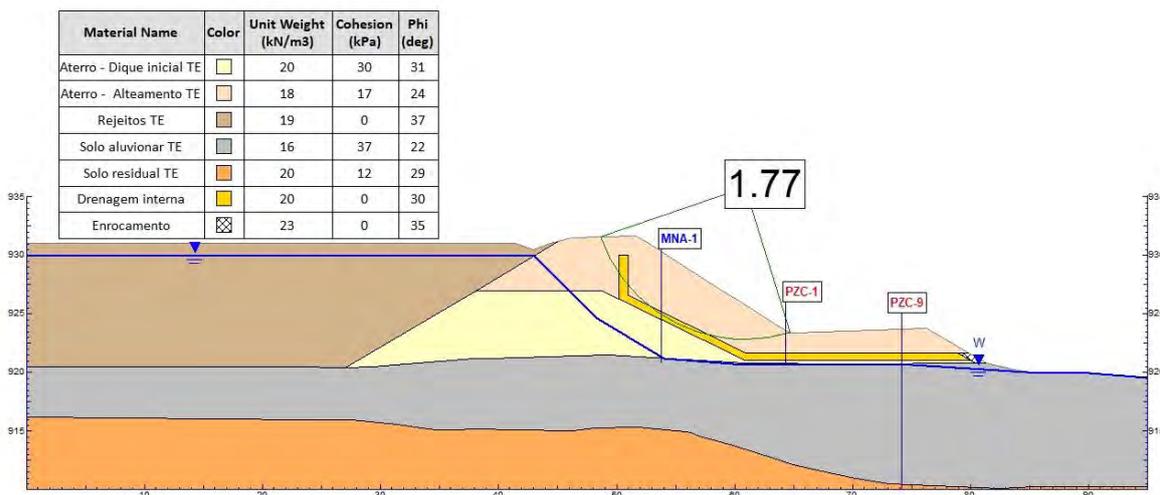
Anexo IV 10 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada não circular – S



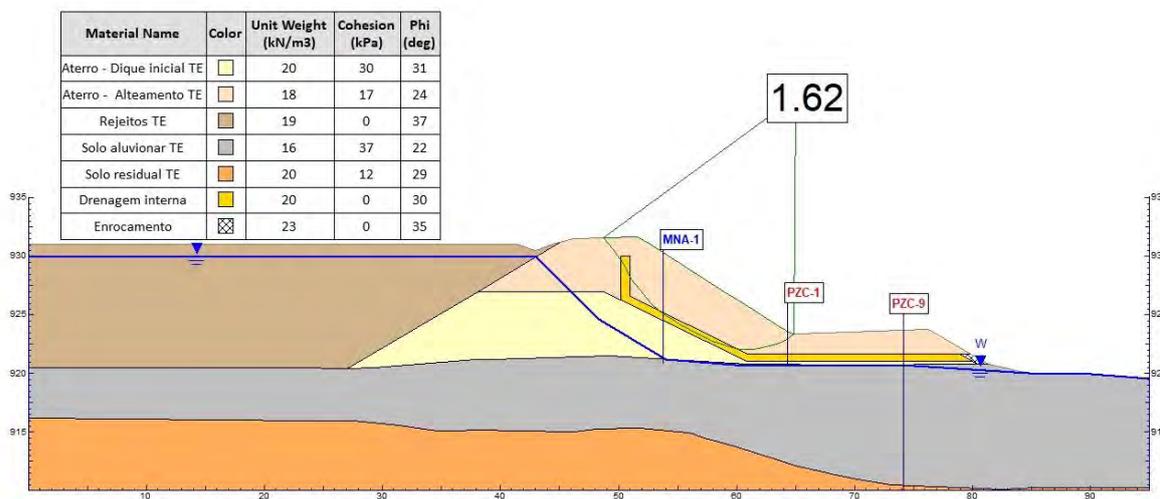
Anexo IV 11 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática circular – S



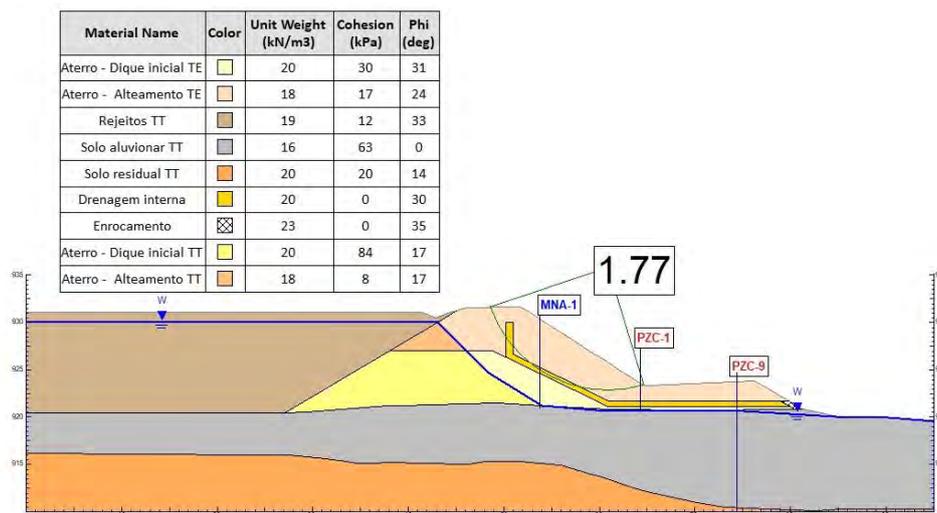
Anexo IV 12 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática não circular – S



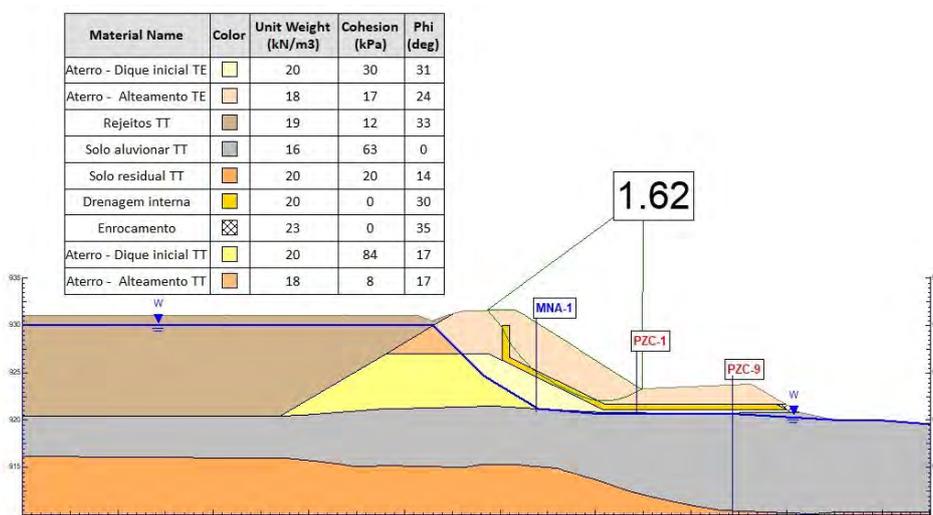
Anexo IV 13 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada circular – B



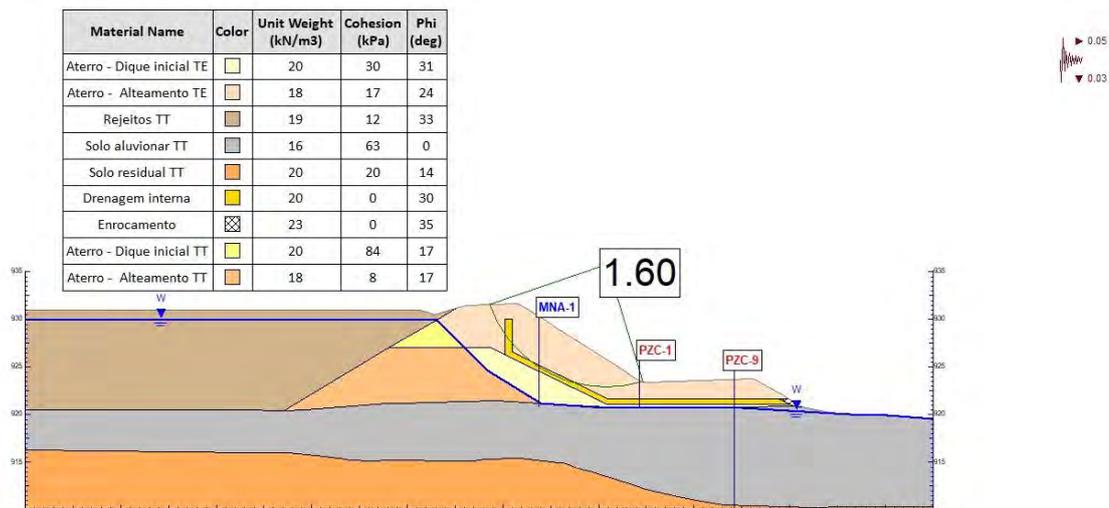
Anexo IV 14 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência drenada não circular – B



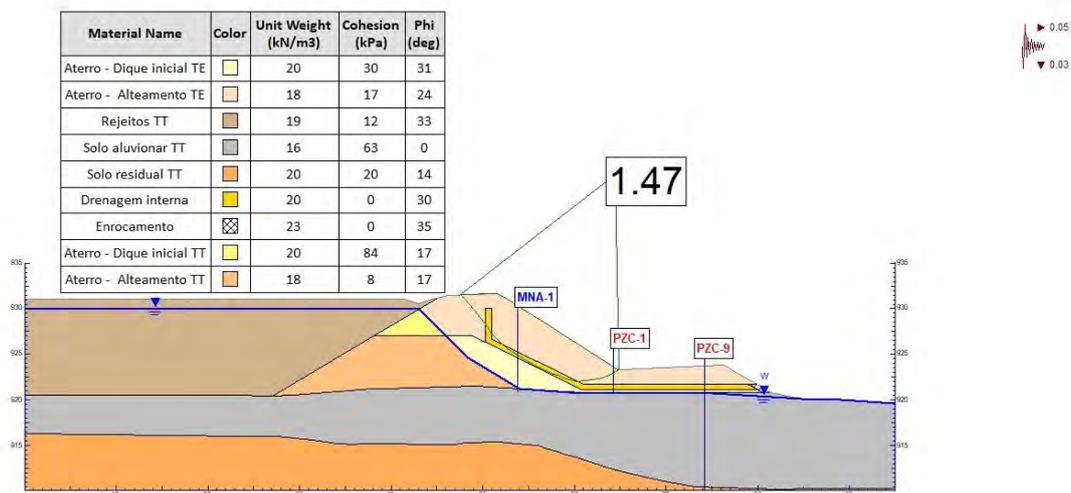
Anexo IV 15 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada circular – B



Anexo IV 16 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência não drenada não circular – B

