



Geoconsultoria

Cliente : Nacional de Grafite Ltda.

Projeto : Unidade de Itapecerica - MG

Objeto : Barragem B4
Relatório Técnico de Auditoria Extraordinária de Segurança - FEAM
2º Semestre 2023

Docto. : Relatório Técnico
GF33-RT-52 Rev. 0 agosto, 2023

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

ÍNDICE	PÁGINA
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	6
4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	7
4.1. EXTRAVASOR	8
4.2. DRENAGEM EXTERNA	8
4.3. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA	8
5. CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM	9
6. AUDITORIAS ANTERIORES E INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA	10
6.1. AVALIAÇÃO DOCUMENTAL DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE ROTINA	10
6.2. AVALIAÇÃO DAS AUDITORIAS DE BARRAGENS E RECOMENDAÇÕES.....	10
7. INSPEÇÃO DE CAMPO	11
7.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	12
8. AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA	12
9. DRENAGEM SUPERFICIAL.....	13
10. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS REJEITOS.....	13
11. MODOS DE FALHA/MECANISMOS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	20
11.1. CISALHAMENTO.....	20
11.1.1. CONDIÇÃO DRENADA.....	21
11.1.2. CONDIÇÃO NÃO DRENADA (PICO)	21
11.1.3. CONDIÇÃO NÃO DRENADA RESIDUAL (PÓS PICO – FLUXO DE LIQUEFAÇÃO)	21
11.1.4. CONDIÇÃO PSEUDO-ESTÁTICA (DINÂMICA)	21
11.1.5. ANÁLISES DE ESTABILIDADE	22
11.2. GALGAMENTO	24
11.3. EROSÃO INTERNA (PIPING).....	24
12. AUSCULTAÇÃO	25

12.1.	INSTRUMENTAÇÃO INSTALADA.....	25
13.	CARTA DE RISCO/NÍVEIS DE REFERÊNCIA.....	27
14.	SEGURANÇA OPERACIONAL.....	28
15.	AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA.....	29
	ANEXO I – CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM – DECRETO MG 48.140, DE 25/02/2021	30
	ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	32
	ANEXO III – SAÍDAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE	43
	ANEXO IV – GRÁFICOS DE MONITORAMENTO.....	62
	ANEXO V – ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART	70
	Declaração de estabilidade	
	Desenhos GF33-DE-01 a 05	

1. INTRODUÇÃO

Esta Auditoria Extraordinária decorre de exigência legal, conforme Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.784, de 21 de março de 2019, do Governo do Estado de Minas Gerais, para a Barragem B4, em operação 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 B4 ter sido alteada pelo método de montante, enquadrando-se no Art. 4º, § 3º da referida Resolução governamental.

A Resolução Conjunta 2.784 estabelece o atendimento integral do Decreto nº 46.933, de 2 de maio de 2016, do Governo do Estado de Minas Gerais, e a Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2372, de 6 de maio de 2016.

O presente relatório também segue as regulamentações impostas pelo Decreto 48.140, de 25 de fevereiro de 2021, do Governo do Estado de Minas Gerais.

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 de 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: 00138/1994/014/2014 (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
Município: Itapecerica UF: MG

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.

Resumo dados da Estrutura	
Nome da Estrutura	Barragem B4
Localização	Itapecerica - MG
Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento	N 7740088; E 526729
Finalidade do barramento	Contenção de água e rejeitos
Ano de início de implantação	1996
Ano de operação;	1997
Ano de término da operação	25/02/2022 – atendendo a Legislação Estadual
Data do início da descaracterização da barragem;	22/08/2022
Situação (status) de operação atual da barragem;	Inativa – atendendo a Legislação Estadual
Volume atual do reservatório (m³)	1.228.110
Capacidade total do reservatório (m³)	0,16M
Área do reservatório (m²)	80.000 (cota 990 m)
Elevação (m) do terreno natural no ponto baixo do barramento (m)	943
Altura atual da barragem (m)	47
Altura final prevista no projeto para a barragem (m)	57
Alteamentos realizados e seus respectivos métodos empregados	2 alteamentos por linha de centro e 1 pelo método de montante

Resumo dados da Estrutura
Alteamentos previstos
nenhum
Curso d'água interceptado
não
Classificação de categoria de risco - CRI (Decreto 48.140/21)
Baixo
Potencial de Dano Ambiental - PDA (Decreto 48.140/21)
Alto

4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem B4 teve projeto inicial elaborado durante o ano de 1995. De acordo com a concepção original, a barragem, cuja cota de fundação (ponto mais baixo) é 942 m, e a cota final será 1.000 m, seria alteada para jusante, em 3 etapas, utilizando estéril da lavra (relatório da Geoconsultoria RP-01/130-01).

A primeira etapa foi executada com estéril até a cota 975 m, e posteriormente, para os alteamentos futuros, a concepção foi modificada. Até a cota 985 m, a barragem foi alteada por linha de centro, com maciço de solo compactado na região da crista e a jusante, e praia de rejeitos a montante.

A partir da cota 985 m, o projeto previa o alteamento da barragem de 5 em 5 m até a cota 1.000 m, por montante, utilizando estéril para a construção de diques de contenção sobre a praia (ver desenhos GF13-DE-002 a -004). Entretanto, foi executado somente um alteamento por montante, até a cota 990 m, em 2014. As etapas seguintes de alteamento por montante não serão seguidas, visto impedimento legal a partir do ano de 2016.

A primeira etapa da barragem foi iniciada em 1996, porém foi paralisada na cota 965 m, só tendo sido concluída na cota 975 m em 1999. Foram feitos mais dois alteamentos de 5 m; a etapa da cota 985 m foi concluída em 2009 e a atual etapa de alteamento até a cota 990 m foi concluída em 2014.

A figura 1 mostra a seção transversal típica da barragem.

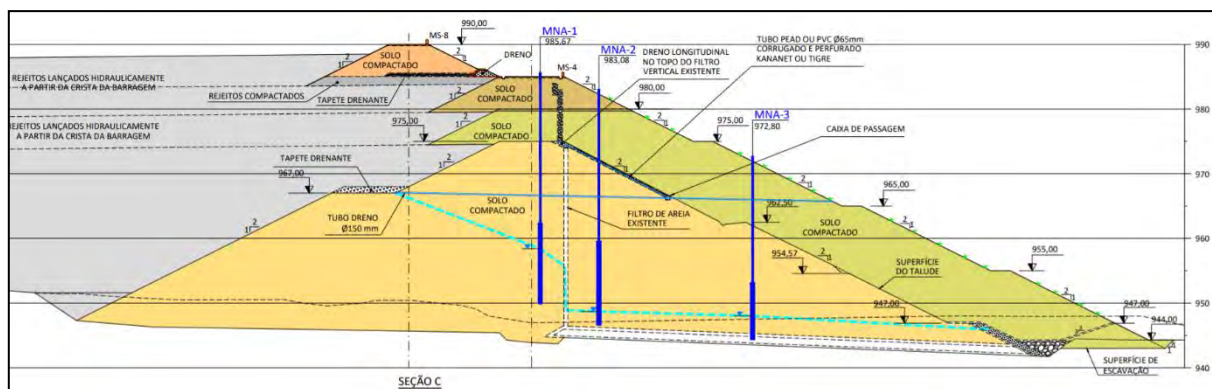


Figura 1 – Seção típica da barragem B4

4.1. EXTRAVASOR

O extravasor da barragem, para a cota atual, está implantado na margem direita do reservatório e é constituído de um canal de aproximação, com a soleira de entrada na cota 988 m, com declividade longitudinal de 0,1%, sem revestimento, e, em sua extremidade, desembocando em um canal de concreto em forma de escada.

O canal de aproximação tem seção trapezoidal de 1 m de largura na base, 2 m de altura, com taludes de 1V: 1H.

O canal de concreto armado tem seção retangular e em degraus, com 1,5 m de largura, altura dos muros laterais de 1,2 m e degraus de 0,7 m de altura.

4.2. DRENAGEM EXTERNA

As canaletas das bermas são circulares com diâmetro aproximado de 0,40 m, em concreto armado, possuem as mesmas declividades longitudinais das bermas, de 0.5%, em direção a ombreira direita.

As canaletas em degraus, situadas no encontro das bermas com as ombreiras, são de seções retangulares e de concreto armado. Estas apresentam 0,50 m de largura, altura mínima dos muros laterais de 0,60 m e degraus com 0,50 m de altura.

4.3. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

Conforme apresentado no relatório GF03RT05, o sistema de drenagem interno é assim resumido:

Pela nova concepção a barragem é alteada por linha de centro até a cota 985 m, utilizando-se volumes relativamente grandes de solo para compor o novo maciço, cujo talude se desloca para jusante. O solo a utilizar deverá ser estéril proveniente da área de lavra, o qual deverá ser compactado com os requisitos normalmente exigidos para barragens.