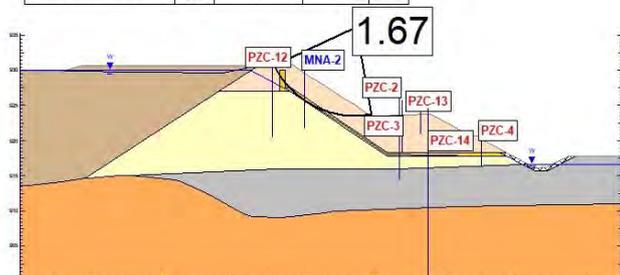


Anexo IV 17 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática circular – B



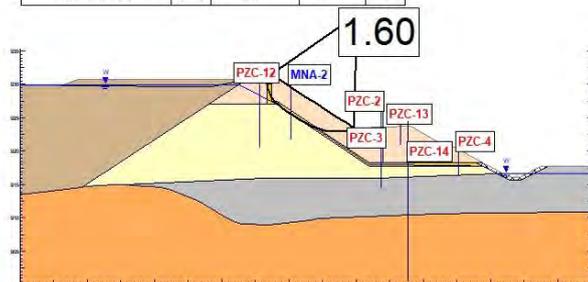
Anexo IV 18 - Análise de estabilidade – Seção A – jusante – resistência pseudo-estática não circular – B

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35

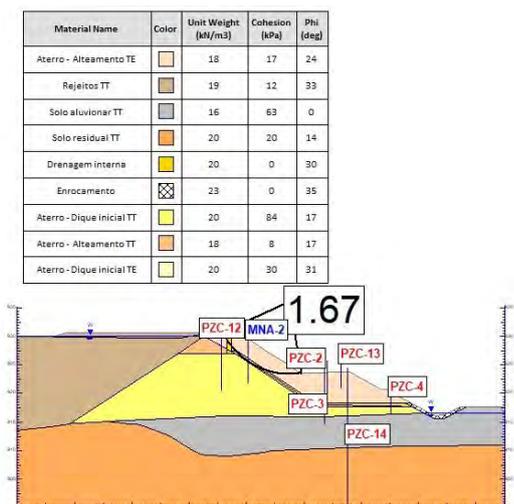


Anexo IV 19 – Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada circular – MP

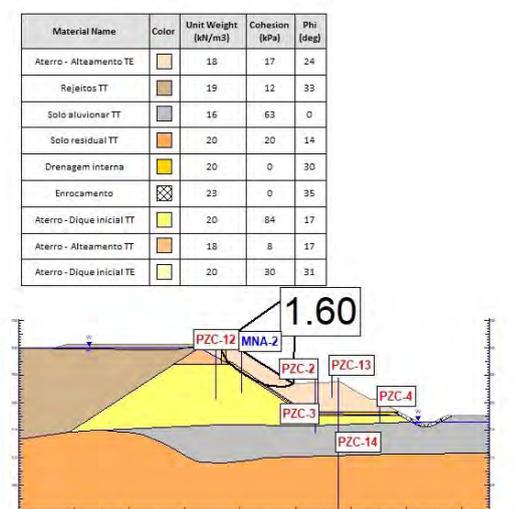
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35



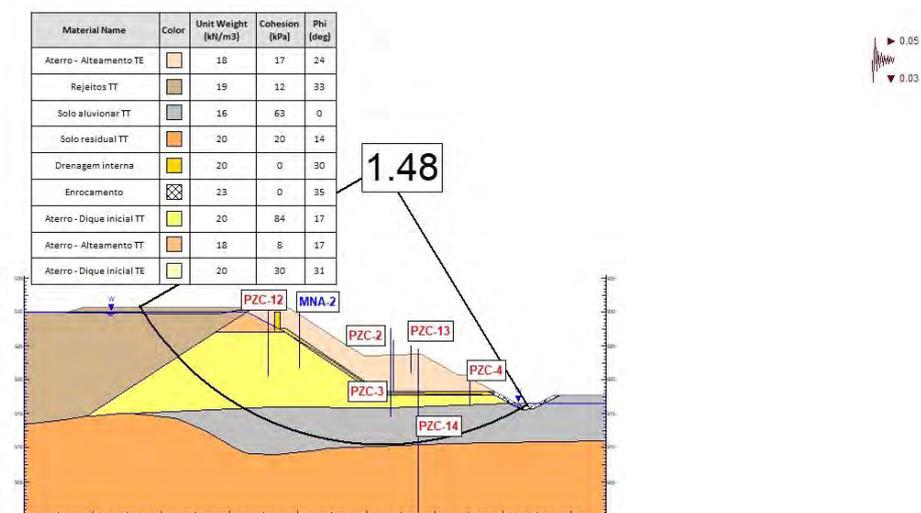
Anexo IV 20 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada não circular – MP



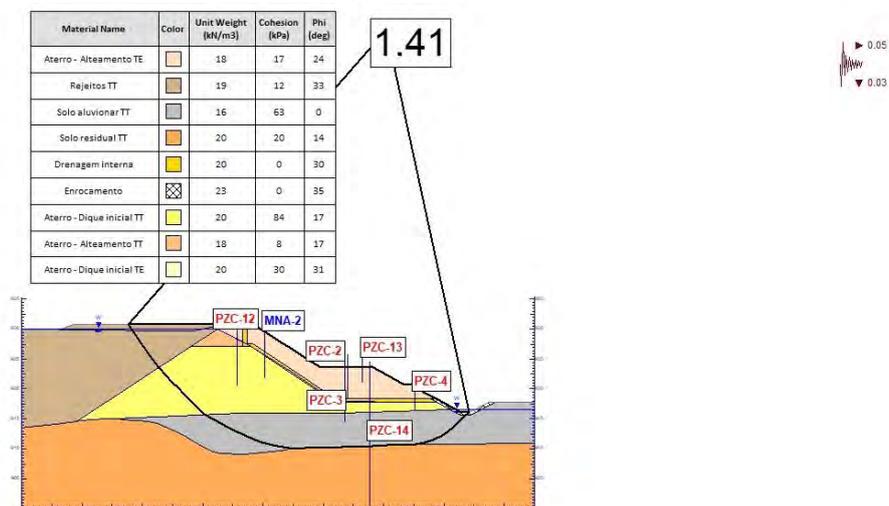
Anexo IV 21 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada circular – MP



Anexo IV 22 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada não circular – MP

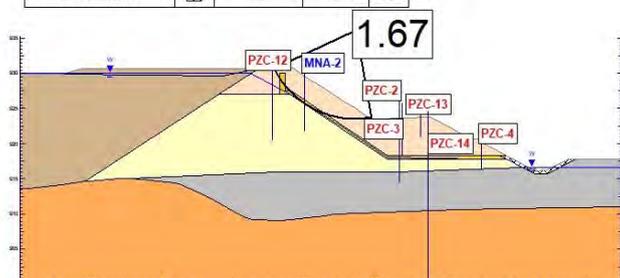


Anexo IV 23 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática circular – MP



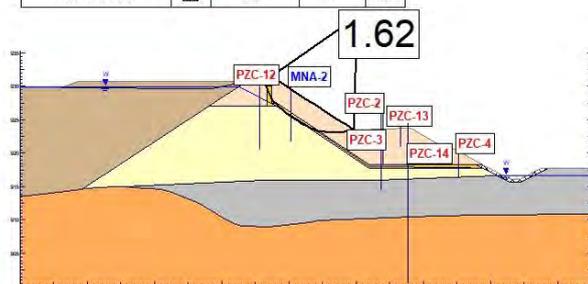
Anexo IV 24 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática não circular – MP

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35

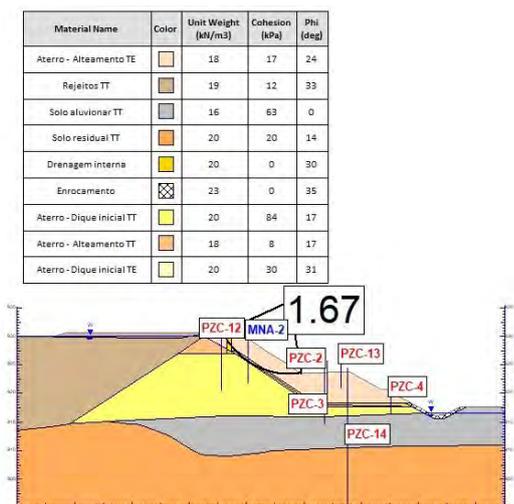


Anexo IV 25 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada circular – S

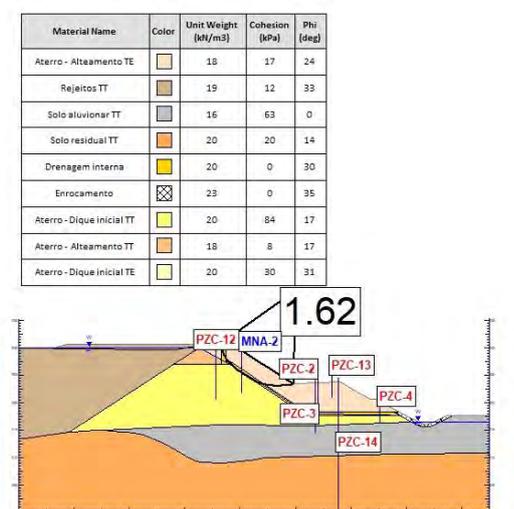
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35



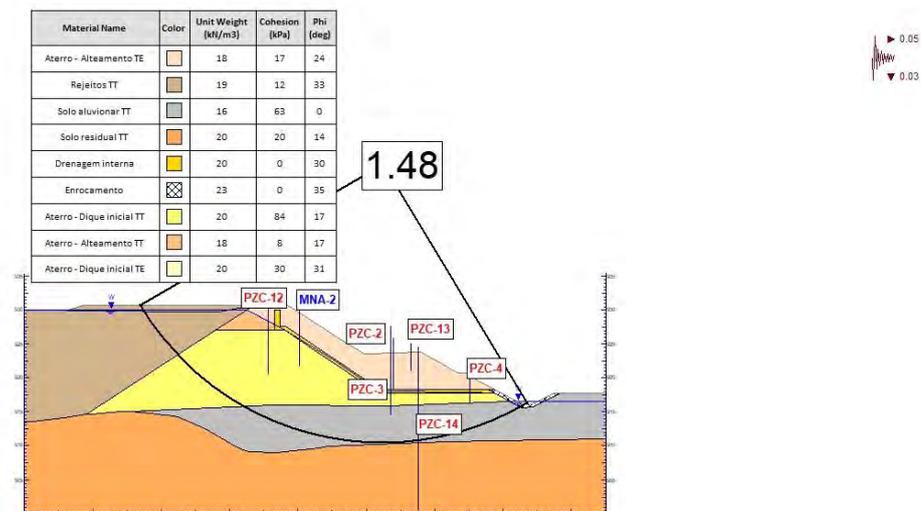
Anexo IV 26 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada não circular – S



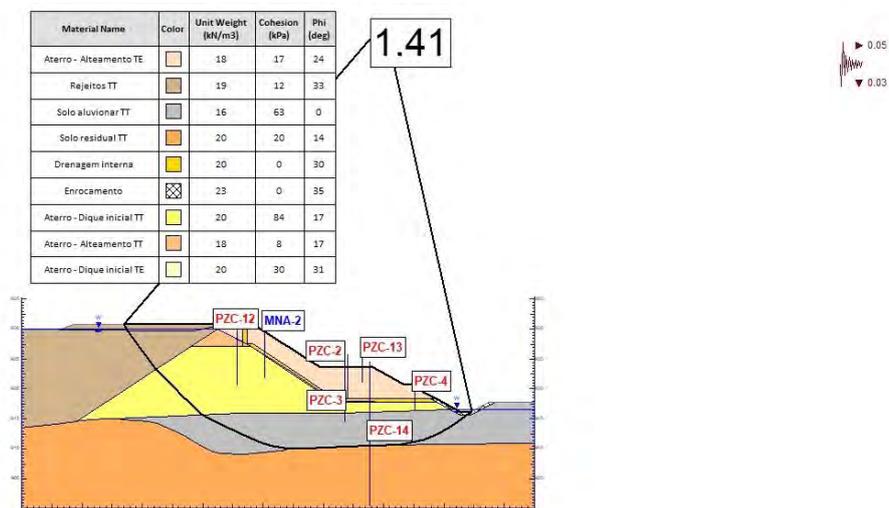
Anexo IV 27 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada circular – S



Anexo IV 28 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada não circular – S

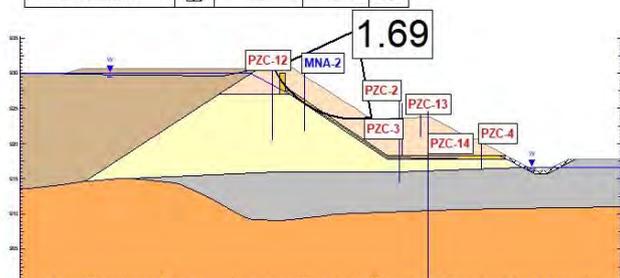


Anexo IV 29 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática circular – S



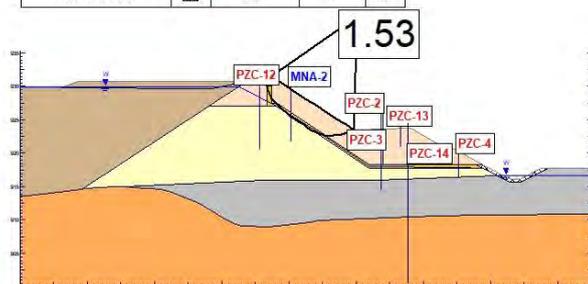
Anexo IV 30 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática não circular – S

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35

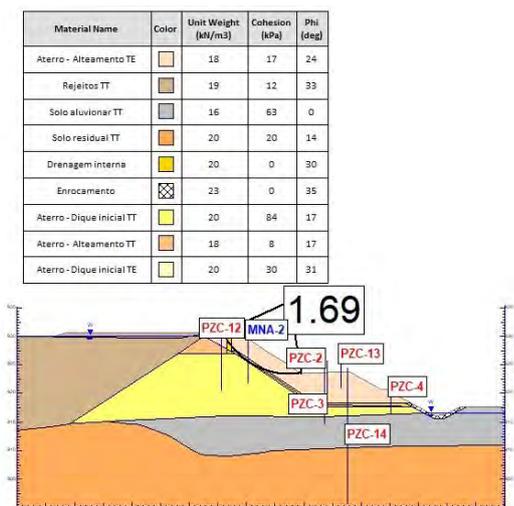


Anexo IV 31 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada circular – B

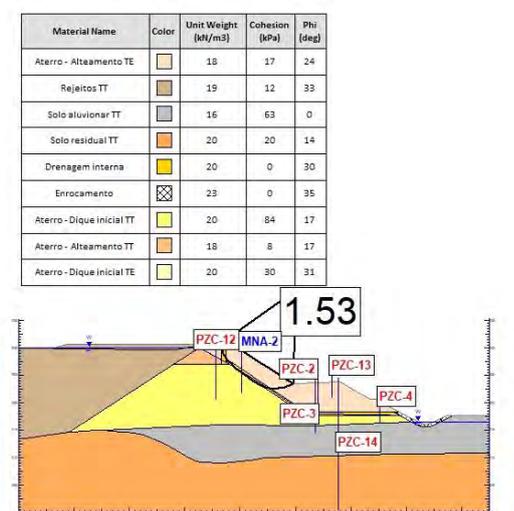
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Aterro - Dique inicial TE		20	30	31
Aterro - Alçamento TE		18	17	24
Rejeitos TE		19	0	37
Solo aluvionar TE		16	37	22
Solo residual TE		20	12	29
Drenagem interna		20	0	30
Enrocamento		23	0	35



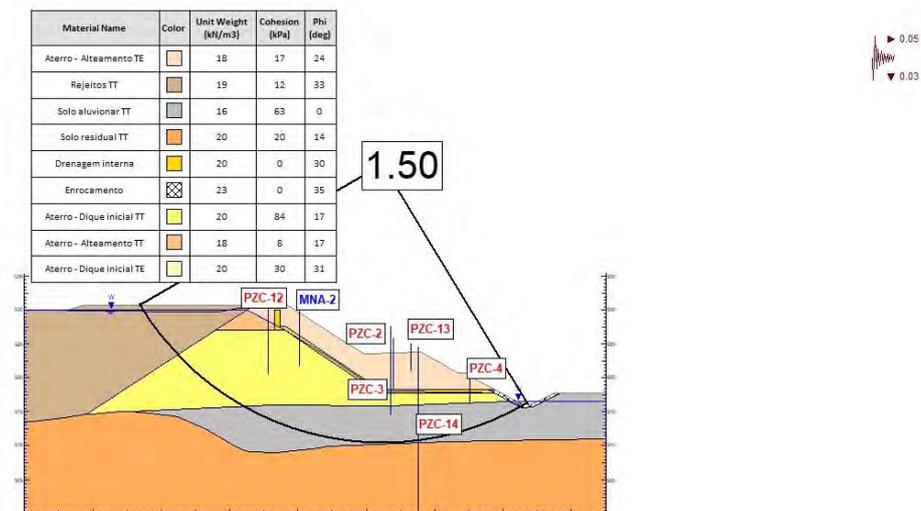
Anexo IV 32 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada não circular – B



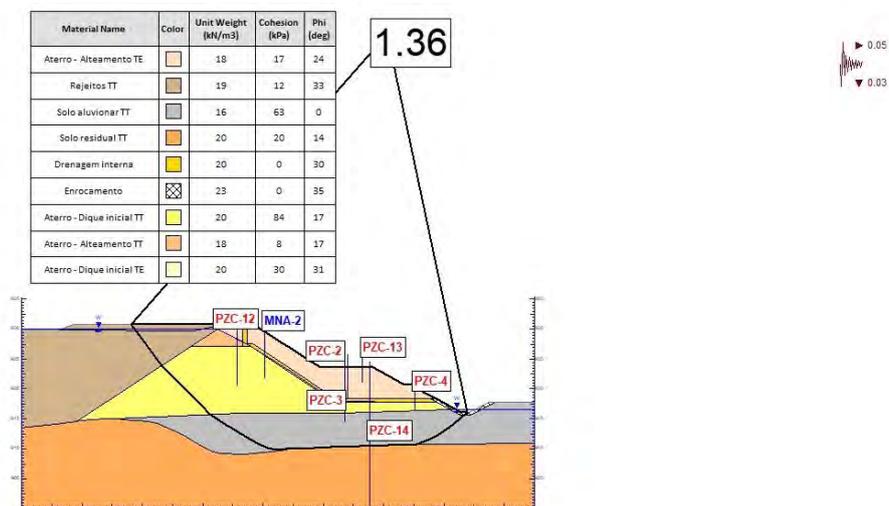
Anexo IV 33 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada circular – B



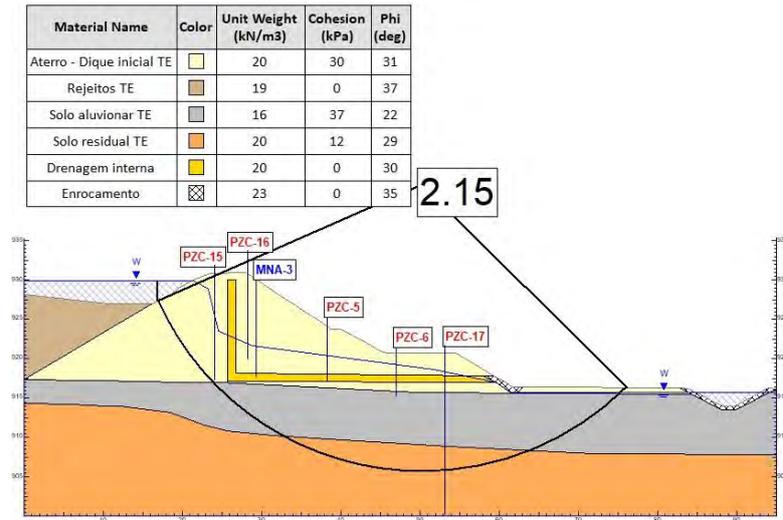
Anexo IV 34 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada não circular – B



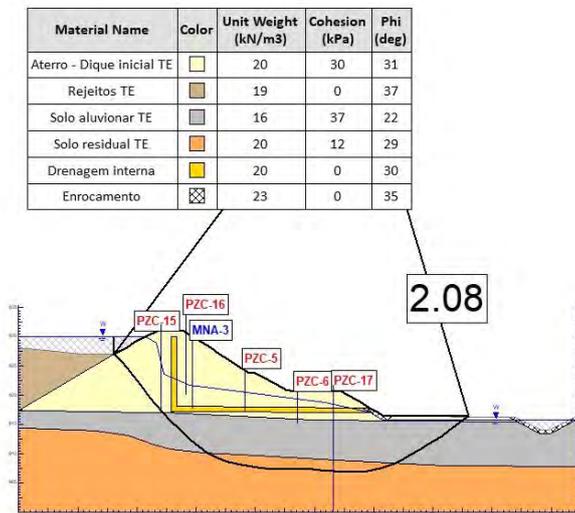
Anexo IV 35 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática circular – B



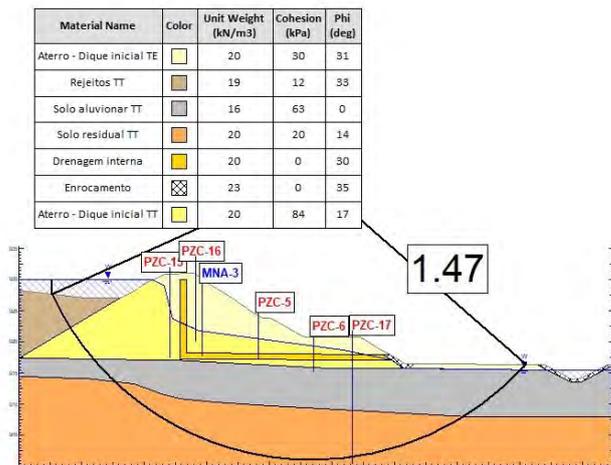
Anexo IV 36 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência pseudo-estática não circular – B