Prevê-se a extensão do atual filtro vertical (executado na etapa anterior) com a finalidade de interceptar as águas infiltradas a partir do reservatório. Não haverá uma junção dos dois filtros, sendo executado um dreno na base do novo filtro, de forma a conduzir as águas captadas ao longo do talude de jusante do maciço atual - através de drenos do mesmo tipo - até o enrocamento de pé. Este último terá a sua cota de topo elevada, de forma a propiciar o lançamento seguro das águas drenadas em cota superior à do terreno na região a jusante da barragem.

Na berma da cota 962,50 m, no talude atual, ocorre à saída das águas captadas a partir do tapete drenante executado na cota 967 m. Para captar estas águas, além daquelas provenientes do filtro vertical já referidas, previu-se um dreno tipo sanduíche executado sobre a berma, com saídas através de drenos de brita descarregando no enrocamento de pé.

O alteamento até a cota 985 m será executado em duas etapas, com acréscimos de cota de 5 m cada um. O talude de montante dos diques, executados concêntricamente com o dique inicial, deverá se apoiar sobre uma praia de rejeitos com largura mínima de 10 m. Por facilidade construtiva, previu-se executar na primeira etapa todo o maciço de solo abaixo da cota 980 m; a segunda etapa constará apenas do alteamento do mesmo, da cota 980 para a cota 985 m.

A limitação da cota 985 m para a utilização do método de linha de centro de alteamento prende-se a fatores de ordem topográfica, conforme se observa na planta apresentada no desenho GF03-DE-014. Observa-se ainda a inflexão dada ao eixo na ombreira direita, com vistas a direcioná-lo aproximadamente perpendicular às curvas de nível.

A partir da cota 985 m, até a cota 1.000 m, o alteamento será executado por montante; novamente, preveem-se etapas de 5 m de acréscimo na cota da crista. Cada alteamento resultará da execução inicial de um dique de solo compactado, com altura pouco superior a 5 m. Estes diques se apoiarão em uma praia de rejeitos totais lançados a partir da crista da etapa anterior. Em função das suas dimensões, será necessário dispor-se de uma praia com no mínimo 100 m de largura.

Para auxiliar no rebaixamento do lençol freático foi prevista a execução de um tapete drenante a montante do pé do dique de cota 990 m, descarregando as águas captadas, por meio de tubos, no pé de jusante do mesmo.

Conforme citado no item 4, somente 1 alteamento por montante foi executado, cota 990 m. Os demais alteamentos por montante não foram executados e a barragem está em processo de descaracterização.

5. CLASSIFICAÇÃO DA 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
Dano potencial associado	Alto
Classificação da barragem	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 seguem os principais pontos identificados nas inspeções, que fazem referência ao estado de conservação e ao atendimento dos planos de ação existentes na época:

- Presença de pragas formigas, cupins (registro: mar/23, abr/23 e mai/23).

6.2. AVALIAÇÃO DAS AUDITORIAS DE BARRAGENS E RECOMENDAÇÕES

No último relatório de auditoria de segurança (GF33RT48) 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);
- Revisar estudo hidráulico-hidrológico do sistema de drenagem superficial da barragem, atendendo à NBR13028 – 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.

Atendendo as recomendações legais, desde fevereiro/22, o reservatório não recebe mais rejeitos, sendo estes dispostos em baias escavadas na área anteriormente ocupada pelo aeródromo.

As atividades de descaracterização da barragem estavam em andamento. No momento da visita, ocorriam etapas de escavação dos rejeitos do reservatório, para a conformação superficial, privilegiando a ocupação da cabaceira do reservatório. O dique de alteamento por montante e a soleira do canal extravasor ainda continuam com a configuração inicial.

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

- A vegetação presente na barragem permitia inspeção visual detalhada;
- A crista estava estaqueada e sem sinais de empoçamento de água;
- Não havia lâmina d'água no reservatório;
- Todas as bermas e instrumentos estão identificados;
- As canaletas de drenagem superficial estavam limpas e desobstruídas;
- O dreno 1, com saída na canaleta da berma 965, apresentava vazão "normal", sem carreamento de sólidos;
- A drenagem de fundo da barragem estava desobstruída e o fluxo de água estava límpido, sem sólidos. A bacia de acumulação de água estava limpa;
- O emboque do extravasor de emergência estava desobstruído e sem extravasamento;
- O canal extravasor de emergência estava limpo e não havia sinais de erosão de suas "paredes";

- A estrutura de concreto do extravasor de emergência, descida hidráulica, não apresentava patologias aparentes, tais como trincas, ferragens expostas ou lixiviações;
- Os acessos até o barramento estavam trafegáveis.

7.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

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

8. AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

A avaliação hidráulica-hidrológica da barragem foi apresentada no documento GF33RT34-R2, Revisão Periódica, de janeiro/2022, tendo à seguinte conclusão:

Período de retorno T = 10.000 anos

- Tempo de concentração	=	1,6 minutos
- Área da Bacia	=	0,28 km ²
- Precipitação máxima	=	715 mm (7 dias)
- Vazão de pico	=	0,96 m ³ /s
- Vazão de descarga	=	0,70 m ³ /s
- N.A. inicial das simulações	=	988,0 m (emboque canal extravasor)
- N.A. Máximo	=	988,8 m
- Coroamento barragem	=	990 m
- Borda-livre	=	1,2 m

Conforme relatado no item 6.2, a verificação do sistema extravasor para o tempo de retorno PMP (precipitação máxima provável), não será realizada, visto o avanço do processo de descaracterização da barragem.

Destaca-se que, para a região sudeste do Brasil, as verificações para a PMP têm fornecido vazões menores que as estimadas para a decamilenar, não sendo, portanto, crítica.

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-B4-RL-R1, elaborado pela empresa 3EM em 30/08/2023. Tal estudo conclui sobre a necessidade de pequenos ajustes nas declividades ou nas seções de vazão das canaletas 1 e 2 para atender a chuva de TR=100 anos.

Entretanto, com o avanço do projeto de descaracterização da barragem, algumas alterações serão realizadas no sistema de drenagem superficial ainda no presente ano, como por exemplo, a remoção da canaleta 1, localizada na berma 985 m. Portanto, será necessário a realização de nova verificação hidráulica do sistema de drenagem superficial, levando-se em consideração a conformação da estrutura barragem na descaracterização.

10. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS REJEITOS

Abaixo segue trecho do relatório GF15RT01, Projeto executivo – Alteamento para a cota 980 m, emitido em agosto/04, que trata a caracterização dos rejeitos da barragem B2, admitidos como os mesmos a serem ocupados na barragem B4:

Os dados dos rejeitos da Barragem B4 foram inicialmente coletados da Barragem B2, visto que são os mesmos.

A amostra da Barragem B2 apresentou os seguintes resultados de ensaios:

Tabela 3 - Resultados de ensaios sobre amostras de rejeitos da barragem B2.

Granulometria (% < ϕ - mm)				Dens Sól.	Limites de Atterberg		Índice de Vazios		Permeabilidade	Ensaio Triaxiais			
0,002	0,074	0,42	2,0	δ	LL (%)	LP (%)	emax	emin	K (cm/s)	Pr. Efetivas		Pr. Totais	
										c' kPa	ϕ' (°)	C kPa	ϕ (°)
3	22	92	100	2,715	NP	NP	1,31	0,72	$4,6 \times 10^{-5}$	30	35	40	34

Os resultados dos ensaios indicam um material de rejeito que poderia ser considerado relativamente grosseiro, e com uma resistência ao cisalhamento elevada, o que seria indicativo de uma boa condição para emprego na construção da barragem. Dispõe-se, entretanto, de outros dados de granulometria fornecidos pela NGL, representando os rejeitos totais (no caso acima, trata-se de uma amostra segregada pelo lançamento em praia) que serão depositadas no reservatório da Barragem B4, e a seguir sumarizadas:

Tabela 4 - Resultado do ensaio de granulometria de rejeitos totais.

ϕ (mm)	0,002	0,074	0,42	2,0
% <	7	91	100	100

Conforme se observa, trata-se de um material muito mais fino que o acima ensaiado. Essa constatação aliada à observação visual da praia de rejeitos existentes, que apresenta material de muito baixa capacidade de suporte, é que levou a se descartar a ideia de empregar rejeitos no corpo da nova barragem, sendo os mesmos empregados apenas como contenção do talude de montante.

No relatório GF23RT01, Projeto executivo – Alçamento para a cota 990 m, emitido em fevereiro/13, foram destacados os seguintes comentários:

Em 2009 foram executadas campanhas de investigações de campo e ensaios de laboratório abrangendo: solo e rejeitos. Os resultados desta campanha acham-se pormenorizadamente descritos no relatório GF19-RT-01.

As investigações de campo compreenderam:

- 3 sondagens a percussão executadas sobre a praia de rejeitos (SP-1 a 3). O limite destas sondagens foi à banquetta anteriormente executada na cota 967 e o tapete drenante sobre a mesma;
- em cada uma das sondagens acima foram executados 3 ensaios de infiltração, a 3, 9 e 15 m de profundidade;
- 3 amostras indeformadas de rejeitos, em forma de blocos com 30 cm de lado coletadas na praia junto aos pontos de sondagem acima, a 50 cm de profundidade;
- para cada uma das amostras acima foram coletadas amostras deformadas em sacos com 20 kg de material cada;
- 2 blocos de amostras indeformadas (30 cm de lado) coletadas a 1 m de profundidade na plataforma da cota 980 m, acompanhadas de amostras deformadas, como acima;
- 2 blocos de amostras indeformadas (30 cm de lado) coletadas a 1 m de profundidade na banquetta da cota 975 do talude final da barragem, acompanhadas de amostras deformadas, como acima;
- 3 séries de ensaios “vane tests” (ensaios de palheta) executados em verticais vizinhas às das sondagens a percussão executadas na praia da barragem. Estava prevista a execução de ensaios em 5 profundidades por série: 1 - 3 - 5 - 7,5 e 10 m; o último ensaio de cada série não foi possível executar;
- 3 sondagens CPTU, próximas dos locais dos ensaios “vane tests”, com profundidades em torno de 10,40 m. Foram executados 8 ensaios de dissipação de pressão neutra conjuntamente com as sondagens.

Seguem trechos do relatório GF19RT01, Projeto executivo – Alçamento para a cota 985 m, emitido em novembro/09, com a caracterização dos rejeitos da barragem B4.

Os trabalhos relativos ao programa GF15-PI-03 foram contratados com a Geomaster, que apresentou o relatório 1011/08 com os resultados. As sondagens a percussão na região da praia permitiram a coleta de amostras deformadas, classificadas em quase a totalidade da

profundidade sondada (12 a 13 m) como areia muito fina siltosa cinza e marrom; na verdade, está camada é constituída por rejeitos lançados no reservatório. Os valores de SPT resultaram na faixa de 2 a 8, com os menores valores no topo e os maiores na parte inferior. O NA estava a menos de 1 m da superfície.

Em cada um dos furos de sondagem foram executados 3 ensaios de infiltração, com resultados do coeficiente de permeabilidade na faixa dos 10^{-4} cm/s; dois deles, mais superficiais, resultaram acima de 10^{-3} cm/s, na verdade refletindo a influência de um maior índice de vazios.

Os furos a trado permitiram coletar amostras do solo a ser escavado para a construção do novo canal extravasor na ombreira direita. Esta escavação servirá adicionalmente para a construção do maciço de solo de alteamento. As amostras coletadas - enviadas a laboratório para ensaios - se constituíram em solos silto-argilosos.

Para a realização dos ensaios de campo constantes do programa GF15-PI-04 a Nacional de Grafite contratou a empresa In Situ Geotecnia, que apresentou os resultados dos mesmos no relatório NGL-01-GRE-01. Para a análise dos ensaios CPTU fez-se a separação da profundidade ensaiada em rejeitos da região da praia segundo trechos típicos, cujos parâmetros médios são apresentados na tabela 4.

Tabela 5 - Sumário interpretativo dos resultados dos ensaios CPTU.

Ensaio	Prof. (m)	qt (MPa)	fs (kPa)	FR (%)	σ_v (kPa)	σ'_v (kPa)	su (kPa)	su / σ'_v	Nspt	Dr (%)	ϕ' (°)
CPTU01	0,72-1,44	0,752	7,05	0,97	19,01	8,21	49,61	6,04	2,50	29,26	30,73
	1,46-1,82	0,195	6,78	5,01	28,86	12,46	12,18	0,97	0,65	14,61	27,91
	1,84-2,04	0,776	7,27	0,95	34,14	14,74	50,76	3,44	2,58	28,83	30,65
	2,06-2,34	0,261	7,33	3,64	38,72	16,72	16,26	0,97	0,86	16,57	28,26
	2,36-3,54	1,568	10,21	0,69	51,92	22,42	103,06	4,59	5,22	39,64	33,07
	3,56-4,74	1,458	16,06	1,76	73,04	31,54	95,09	3,01	4,85	36,83	32,40
	4,76-5,34	1,484	18,33	2,57	88,88	38,38	96,34	2,51	4,94	36,21	32,26
	5,36-5,54	0,310	21,50	8,39	95,92	41,42	17,92	0,43	1,03	16,39	28,23
	5,56-9,76	2,180	21,84	1,49	134,82	58,22	141,47	2,43	7,26	40,97	33,39
9,78-10,44	0,481	19,79	4,96	178,11	76,91	26,95	0,35	1,60	18,14	28,55	
CPTU02	0,72-1,32	0,571	10,87	1,94	17,95	7,75	36,90	4,76	1,90	25,53	29,97
	1,34-1,62	0,200	10,67	6,25	26,05	11,25	11,58	1,03	0,67	14,87	27,96
	1,64-1,94	0,587	11,19	1,99	31,50	13,60	37,04	2,72	1,96	25,23	29,91
	1,96-3,80	0,185	8,15	5,22	50,69	21,89	8,99	0,41	0,62	14,81	27,75
	3,82-6,68	2,137	23,22	1,37	92,40	39,90	136,31	3,42	7,12	43,20	33,94
	6,70-8,98	1,774	28,03	2,61	138,16	59,66	109,03	1,83	5,91	36,76	32,39
	9,00-10,40	0,896	30,77	4,74	170,72	73,72	48,35	0,66	2,99	25,05	29,87
CPTU03	0,72-1,90	0,793	7,85	1,12	23,06	9,96	51,30	5,15	2,64	29,77	30,84
	1,92-2,90	1,353	9,32	0,83	42,24	18,24	87,37	4,79	4,51	37,48	32,56
	2,92-3,84	0,270	10,45	4,82	59,49	25,68	14,07	0,55	0,90	16,22	28,2
	3,86-5,50	1,775	16,81	1,18	82,37	35,57	112,87	3,17	5,92	40,02	33,16
	5,52-6,42	1,477	27,59	2,57	105,07	45,37	91,45	2,02	4,92	35,2	32,03
	6,44-10,42	3,098	36,80	1,43	148,36	64,07	196,62	3,07	10,33	47,94	35,17

Símbolos:

qt - resistência de ponta do cone (corrigida)

fs - resistência lateral

FR - relação entre a resistência lateral e a de ponta

 σ_v - tensão total vertical σ'_v - tensão efetiva vertical

su - resistência não drenada

Nspt - resistência equivalente no ensaio SPT

Dr - compactidade relativa

 ϕ' - ângulo de atrito

Nesta tabela as colunas 2 e 3 decorrem diretamente dos ensaios e representam, respectivamente, as resistências de ponta e lateral. Os valores de FR representam a relação entre o atrito lateral e a resistência de ponta, muito útil para caracterizar os solos atravessados pelo equipamento. Os valores mais elevados de FR tendem a representar os solos mais finos (caracterizados em negrito na coluna das profundidades). Pelo processo de disposição utilizado nesta obra, é de se esperar segregação dos rejeitos lançados no reservatório. Imediatamente após cada fase de alteamento tende a se acumular água livre à frente da barragem, o que ocasiona a precipitação de material mais fino na região ensaiada. Ao término da etapa de alteamento, pelo contrário, tende a se formar praia a montante do eixo, causando a segregação de materiais mais grosseiros (e diminuição dos valores de FR). A presença de estratos mais finos tende a diminuir a estabilidade, conforme pode ser observado mais à frente neste relatório.

As tensões verticais (σ_v) foram calculadas com base em densidades presumidas para os rejeitos e serviram para a estimativa da resistência não drenada (s_u) através da fórmula:

$$s_u = (q_t - \sigma_v) / N_{kt}$$

onde o último é um fator empírico, no caso assumido igual a 15.

Observar que o emprego da fórmula acima só tem sentido em se tratando de solos finos (em negrito), pouco permeáveis, não valendo para os rejeitos mais grossos, onde os valores calculados tendem a ser muito elevados. Os valores de s_u foram normalizados, dividindo-os pelos respectivos valores das tensões efetivas σ'_v . Essa relação é admitida relativamente constante para o mesmo solo fino e em condições de adensamento semelhantes.

Na coluna seguinte foram calculados os valores de Nspt, que seriam os valores correspondentes de ensaios SPT normalizados para tensão confinantes de 1 kg/cm² e eficiência de cravação de 60%. Para rejeitos com diâmetro médio de 0,1 mm, admite-se:

$$q_t / p_a = 3 N_{spt}$$

em que p_a é a pressão atmosférica.

A partir dos valores de N_{spt} calcularam-se os valores das densidades relativas D_r através da fórmula devida a Skempton (1986):

$$D_r = (N_{spt} / (0,28 \sigma'_{v} + 27))^{0,5}$$

Finalmente, os respectivos ângulos de atrito ϕ' são estimados a partir de D_r através da expressão:

$$(1,49 - D_r) \text{ tg } \phi' = 0,712 \text{ (de Mello, 1971)}$$

Conforme se observa na tabela, os resultados de D_r para os estratos de solo fino tendem a ser muito baixos, o que se reflete em possibilidade de eventual liquefação da camada. Os parâmetros de resistência aí determinados serviram de base às análises de estabilidade.