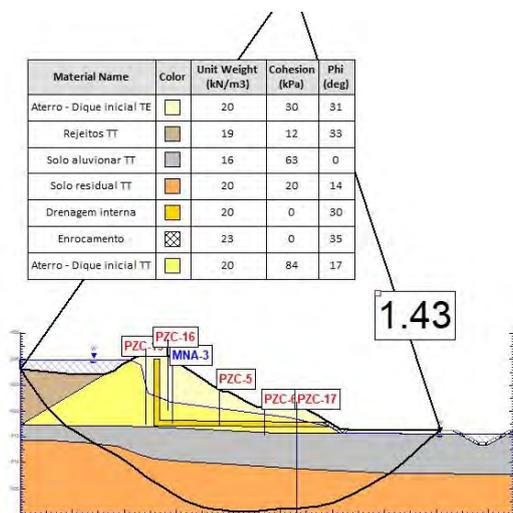
Anexo IV 37 – Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada circular – MP



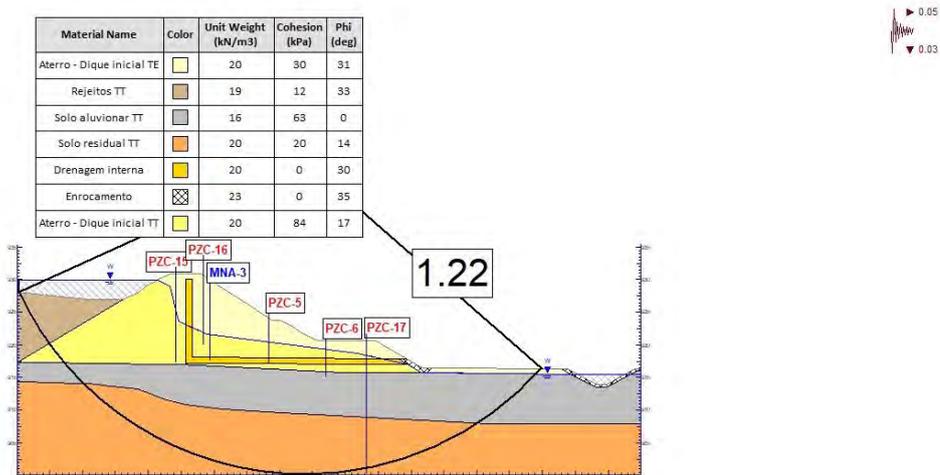
Anexo IV 38 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada não circular – MP



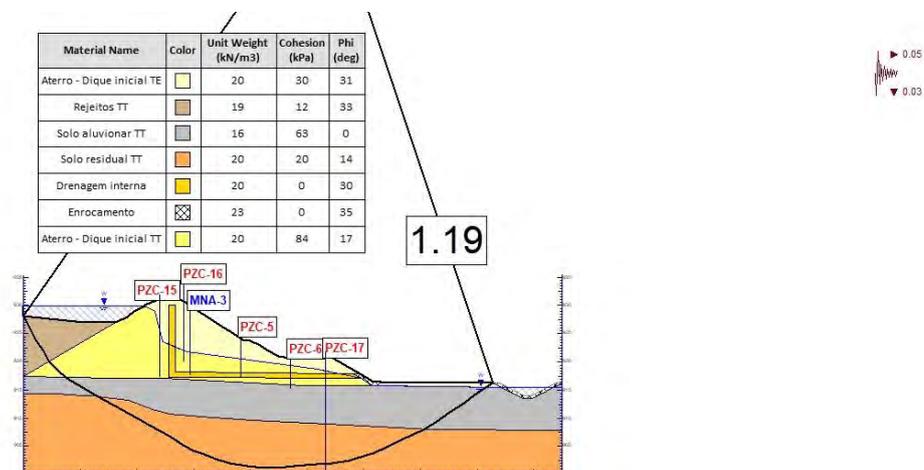
Anexo IV 39 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada circular – MP



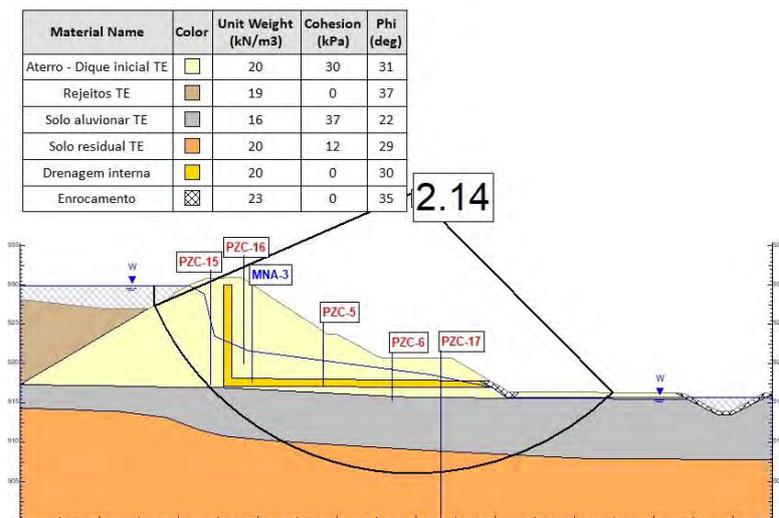
Anexo IV 40 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada não circular – MP



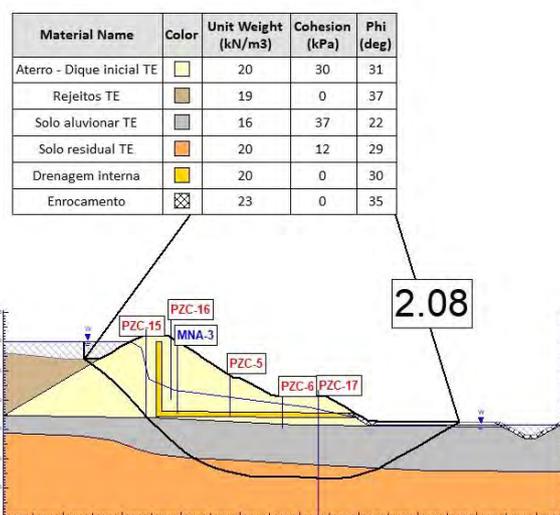
Anexo IV 41 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática circular – MP



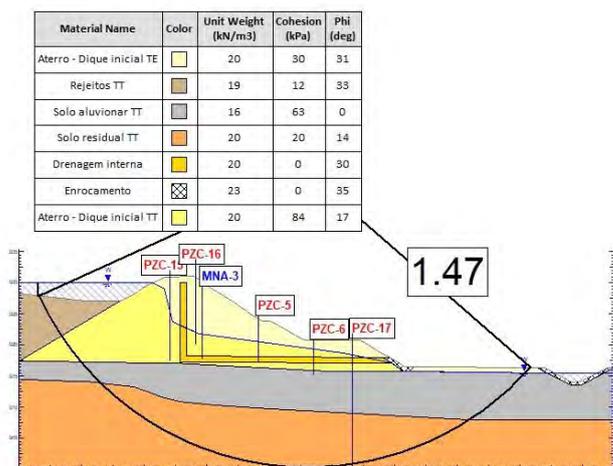
Anexo IV 42 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática não circular – MP



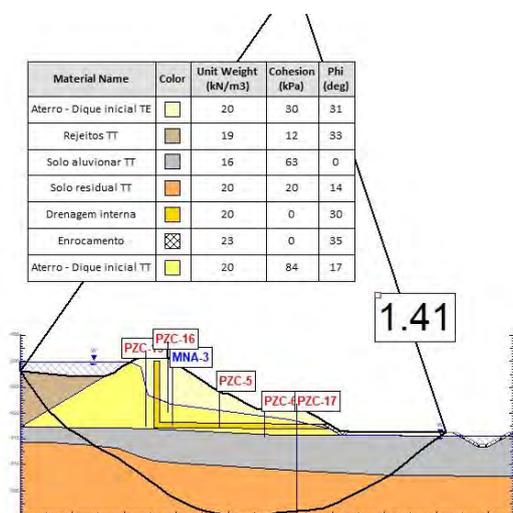
Anexo IV 43 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada circular – S



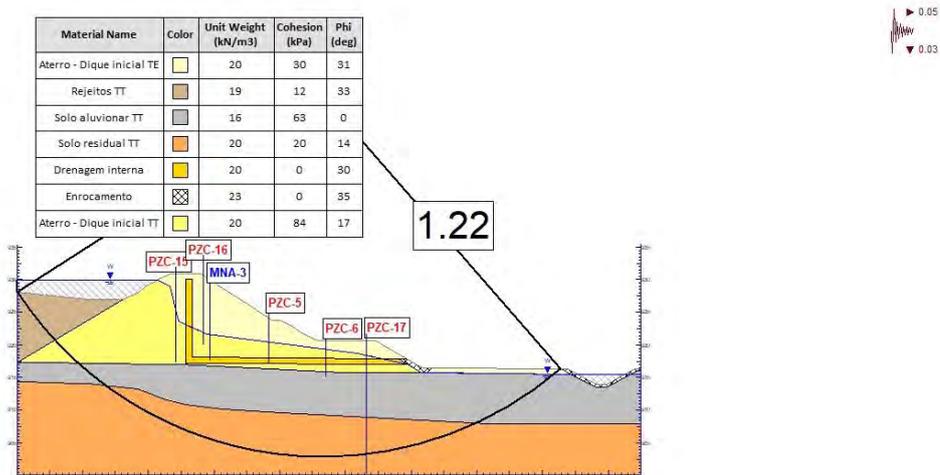
Anexo IV 44 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada não circular – S



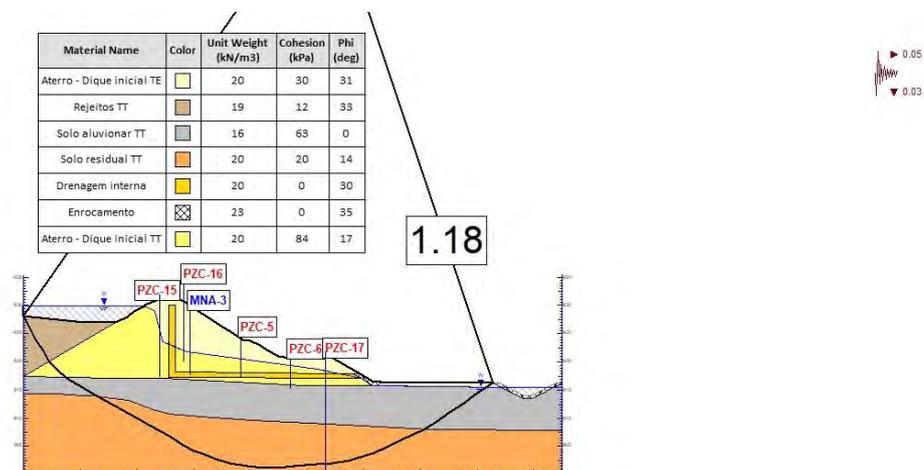
Anexo IV 45 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada circular – S