Na tabela 4 apresentam-se os resultados dos ensaios de dissipação de pressão neutra, executados em conjunto com os ensaios CPTU em profundidades selecionadas. Estes ensaios consistem em paralisar a penetração do cone e medir a dissipação das pressões neutras anteriormente geradas. Os coeficientes são calculados através da fórmula:

$$C_h = (T_i \cdot r^2 \cdot I_r^{0,5}) / t_i$$

onde:

T_i - fator adimensional determinado em função da porcentagem de adensamento (no caso 50%)

r - raio do cone

I_r - coeficiente de rigidez = G / S_u (admitido igual a 100)

G - módulo cisalhante

S_u - resistência não drenada

t_i - tempo para que ocorra a porcentagem de adensamento (no caso 50%)

Tabela 6 - Ensaios de dissipação (CPTU).

Ensaio	Prof. (m)	C_h (cm ² /s)
CPTU-01	3,65	0,53
	5,55	0,20
	10,10	0,10
CPTU-02	2,99	0,40
	6,88	0,11
	8,94	0,40
CPTU-03	3,09	0,53
	5,60	0,16

Símbolo:

C_h - coeficiente de adensamento horizontal

Os valores encontrados são considerados altos, mostrando facilidade de drenagem dos rejeitos. Os valores mais baixos indicam as camadas de rejeitos mais finos.

Na tabela 6 apresentam-se os resultados dos ensaios de palheta “vane-tests”, executados em profundidades selecionadas nas proximidades dos ensaios CPTU. Esses ensaios de fato só são válidos para os solos finos onde possa ocorrer uma condição não drenada durante a sua

realização. De maneira geral, os mesmos apresentaram resistência maior que a inferida dos ensaios CPTU. Por esta razão, e ainda por terem estes resultados aparentemente mais coerentes - especialmente no que tange a camadas de material fino - optou-se pelo emprego dos resultados dos CPTU em análises de estabilidade.

Tabela 7 - Resultados interpretados dos ensaios "vane-test".

VT	Prof. (m)	Su (pico) (kPa)	σ'_v (kPa)	Su / σ'_v
VT-01	1,00	31,37	7,6	4,13
	3,00	21,82	22,8	0,96
	5,00	43,24	38,0	1,13
	7,50	32,88	57,0	0,58
VT-02	1,00	8,01	7,6	1,04
	3,00	6,73	22,8	0,16
	5,00	70,32	38,0	1,85
	6,80	64,36	51,7	1,24
VT-03	1,00	20,92	7,6	2,75
	3,00	21,32	22,8	0,94
	5,00	53,87	38,0	1,42

Símbolos:

Su - resistência não drenada

σ'_v - tensão efetiva vertical

Para os ensaios de laboratório são apresentados os seguintes comentários, extraídos do relatório Geoconsultoria GF19RT01.

Na tabela abaixo são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização e compactação dos rejeitos.

Tabela 8 - Resultados de ensaios de caracterização e compactação.

Tipo	Sond.	Prof. (m)	Granulometria (porcentagens passantes)						γ_s (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	w _{ot.} (%)	$\gamma_{d \max.}$ (kN/m ³)	$\gamma_{d \max.}$ (%)
			5 μ	#200	#40	#10	#4	3/8"					
Indef.	PI-01	0-0,5	5	19	99	100	100	100	27,5	11,9	16,5	16,8	71,0
Indef.	PI-02	0-0,5	6	23	99	100	100	100	27,4	13,3	18,6	16,4	81,1
Indef.	PI-03	0-0,5	6	19	98	100	100	100	27,2	12,4	19,2	16,2	76,5

Símbolos:

γ_s - densidade dos grãos

γ_d - densidade aparente seca

w_{ot.} - umidade ótima

$\gamma_{d \max.}$ - densidade seca máxima

Conforme se observa, a fração arenosa (acima da peneira 200) predomina até de forma surpreendente, correspondendo a cerca de 80% do total. A areia é quase na sua totalidade fina (abaixo da peneira de 0,42 mm). A fração passante na peneira 200 é constituída por finos de granulometria siltosa. O lançamento hidráulico resultou em graus de compactação de 70 a 80%, característicos de estado fofo, o que é coerente com os ensaios SPT e CPTU executados no local.

A tabela abaixo mostra resultados de ensaios triaxiais e de permeabilidade sobre as amostras indeformadas de rejeitos.

Tabela 9 - Resultados de ensaios de laboratório - triaxiais e permeabilidade.

Tipo	Sond.	Prof. (m)	$\gamma_d / \gamma_{dmax.}$ (%)	Triaxiais CU_{SAT}					Perm. (cm/s)
				c (kPa)	ϕ ($^\circ$)	c' (kPa)	ϕ' ($^\circ$)	s_u / σ'_c	
Indef.	PI-01	0-0,5	71,0	0	14,4	0	33,7	0,33-0,44	$2,2 \times 10^{-4}$
Indef.	PI-02	0-0,5	81,1	0	15,5	0	35,3	0,35-0,48	$6,9 \times 10^{-6}$
Indef.	PI-03	0-0,5	76,5	0	15,2	0	35,3	0,31-0,43	$6,7 \times 10^{-5}$

Símbolos:

γ_d - densidade aparente seca

$\gamma_{dmax.}$ - densidade seca máxima

c - ϕ - parâmetros de resistência - p. total

c' - ϕ' - parâmetros de resistência - p. efetivas

s_u - resistência não drenada

σ'_c - tensão de adensamento

As amostras de rejeitos apresentaram parâmetros de resistência em termos de tensões efetivas de 33 a 34^º para ângulos de atrito, com interceptos de coesão nulos.

A penúltima coluna corresponde à relação entre a resistência não drenada (para corpos de prova saturados), determinada nos ensaios triaxiais, e a respectiva tensão confinante de adensamento, tendo resultado valores na faixa de 0,3 a 0,4, que são valores relativamente baixos, resultantes da baixa compactação das amostras.

Os coeficientes de permeabilidade resultaram entre as faixas de 10^{-6} cm/s e 10^{-4} cm/s, valores estes surpreendentemente baixos considerando a composição granulométrica e a própria compactação das amostras.

Para outros tipos de rejeitos, seria de se esperar nestas circunstâncias coeficientes de permeabilidade na faixa dos 10^{-4} a 10^{-3} cm/s. Para emprego de rejeitos como material de construção de barragens importa muito mais o coeficiente de permeabilidade do que a própria granulometria.

Em 2019, foi realizada campanha complementar de caracterização dos rejeitos da B4, com a coleta de amostras deformadas da praia de rejeitos. Os ensaios foram realizados pela empresa Geothra. Abaixo segue tabela com os resultados obtidos.

Tabela 10 - Ensaios de caracterização – Geothra 2019.

	Amostra	Tipo amostra	Local	Prof. (m)	Dens. graos (g/cm ³)	granulometria (%)					Atterberg		Adensamento		
						Arg.	Sil.	Areia			Ped.	LL	LP	Cc	σ'_p (kPa)
								fina	méd.	gros.					
Geothra 2019	AD-01A	def.	Rej.	0 - 0,5	2,911	0	12	54	34	0	0	NL	NP	0,220	247,0
	AD-01B	def.	Rej.	0 - 0,5	2,904	0	14	54	32	0	0	NL	NP	0,220	305,0
	AD-02A	def.	Rej.	0 - 0,5	2,876	0	13	53	34	0	0	NL	NP	0,230	257,0
	AD-02B	def.	Rej.	0 - 0,5	2,881	0	17	51	32	0	0	NL	NP	0,210	305,0
	AD-03A	def.	Rej.	0 - 0,5	2,884	0	18	52	30	0	0	NL	NP	0,200	139,0
	AD-03B	def.	Rej.	0 - 0,5	2,891	0	18	50	32	0	0	NL	NP	0,170	258,0
	AD-04A	def.	Rej.	0 - 0,5	2,854	0	18	50	31	1	0	NL	NP	0,270	439,0
	AD-04B	def.	Rej.	0 - 0,5	2,867	0	22	46	31	1	0	NL	NP	0,230	296,0

Observa-se que as granulometrias realizadas definem os rejeitos como sendo areias siltosas, não plástico.

No que diz respeito à classificação ambiental do rejeito, o Boletim Analítico 248183/2021-1, de autoria da ALS, classifica o rejeito como:

- Classificação ambiental (NBR 10.004): Classe II A – Não inerte

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, de 7 de fevereiro de 2022, e ao “Termo de referência para a elaboração do relatório técnico de auditoria extraordinária 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 referências bibliográficas que subsidiam os referidos valores.