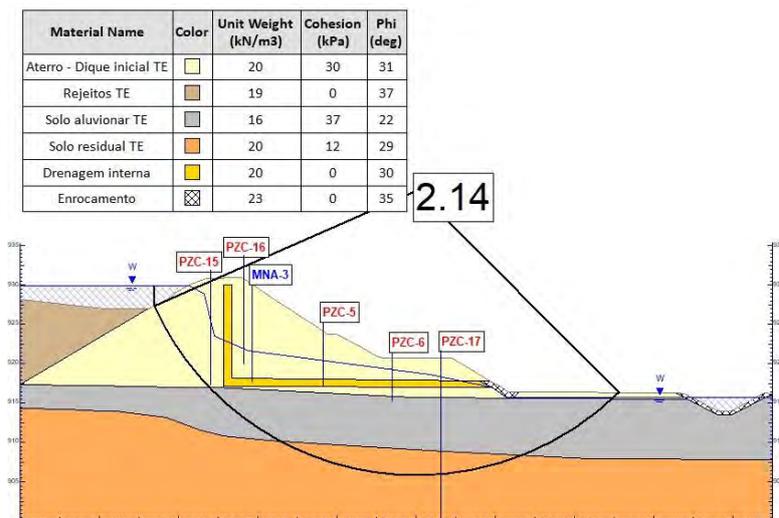
Anexo IV 46 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada não circular – S



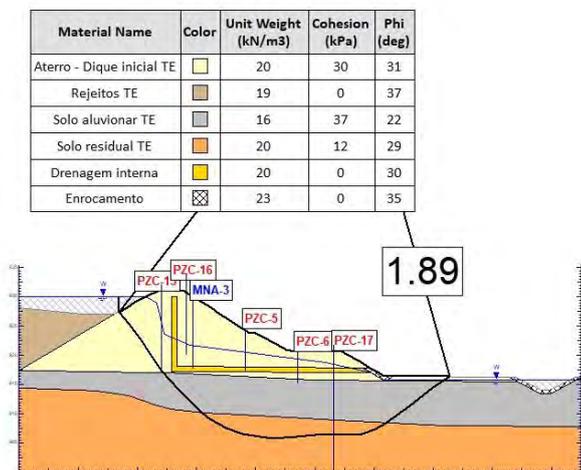
Anexo IV 47 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática circular – S



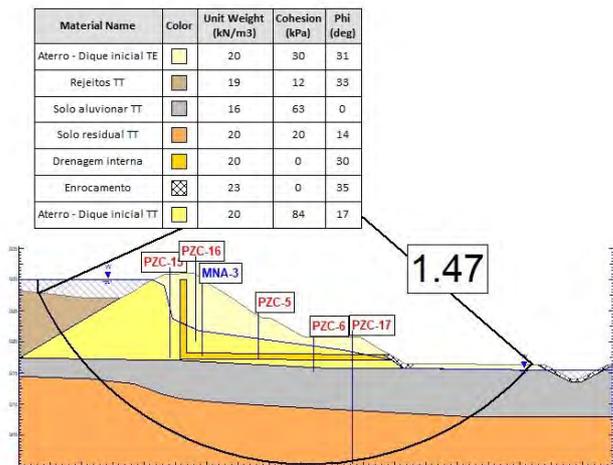
Anexo IV 48 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática não circular – S



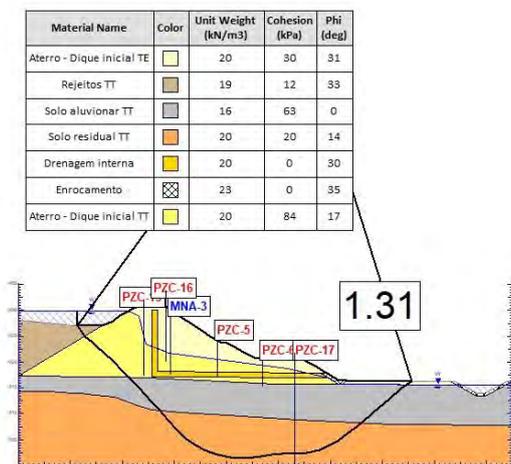
Anexo IV 49 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada circular – B



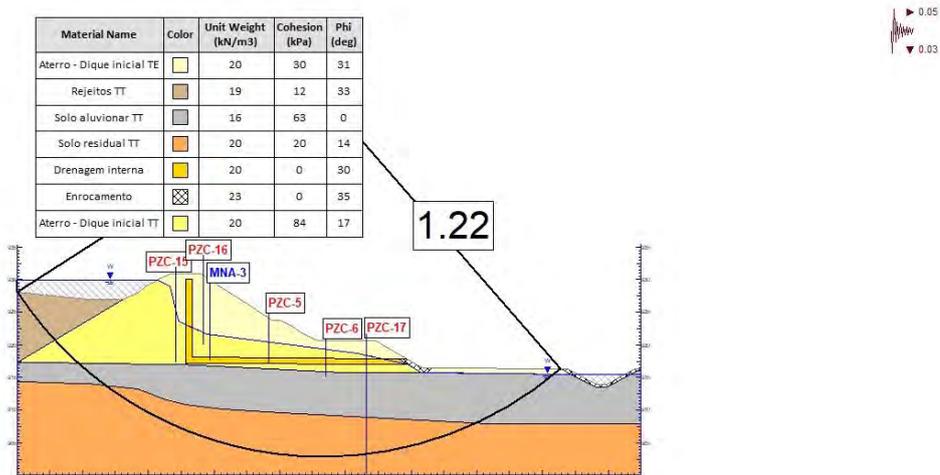
Anexo IV 50 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência drenada não circular – B



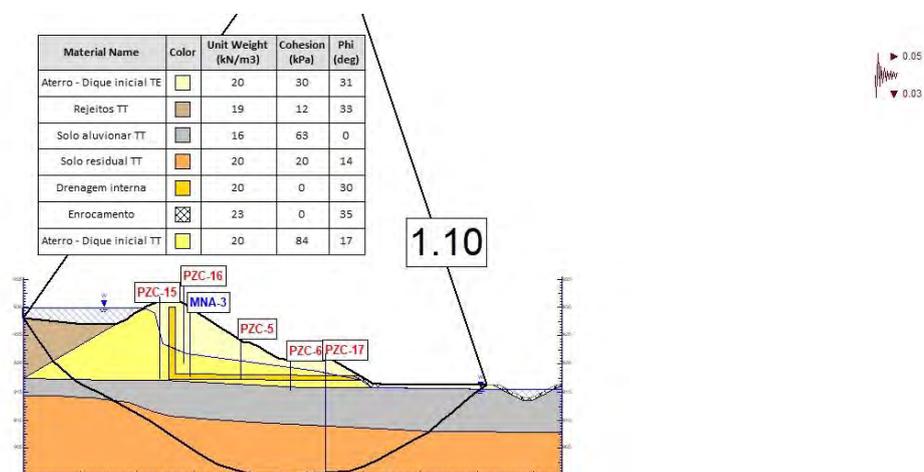
Anexo IV 51 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada circular – B



Anexo IV 52 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência não drenada não circular – B

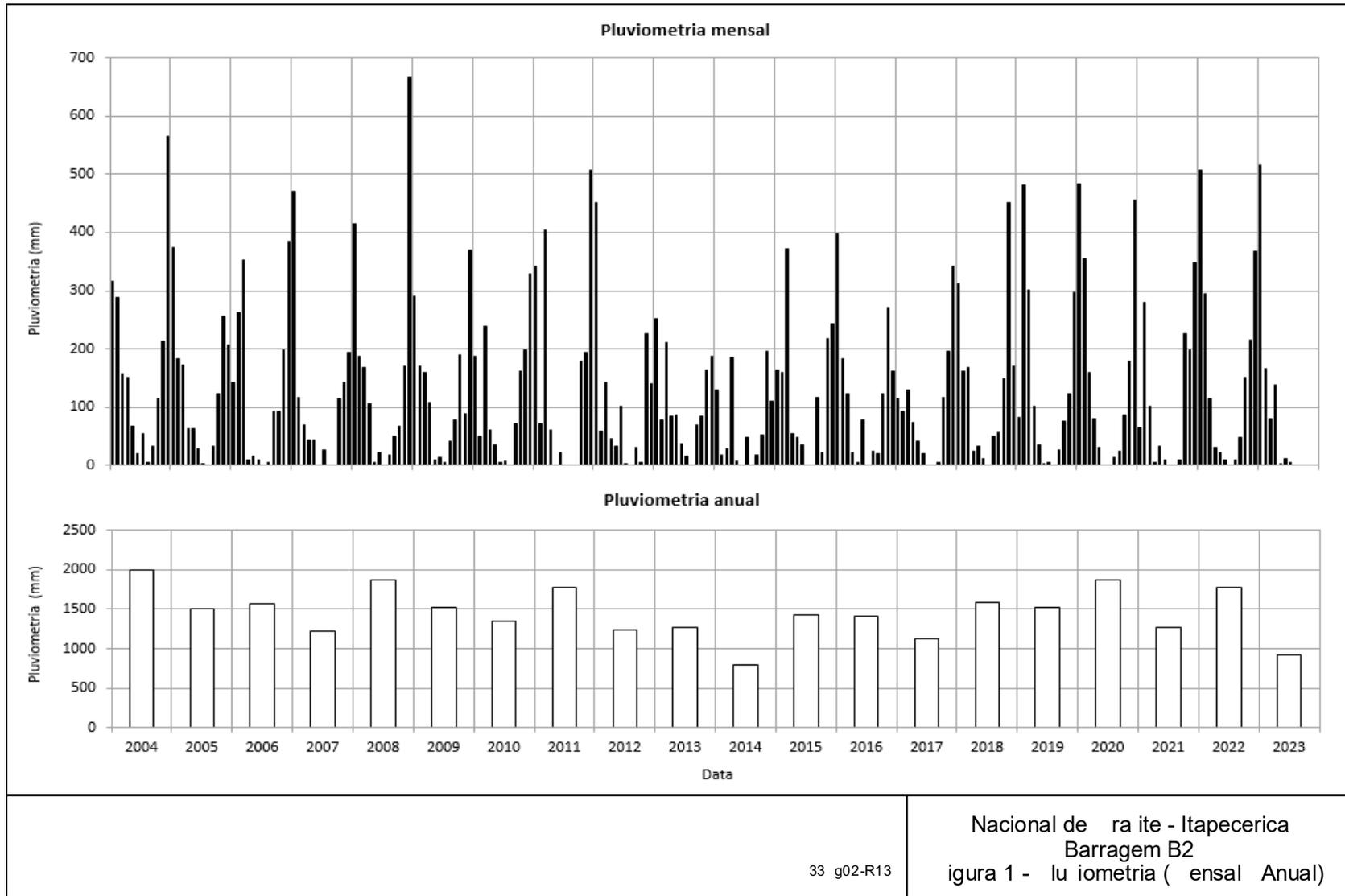


Anexo IV 53 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática circular – B



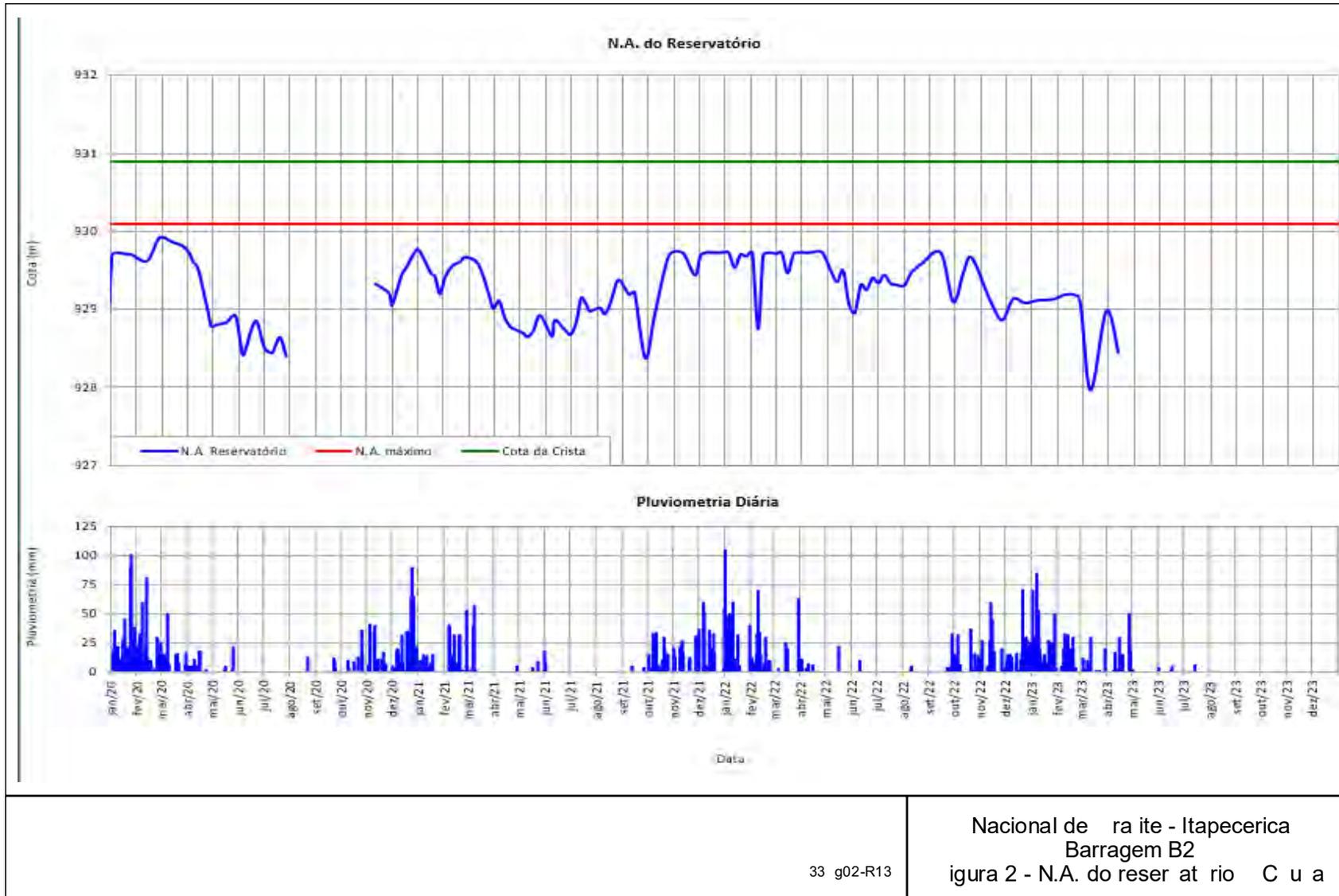
Anexo IV 54 - Análise de estabilidade – Seção D – jusante – resistência pseudo-estática não circular – B