11.1.1. CONDIÇÃO DRENADA

Nas análises de estabilidade para condição de solicitação drenada o valor mínimo estabelecido para o FS é de 1,50 (definido na Resolução ANM 95), 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 130, de 24 de fevereiro de 2023, o fator de segurança mínimo é de 1,30 (Art. 23).

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 130 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 da barragem os possíveis gatilhos (deformação, elevação freática, carregamentos rápidos, escorregamento, sismos, 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 da barragem B4, com cerca de 300 m de comprimento e apenas 5 m de altura alteada por montante, 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 PSEUDO-ESTÁTICA (DINÂMICA)

Como critério de aceitação da estabilidade pseudo-estática, será adotado FS maior ou igual a 1,10 (FS \geq 1,10), de acordo com a NBR13028/2017.

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 11. Os dados consolidados estão apresentados no relatório GF40RT08-R0, de janeiro de 2023.

Tabela 11 - Parâmetros de resistência dos materiais.

Material	γ [kN/m ³]	Tensões totais		Tensões efetivas	
		c [kPa]	φ [°]	c' [kPa]	φ' [°]
Aterro compactado ¹	19	38	22	17	26
Rejeitos	18	² $S_u=0,22 \cdot \sigma'_v$		4 ¹	34 ¹
Colúvio ¹	16	10	14	1	28
Aluvião arenoso	20	20	34	9	36
Solo residual (gnaisse) ¹	19	7	20	3	33
Drenagem interna ^{2,3}	20	0	30	0	30
Enrocamento ^{2,3}	20	0	38	0	38

c, φ – coesão e ângulo de atrito

γ - Peso específico natural

¹valores estimados a partir dos ensaios triaxial;

²valores adotados com conservadorismo; sem referência;

³foram utilizados os mesmos parâmetros para a condição total e efetiva.

As análises de estabilidade foram realizadas para as seções de maior altura (seção C) e de ombreiras (seções F e G), utilizando os níveis freáticos e piezométricos registados nos últimos 6 meses, além de seções próximas às ombreiras.

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), Termo de Referência FEAM e Resolução ANM 130, como mostrado na tabela 12 a 14. No Anexo III são apresentadas as figuras com as saídas do programa de estabilidade. As análises de estabilidade são as mesmas apresentadas no semestre anterior (GF33RT48-R0), visto que não houveram mudanças significativas nos níveis piezométricos medidos.

Tabela 12 – Resultados das análises de estabilidade – Jusante - Seção C.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS _{min}	Figura
GLE/Morgenstern-Price (MP)	drenada	Circular	1,51	1,50	Anexo III.1
		Não circular	1,50		Anexo III.2
	não drenada	Circular	1,45	1,30	Anexo III.3
		Não circular	1,44		Anexo III.4
	pseudo-estática	Circular	1,27	1,10	Anexo III.5
		Não circular	1,26		Anexo III.6
Spencer (S)	drenada	Circular	1,51	1,50	Anexo III.7
		Não circular	1,51		Anexo III.8
	não drenada	Circular	1,47	1,30	Anexo III.9
		Não circular	1,46		Anexo III.10
	pseudo-estática	Circular	1,29	1,10	Anexo III.11
		Não circular	1,28		Anexo III.12
Bishop (B)	drenada	Circular	1,51	1,50	Anexo III.13
		Não circular	1,51		Anexo III.14
	não drenada	Circular	1,45	1,30	Anexo III.15
		Não circular	1,37		Anexo III.16
	pseudo-estática	Circular	1,29	1,10	Anexo III.17
		Não circular	1,20		Anexo III.18

Tabela 13 – Resultados das análises de estabilidade – Jusante - Seção F.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS _{min}	Figura
GLE/Morgenstern-Price (MP)	drenada	Circular	1,72	1,50	Anexo III.19
		Não circular	1,68		Anexo III.20
	não drenada	Circular	1,38	1,30	Anexo III.21
		Não circular	1,37		Anexo III.22
	pseudo-estática	Circular	1,19	1,10	Anexo III.23
		Não circular	1,18		Anexo III.24
Spencer (S)	drenada	Circular	1,72	1,50	Anexo III.25
		Não circular	1,69		Anexo III.26
	não drenada	Circular	1,39	1,30	Anexo III.27
		Não circular	1,39		Anexo III.28
	pseudo-estática	Circular	1,19	1,10	Anexo III.29
		Não circular	1,19		Anexo III.30
Bishop (B)	drenada	Circular	1,71	1,50	Anexo III.31
		Não circular	1,69		Anexo III.32
	não drenada	Circular	1,37	1,30	Anexo III.33
		Não circular	1,34		Anexo III.34
	pseudo-estática	Circular	1,17	1,10	Anexo III.35
		Não circular	1,16		Anexo III.36

Tabela 14 – Resultados das análises de estabilidade – Jusante - Seção G.

Método	Tipo de análise	Superfície	FS calculado	FS _{min}	Figura
GLE/Morgenstern-Price (MP)	drenada	Circular	1,56	1,50	Anexo III.37
		Não circular	1,54		Anexo III.38
	não drenada	Circular	1,43	1,30	Anexo III.39
		Não circular	1,42		Anexo III.40
	pseudo-estática	Circular	1,26	1,10	Anexo III.41
		Não circular	1,26		Anexo III.42
Spencer (S)	drenada	Circular	1,56	1,50	Anexo III.43
		Não circular	1,55		Anexo III.44
	não drenada	Circular	1,44	1,30	Anexo III.45
		Não circular	1,43		Anexo III.46
	pseudo-estática	Circular	1,26	1,10	Anexo III.47
		Não circular	1,26		Anexo III.48
Bishop (B)	drenada	Circular	1,56	1,50	Anexo III.49
		Não circular	1,54		Anexo III.50
	não drenada	Circular	1,45	1,30	Anexo III.51
		Não circular	1,39		Anexo III.52
	pseudo-estática	Circular	1,26	1,10	Anexo III.53
		Não circular	1,22		Anexo III.54

Como podem ser observados, os fatores de segurança da barragem B4 atendem ao mínimo recomendado.

11.2. GALGAMENTO

Conforme informações apresentadas no presente relatório, o sistema extravasor da barragem B4 está adequado e o risco atual de galgamento é praticamente nulo.

Na inspeção de campo observou-se a adequação do sistema de drenagem, sem obstruções. Assim a barragem está operando dentro dos padrões de normalidade hidráulica, e o projeto atende às exigências legais (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 em aterros compactados de estruturas de contenção, 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 a barragem B4 os critérios operacionais adotados (praia emersa de rejeitos maior do que 100 m de largura) minimizam a possibilidade de ocorrência de “*piping*”.

O sistema de drenagem interna foi projetado para interceptar o nível de água interno do maciço e rebaixá-lo. As medições das vazões dos drenos do sistema de drenagem interna indicam que o mesmo vem operando adequadamente.

Nos diques de alteamento os piezômetros e indicadores de nível d’água mostram a funcionalidade do sistema de drenagem interno, conduzindo adequadamente o fluxo de infiltração de água.

Nas inspeções regulares efetuadas pela Grafite não foram encontrados sinais de carreamento de sólidos na saída dos drenos ou nos controles visuais das inspeções de campo.

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 N.A., marcos de recalque e pluviometria) e inspeções de campo realizadas pela equipe da Nacional de Grafite.

Os instrumentos vêm se mantendo com condições adequadas de funcionamento e manutenção.

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 foram automatizados, seguindo as determinações da Resolução ANM 95.

12.1. INSTRUMENTAÇÃO INSTALADA

Na barragem estão instalados e em funcionamento os seguintes instrumentos:

- 10 medidores de nível d’água
- 45 piezômetros tipo Casagrande
- 9 medidores de vazão
- 14 marcos superficiais;
- 1 pluviômetro.

A locação destes instrumentos é mostrada nos desenhos GF33-DE-001. As seções de monitoramento, atualizadas com a indicação do nível d’água registrado nas últimas leituras

realizadas nos instrumentos, são mostradas nos desenhos GF33-DE-002, GF33-DE-003, GF33-DE-004 e GF33-DE-005.

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), medidor de vazão (MV), marcos superficiais (MS's) e largura da praia.

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

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.

As medições do nível d'água do reservatório mostra que a borda mínima foi respeitada nos últimos anos, como pode ser visto na figura 2. O NA atual está na cota 982,19 m, com uma redução acumulada em 12 meses de 4,7 m, visto a parada de recebimento de rejeitos desde o início de 2022.

Os piezômetros (PZC's) e medidores de nível d'água (MNA) mostram tendência de redução dos níveis, principalmente a partir de fev/22, acompanhando a redução do NA do reservatório, conforme apresentado nas figuras 3 a 5. A leituras atuais mostram tendência de redução dos níveis medidos.

As medidas de vazão do dreno de fundo da barragem mostram tendência de redução das vazões, também acompanhando a influência da redução do NA do reservatório. A vazão atual é de 2,96 m³/h (figura 6).