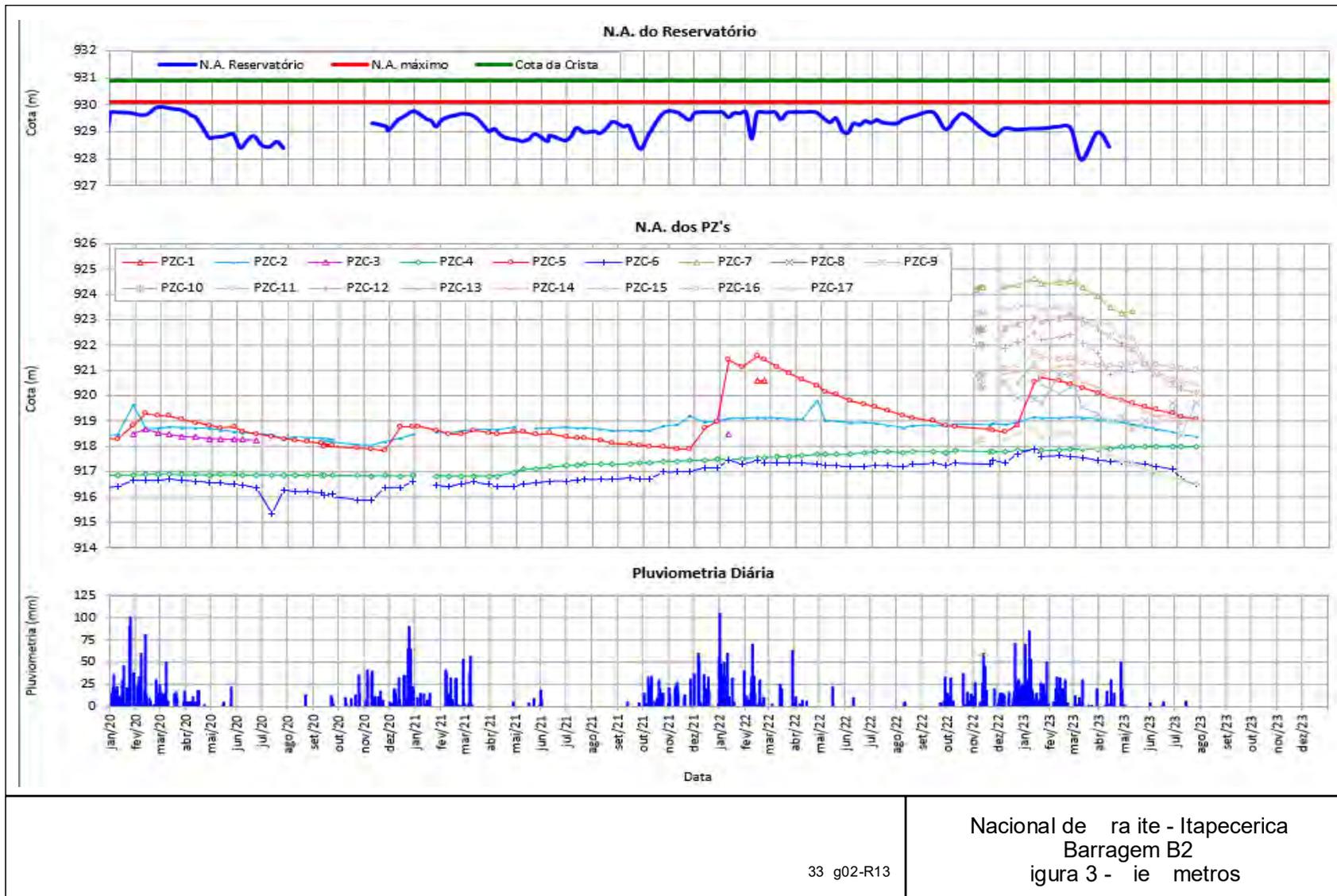
**ANEXO V – GRÁFICOS DE MONITORAMENTO**

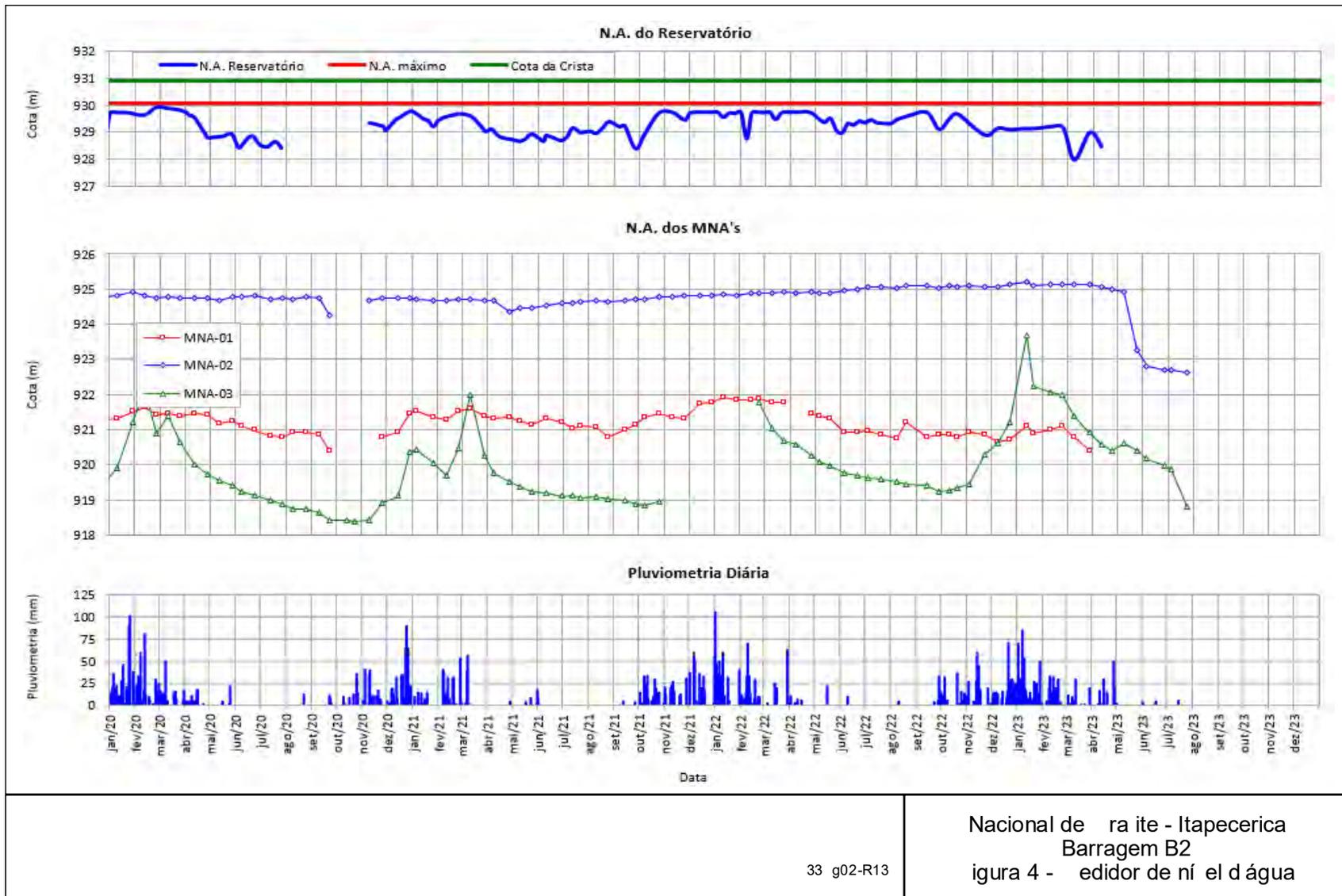


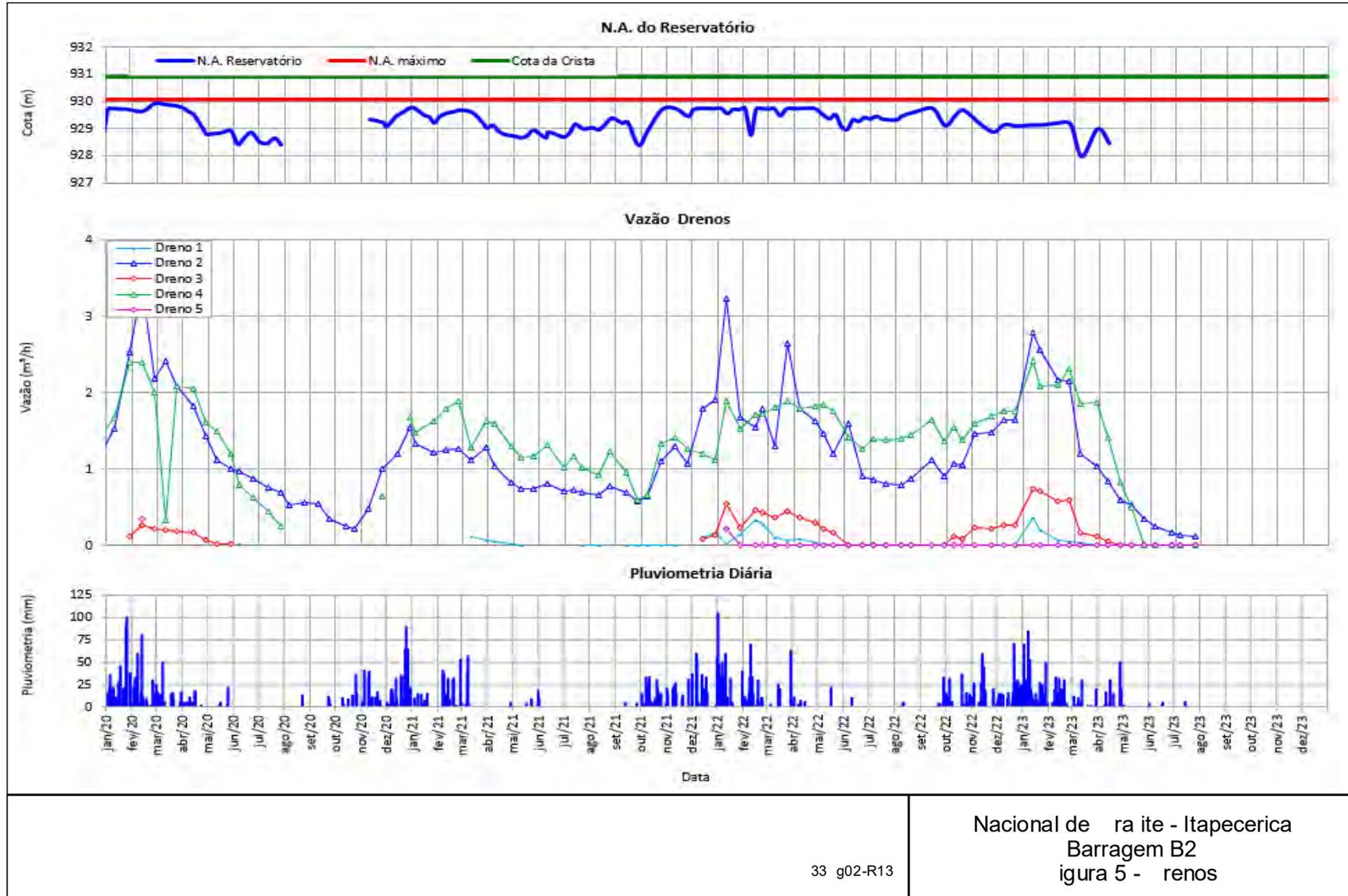
33 g02-R13

Nacional de Grafito - Itapeçerica  
 Barragem B2  
 Figura 1 - Pluviometria ( Mensal Anual)

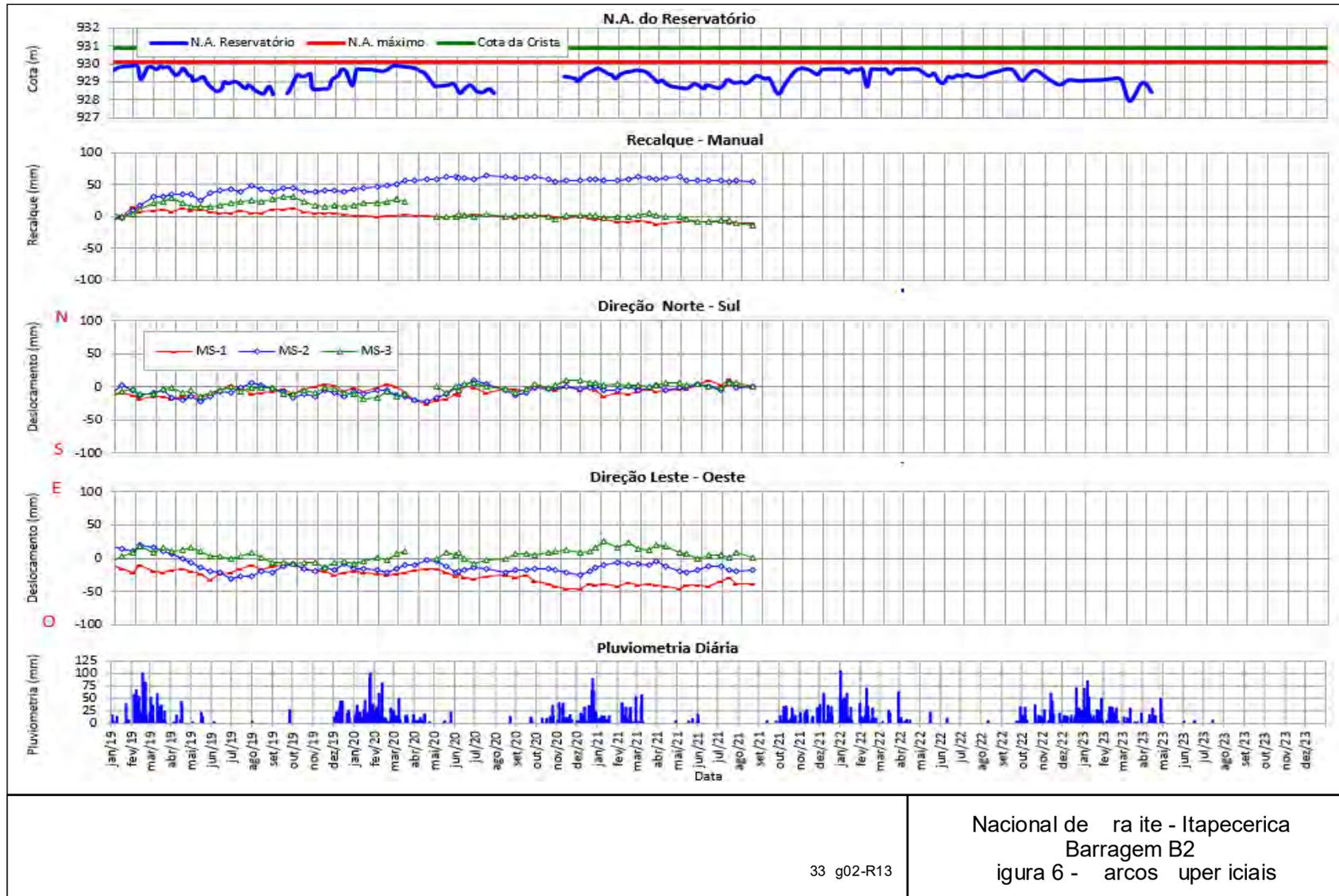








33 g02-R13



33 g02-R13

**ANEXO VI – ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART**

Página 1/2



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

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
Nº MG20232322257

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

**SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE DIGITAÇÃO à**  
MG20232319059

**1. Responsável Técnico**

**ADALBERTO HIDEO VIANA**

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 2801245530

Registro: 8F50621242750 MG

Empresa contratada: GEOCONSULTORIA LTDA

Registro Nacional: 70320-MG

**2. Dados do Contrato**

Contratante: NACIONAL DE GRAFITE LTDA

CTP/CNPJ: 21.228.861/0001-00

RODOVIA MG 164 KM 04

Nº S/N

Complemento:

Bairro: ÁGUA LIMPA

Cidade: ITAPEÇERICA

UF: MG

CEP: 35550000

Contrato: Não especificado

Celebrado em: 01/07/2023

Valor: R\$ 50.000,00

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação Institucional: Outros

**3. Dados da Obra/Serviço**

RODOVIA MG 164 KM 04

Nº S/N

Complemento:

Bairro: ÁGUA LIMPA

Cidade: ITAPEÇERICA

UF: MG

CEP: 35550000

Data de Início: 01/07/2023

Previsão de término: 30/09/2023

Coordenadas Geográficas: 0,0

Finalidade: INDUSTRIAL

Código: Não Especificado

Proprietário: NACIONAL DE GRAFITE LTDA

CPF/CNPJ: 21.228.861/0001-00

**4. Atividade Técnica**

6 - Consultoria

Quantidade

Unidade

9 - Avaliação > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > PRESSÕES SOBRE OS SOLOS E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO > #3.7.1 - DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS

1,00

mh

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

**5. Observações**

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR RISR E RELATÓRIO DE AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM RTSB E RESPECTIVAS DECLARAÇÕES DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DCE, DA BARRAGEM B2, 2ª SEMESTRE/2023

**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 nº 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/gpd/politica\\_privacidade\\_dados](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**

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima:

São Paulo, 28 de agosto de 2023

Local

data

ADALBERTO HIDEO VIANA - CPF: 766.410.318-05  
 MAURICIO COSTO DRES - CPF: 020.000.000-00  
 NUNES - CPF: 020.000.000-00  
 PEREIRA - CPF: 020.000.000-00  
 NACIONAL DE GRAFITE LTDA - CNPJ: 21.228.861/0001-00

**9. Informações**

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.