Existem 7 saídas de drenagem nos taludes de jusante da barragem. Os drenos 1 a 3, da berma 965, são saídas de drenagem do tapete instalado na berma de montante da barragem inicial, na cota 967 m. Os drenos 4 a 6, da berma da cota 975, são saídas de drenagem auxiliares do tapete drenante do alteamento por montante. O dreno 7 é superficial.

Apenas o dreno 1 apresenta vazão. A vazão registrada mostra tendência de redução, com vazão atual de 0,11 m³/h.

O dreno 8, instalado a jusante do medidor triangular do dreno de fundo, apresenta tendência de redução. A vazão média é de 0,07 m³/h no último ano (figura 8).

Os marcos superficiais (MS's) mostram comportamento estável, tanto na vertical, quanto na horizontal, sem tendências preponderantes (figura 9).

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 metodologia utilizada até a suspensão do lançamento em fevereiro de 2022, consistia no lançamento de rejeitos por via úmida, com bombeamento de rejeitos total a partir da crista da barragem, formando praia de rejeitos, de modo a manter o espelho de água do reservatório o mais afastado da barragem.

A barragem B4 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 da Barragem B4 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 B4. As leituras dos instrumentos são inseridas na planilha de monitoramento, que gera os gráficos de acompanhamento apresentados no Anexo IV.

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.

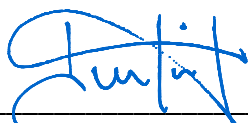
15. AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

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:

- Realizar verificação hidráulica do sistema de drenagem superficial da barragem, considerando o projeto de descaracterização - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/09/23);
- 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 emboque do extravasor e canal de cintura - 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: 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	BARRAGEM B4		
NOME DO EMPREENDEDOR	NACIONAL DE GRAFITE		
DATA	25/08/2021		

I.1 - CATEGORIA DE RISCO - CRI

		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	16
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PSB)	0
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PSB		16 BAIXO

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
		REJEITOS
	ALTO	≥ 65 OU EC=10*
	MÉDIO	37 a 65
	BAIXO	≤ 37

(*) 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 - POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL

		Pontos
POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL (PDA)	21	ALTO

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	PDA
	ALTO	> = 13
	MÉDIO	7 < DPA < 13
	BAIXO	< = 7

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	BAIXO
POTENCIAL DE DANO AMBIENTAL	ALTO
CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM	B

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

1.1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT

Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura ≤ 10m (0)	Comprimento ≤ 50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilar (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
10m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Mienar (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 ou que já tenha sido alteado a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada, em desacordo com o projeto (8)

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

4	2	0	10	0
---	---	---	----	---

1.2 - 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 crescentil 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)

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

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

1.3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PSB

Documentação de Projeto (j)	Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (k)	Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento (l)	Plano de Ação Emergencial - PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (m)	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança (n)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança da barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui PAE (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança (2)
Projeto "como está" (3)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e monitoramento (4)
Projeto Básico (5)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual (6)
Projeto Conceitual (8)	-	-	-	Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)
Não há documentação de projeto (10)	-	-	-	-

Indique abaixo a Pontuação da Barragem para cada coluna

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

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

Volume Total do Reservatório (a)	Existência de população a jusante (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 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 AGRAVADO (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	1
---	----	---	---

ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Foto 1 – Crista da barragem - Vista para a ombreira direita.



Foto 2 – Crista da barragem - Vista para a ombreira esquerda.



Foto 3 – Reservatório – Em andamento obras de escavação e aterro do reservatório para o projeto de descaracterização da barragem.



Foto 4 – Reservatório – Em andamento obras de escavação e aterro do reservatório para o projeto de descaracterização da barragem.



Foto 5 – Reservatório – Em andamento obras de escavação e aterro do reservatório para o projeto de descaracterização da barragem.



Foto 6 – Reservatório – Em andamento obras de escavação e aterro do reservatório para o projeto de descaracterização da barragem.



Foto 7 – Caneleta de cintura executada na margem direita do reservatório, na cabeceira, conectada com o canal extravasor – Etapa do projeto de descaracterização da barragem.



Foto 8 – Canal extravasor de emergência – Detalhe para as atividades de limpeza.



Foto 9 – Descida hidráulica do Canal extravasor de emergência.



Foto 10 – Talude de jusante entre as cotas 985 e 990 m - Vista para a ombreira direita.



Foto 11 – Talude de jusante – Berma da cota 985 m - Vista para a ombreira esquerda.



Foto 12 – Talude de jusante entre as cotas 975 e 985 m – Vista para a ombreira direita.



Foto 13 – Talude de jusante – Berma da cota 975 m – Vista para a ombreira esquerda.



Foto 14 – Talude de jusante entre as cotas 965 e 975 m – Vista para a ombreira direita.



Foto 15 – Talude de jusante – Berma da cota 965 m – Vista para a ombreira esquerda.



Foto 16 – Talude de jusante entre as cotas 955 e 965 m – Vista para a ombreira esquerda.



Foto 17 – Talude de jusante – Berma da cota 955 m – Vista para a ombreira esquerda.



Foto 18 – Talude de jusante – Vista para a área de jusante da barragem.



Foto 19 – Talude de jusante – Vista frontal.



Foto 20 – Saída dreno de fundo.

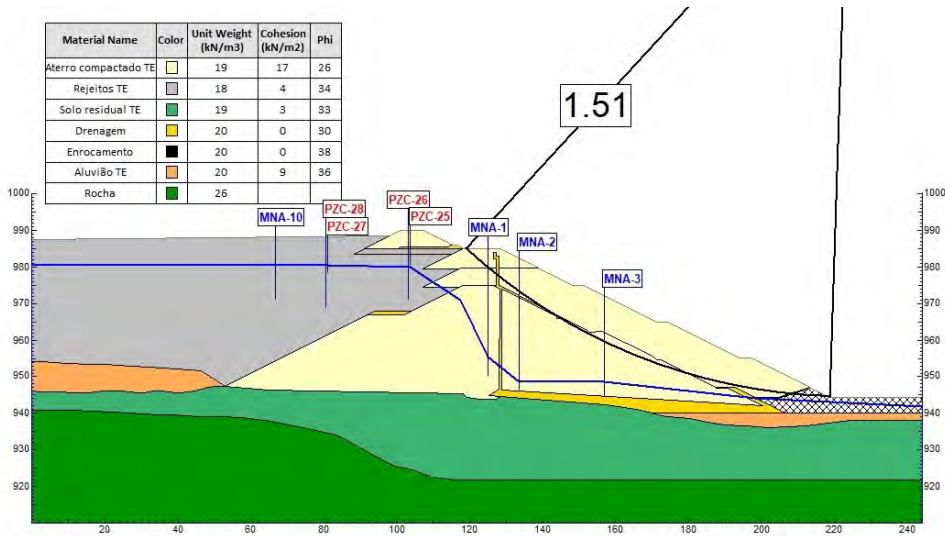


Foto 21 – Canaleta de contato entre o terreno natural e o maciço da barragem – Ombreira esquerda.

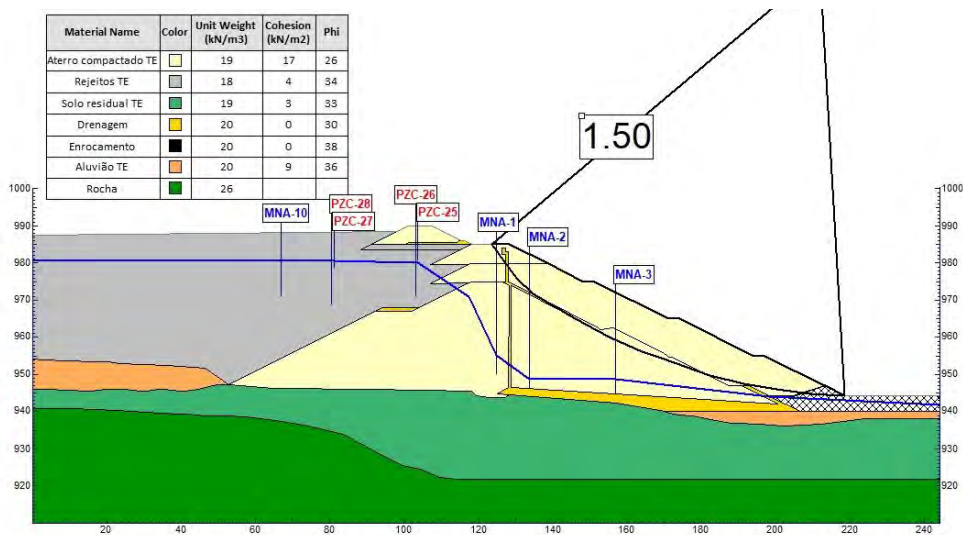


Foto 22 – Canaleta de contato entre o terreno natural e o maciço da barragem – Ombreira direita.