**10. Valor**

A autenticação desta ART pode ser verificada em: <https://www.crea-mg.org.br/sistema-br/publicar>, com a chave: 00bd1  
 Impressão em: 29/08/2023 às 09:08:02 por: p. 280.25.58.78



www.crea-mg.org.br  
 Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br  
 Fax:





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

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO  
Nº MG20232322257**

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

**SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE  
DIGITAÇÃO à  
MG20232319059**

Esta ART é isenta de taxa

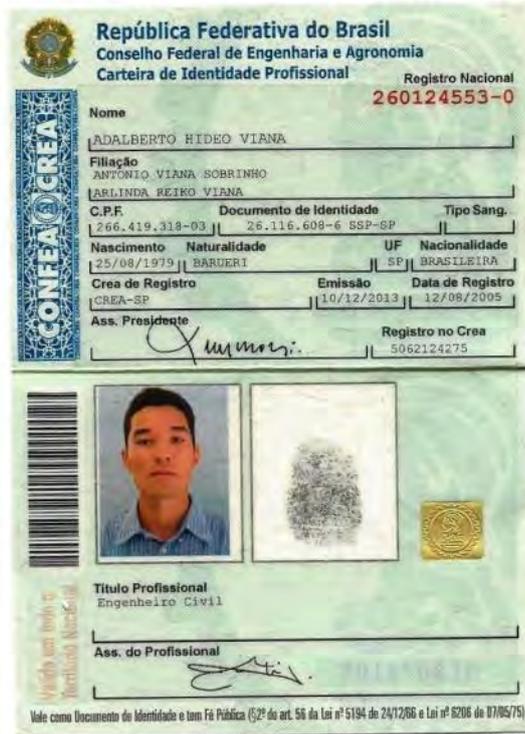
Registrada em: **28/08/2023**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.atrac.com.br/publico/>, com a chave: 05bd1  
Impresso em: 28/08/2023 às 08:38:53 por: (0:200.25.56.70)

[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)  
Fôx:





**CREA-MG AtendeWeb** FECHAR SESSÃO  
CREA DIGITAL

Extrato Dados Pessoais Resp. Técnica Anuidades Autos de Infração Nova ART  
 Certidão Entidade

Nome **ADALBERTO HIDEO VIANA** CPF **266.419.318-03**  
 Registro **06.0.5062124275** Processo **145850/14** RNP **2601245530** Carteira **SP-5062124275D**

**REGISTRO**

REGISTRO REGULAR	
<b>DADOS</b>	
Tipo de registro	<b>PERMANENTE DIPL. PAIS</b>
Registro Provisório	
Expedição registro provisório	
Validade registro provisório	
Expedição registro definitivo	<b>10/12/2013</b>
Protocolo de Recad. do SIC	
Data de Recadastramento	
Protocolo de Recad. no CREA-MG	
Número do visto	<b>40775</b>
Data do visto	<b>26/06/2014</b>
Data(s) cancelamento	
Data(s) retorno	

### DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE

Barragens destinadas à acumulação ou à disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração e a barragens de água ou líquidos associados a processos industriais ou de mineração no Estado de Minas Gerais.

**Ano Base:** 2023

**Semestre:** 2º

**Empreendimento:** Unidade de Itapecerica

**CNPJ:** 21.228.861/0001-00

**Município:** Itapecerica, MG

**Barragem:** B2

**Finalidade:** Disposição final de rejeitos de mineração

**Categoria de risco:** Baixo      **Potencial de dano ambiental:** Alto

Declaro, para fins de acompanhamento e comprovação junto a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, que realizei auditoria técnica de segurança na estrutura acima especificada, conforme Relatório Técnico de Auditoria de Segurança elaborado em agosto/2023.

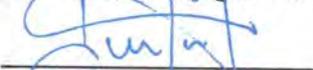
#### **Atesto a condição de estabilidade da barragem supracitada.**

Para melhorar, manter (ou obter) as condições de segurança da barragem foram especificadas as seguintes recomendações que serão implementadas conforme cronograma a seguir:

- O combate às pragas (formigueiros e cupinzeiros) deverá continuar sendo executado na rotina da Unidade - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter a crista e os taludes da barragem roçados e limpos, de maneira a permitir uma adequada inspeção de campo - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter limpo o canal de cintura e soleira vertente - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24);
- Manter as ações de monitoramento - inspeções de campo quinzenais e medição dos instrumentos - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/03/24).

Anexo, cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica do Relatório Técnico de Auditoria de Segurança.

São Paulo, 30 de agosto de 2023.



Adalberto Hideo Viana  
Engenheiro Civil  
CREA 5062124275



Clovis Cordeiro Rudge Ramos  
Diretor Presidente  
CPF: 214.046.678-06



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

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
 Nº MG20232322257

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE  
 DIGITAÇÃO À  
 MG20232319059

**1. Responsável Técnico**

**ADALBERTO HIDEO VIANA**  
 Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL** RNP: 2601245530  
 Registro: **8F50021242750 MG**

Empresa contratada: **GEOCONSULTORIA LTDA** Registro Nacional: **70320-MG**

---

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **NACIONAL DE GRAFITE LTDA** CPT/CNPJ: **21.228.861/0001-00**  
**RODOVIA MG 164 KM 04** Nº: **SIN**  
 Complemento: **Bairro: ÁGUA LIMPA**  
**Cidade: ITAPECERICA** UF: **MG** CEP: **35550000**

Contrato: **Não especificado** Celebrado em: **01/07/2023**  
 Valor: **R\$ 50.000,00** Tipo da contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**  
 Ação Institucional: **Outros**

---

**3. Dados da Obra/Serviço**

**RODOVIA MG 164 KM 04** Nº: **SIN**  
 Complemento: **Bairro: ÁGUA LIMPA**  
**Cidade: ITAPECERICA** UF: **MG** CEP: **35550000**  
 Data de início: **01/07/2023** Previsão de término: **30/09/2023** Coordenadas Geográficas: **0,0**  
 Finalidade: **INDUSTRIAL** Código: **Não Especificado**  
 Proprietário: **NACIONAL DE GRAFITE LTDA** CPF/CNPJ: **21.228.861/0001-00**

---

**4. Atividade Técnica**

Atividade	Quantidade	Unidade
8 - Consultoria		
9 - Avaliação > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > PRESSÕES SOBRE OS SOLOS E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO > #3.7.1 - DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS	1,00	h/m

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

---

**5. Observações**

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR RISR E RELATÓRIO DE AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM RTSB, E RESPECTIVAS DECLARAÇÕES DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DCE, DA BARRAGEM B2, 2ª SEMESTRE/2023.

---

**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 nº 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 serão utilizados conforme a Política de Privacidade da CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: [https://www.crea-mg.org.br/transparencia/gpd/politica\\_privacidade\\_dados](https://www.crea-mg.org.br/transparencia/gpd/politica_privacidade_dados). Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informo ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas da 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" de 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

---

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Sin Paulo, 28 de agosto de 2023

Local data

**ADALBERTO HIDEO VIANA - CPF: 260.124.553-00**  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 REGISTRO EM MINAS GERAIS Nº 8F50021242750  
 NACIONAL DE GRAFITE LTDA - CNPJ: 21.228.861/0001-00

---

**9. Informações**

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.

---

**10. Valor**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://www.crea-mg.org.br/publicar>, com o chave: 00b01  
 Impresso em: 29/08/2023 às 09:08:02 por: p. 200.20.50.70



[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:



Geoconsultoria Ltda  
Rua Tucuna, 722  
05021-010  
São Paulo SP Brasil  
Tel/Fax 011 3872 2076  
geo@geoconsultoria.com

Página 2/2



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

**CREA-MG**

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

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº MG20232322257**

**SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE**  
**DIGITAÇÃO à**  
**MG20232319059**

Esta ART é isenta de taxa

Registrada em: 28/08/2023

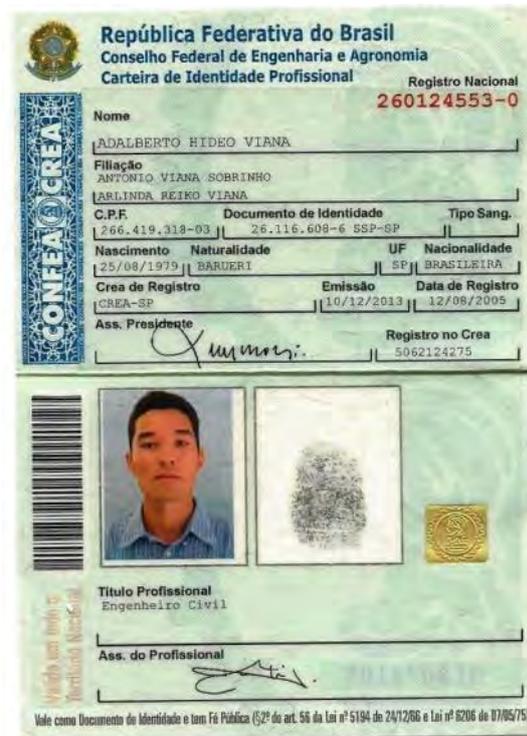
A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sbac.com.br/publico/>, com a chave: 05bd1  
Impresso em: 28/08/2023 às 09:35:02 por: p. 200.20.06.10

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br)  
Tel: 0600 031 2732

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

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





**CREA-MG** AtendeWeb FECHAR SESSÃO  
CREA DIGITAL

Extrato Dados Pessoais Resp. Técnica Anuidades Autos de Infração Nova ART  
 Certidão Entidade

Nome **ADALBERTO HIDEO VIANA** CPF **266.419.318-03**  
 Registro **06.0.5062124275** Processo **145850/14** RNP **2601245530** Carteira **SP-5062124275D**

### REGISTRO

REGISTRO REGULAR

DADOS	
Tipo de registro	<b>PERMANENTE DIPL. PAIS</b>
Registro Provisório	
Expedição registro provisório	
Validade registro provisório	
Expedição registro definitivo	<b>10/12/2013</b>
Protocolo de Recad. do SIC	
Data de Recadastramento	
Protocolo de Recad. no CREA-MG	
Número do visto	<b>40775</b>
Data do visto	<b>26/06/2014</b>
Data(s) cancelamento	
Data(s) retorno	

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SISEMA  
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM  
SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE GERENCIAMENTO DE BARRAGENS - SIGIBAR

**COMPROVANTE DE ENVIO DA AUDITORIA**

Número do comprovante: A1616

Dados da Barragem	
Identificador da Barragem	146
Barragem	Barragem B2

Dados da Auditoria	
Auditor	ADALBERTO HIDEO VIANA
Data da Auditoria	31/08/2023 19:41:01
Data da Inspeção em Campo	17/07/2023
Tipo de Auditoria	Auditoria de Segurança de Barragens
Status da Condição de Estabilidade	Estabilidade atestada por auditor
Conclusão	A auditoria conclui pela segurança satisfatória da estrutura, considerando que a mesma atende aos critérios estabelecidos pela NBR 13028/2017 e recomendações legais, e tendo por base a avaliação dos dados de monitoramento (instrumentação e inspeção de campo) e análises de segurança hidráulica e de estabilidade física do maciço.

Dados do Envio	
Responsável pelo Envio	ADALBERTO HIDEO VIANA
CPF do Responsável	266.419.318-03
Data e hora de envio no sistema	31/08/2023 19:41:01

Recomendações da Auditoria			
Recomendação	Prazo Inicial da Execução	Prazo Final da Execução	Classificação da Recomendação
O combate às pragas (formigueiros e cupinzeiros) deverá continuar sendo executado na rotina da Unidade.	30/08/2023	30/03/2024	Rotina
Manter a crista e os taludes da barragem roçados e limpos, de maneira a permitir uma adequada inspeção de campo.	30/08/2023	30/03/2024	Rotina
Manter limpo o canal de cintura e soleira vertente.	30/08/2023	30/03/2024	Rotina
Manter as ações de monitoramento - inspeções de campo quinzenais e medição dos instrumentos.	30/08/2023	30/03/2024	Rotina

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SISEMA  
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM  
SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE GERENCIAMENTO DE BARRAGENS - SIGIBAR

**NOTA:**

1 - Os arquivos da Auditoria poderão ser baixados no SIGIBAR - Portal Ecosistemas  
<https://ecosistemas.meioambiente.mg.gov.br>