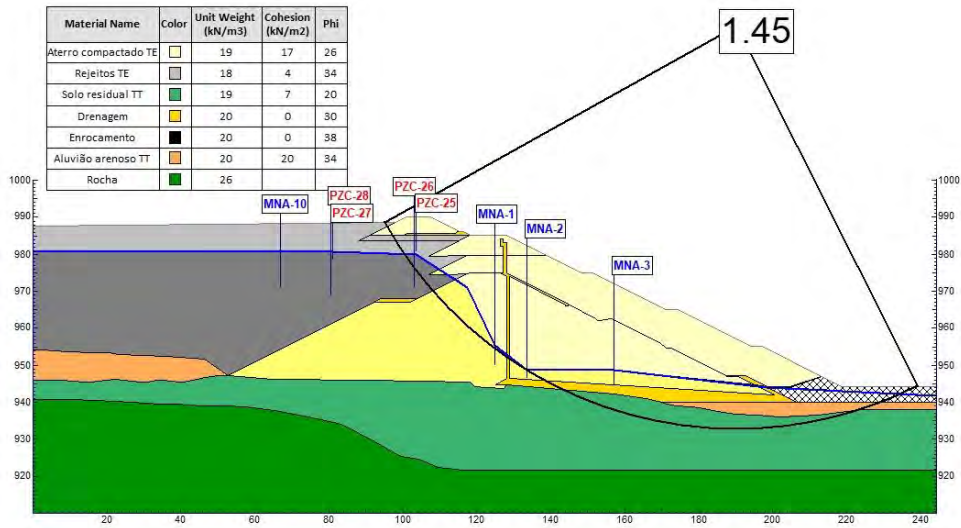
ANEXO III – SAÍDAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE



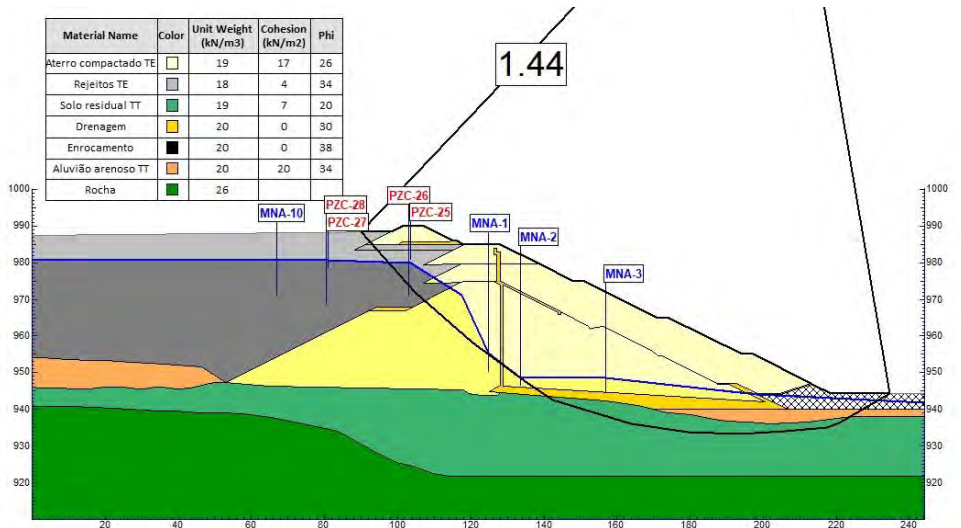
Anexo III 1 – Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada circular – MP



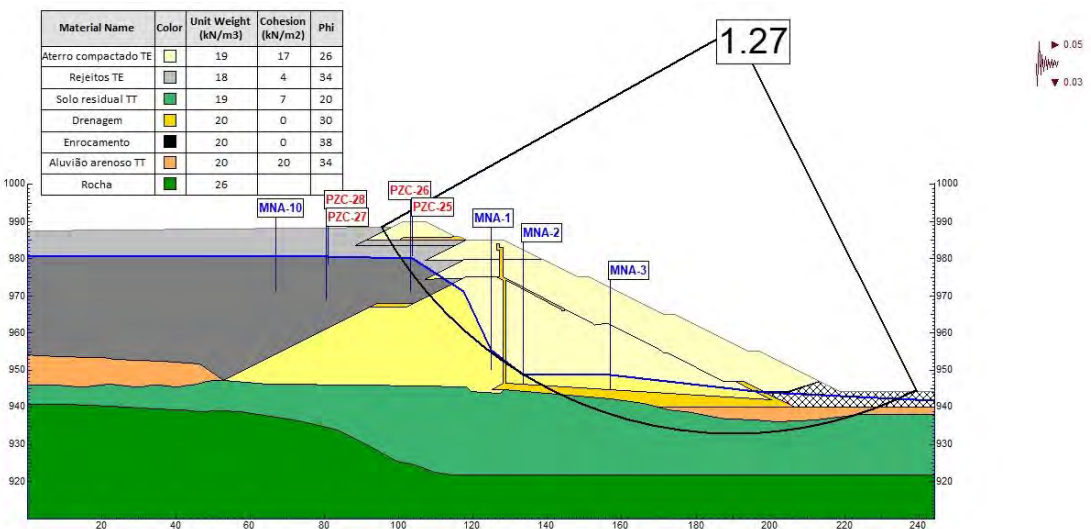
Anexo III 2 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada não circular – MP



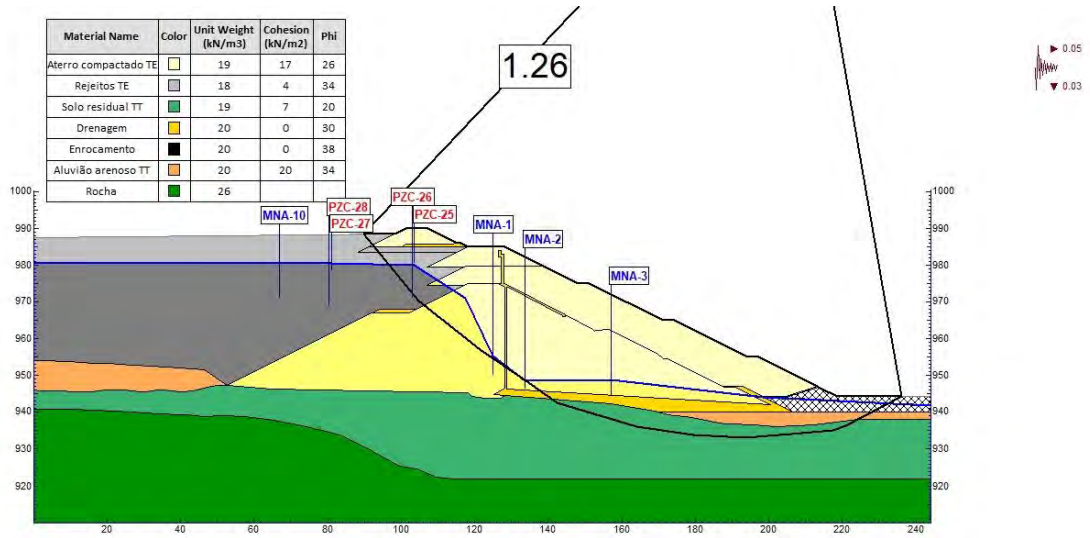
Anexo III 3 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada circular – MP



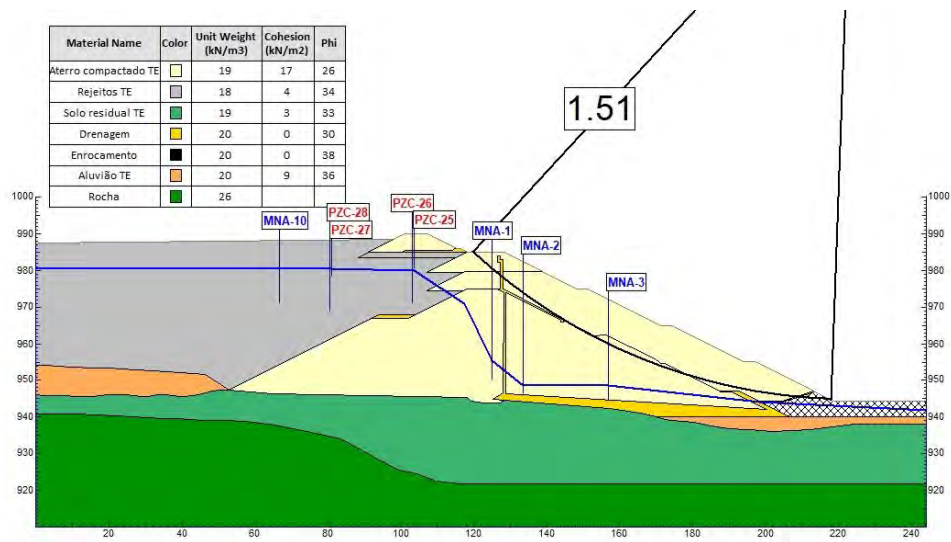
Anexo III 4 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada não circular – MP



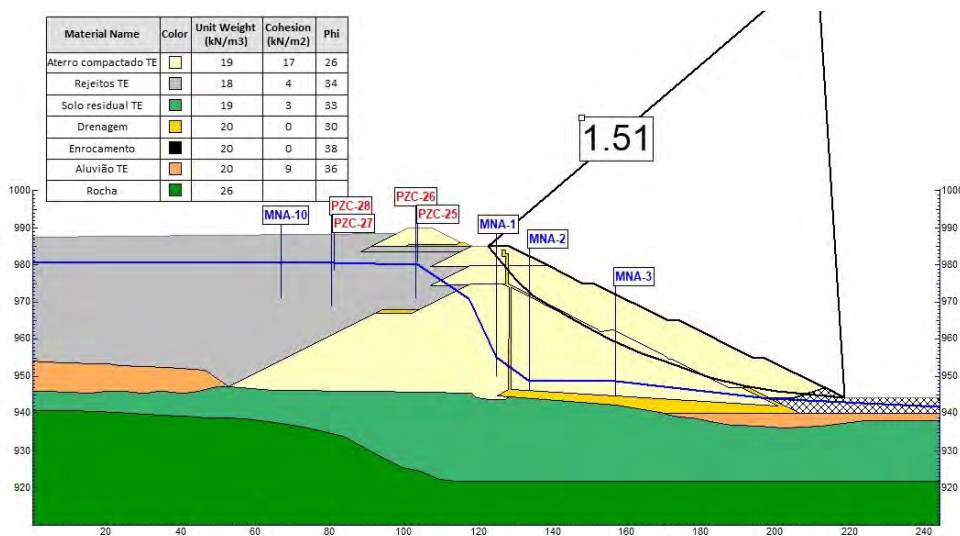
Anexo III 5 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – pseudo-estática – circular – MP



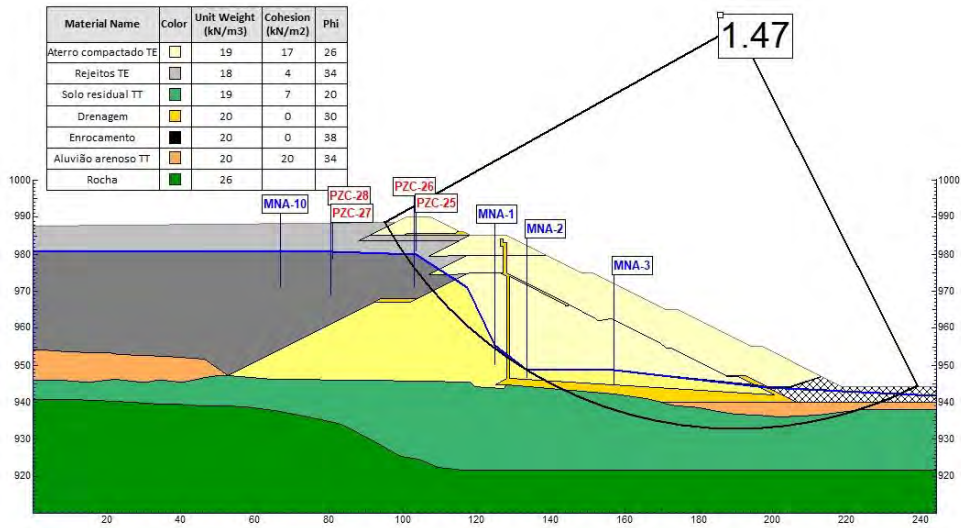
Anexo III 6 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – pseudo-estática – não circular – MP



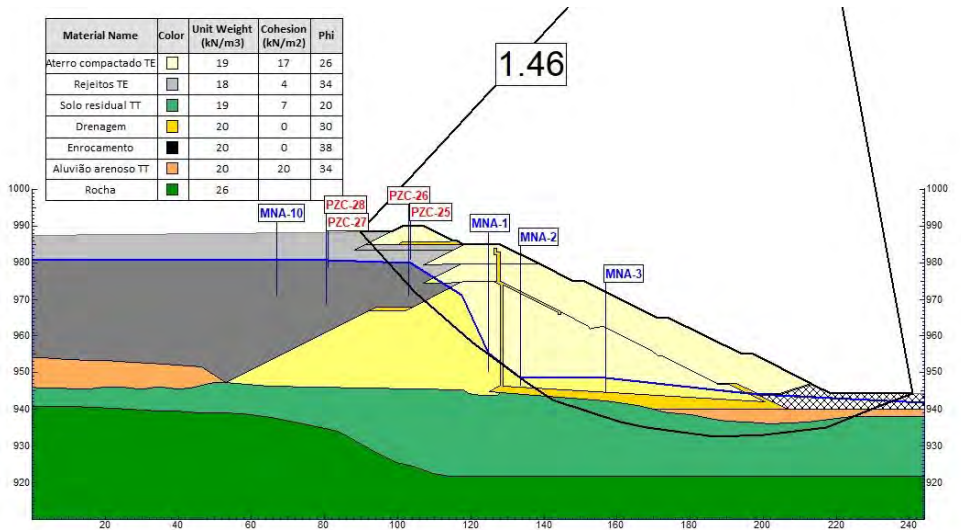
Anexo III 7 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada circular – S



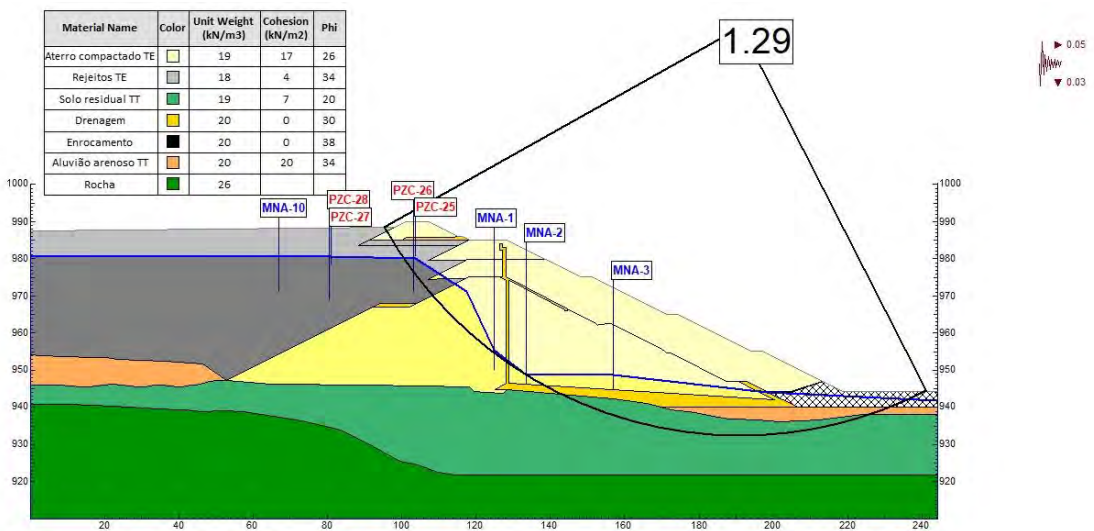
Anexo III 8 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada não circular – S



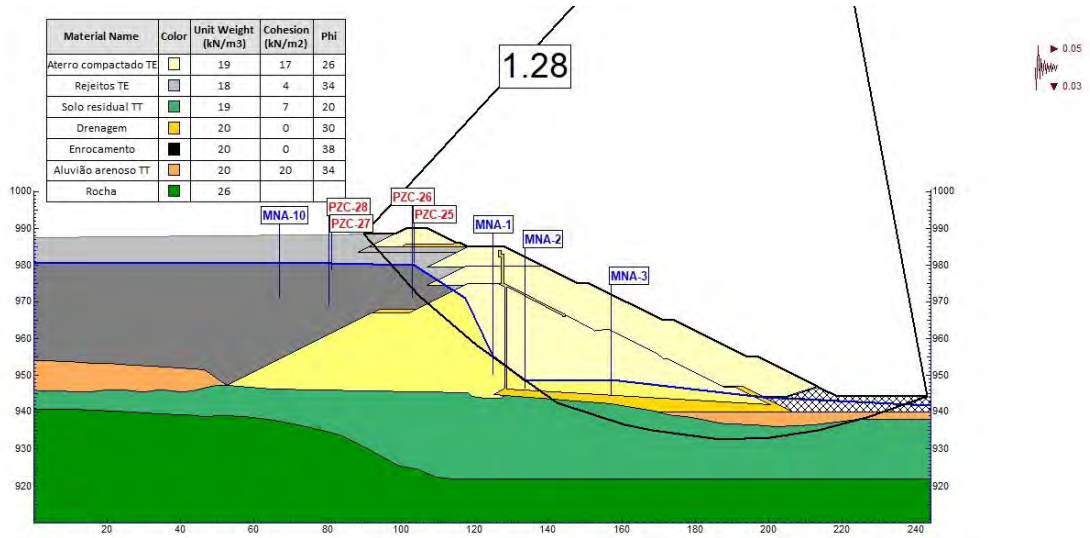
Anexo III 9 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada circular – S



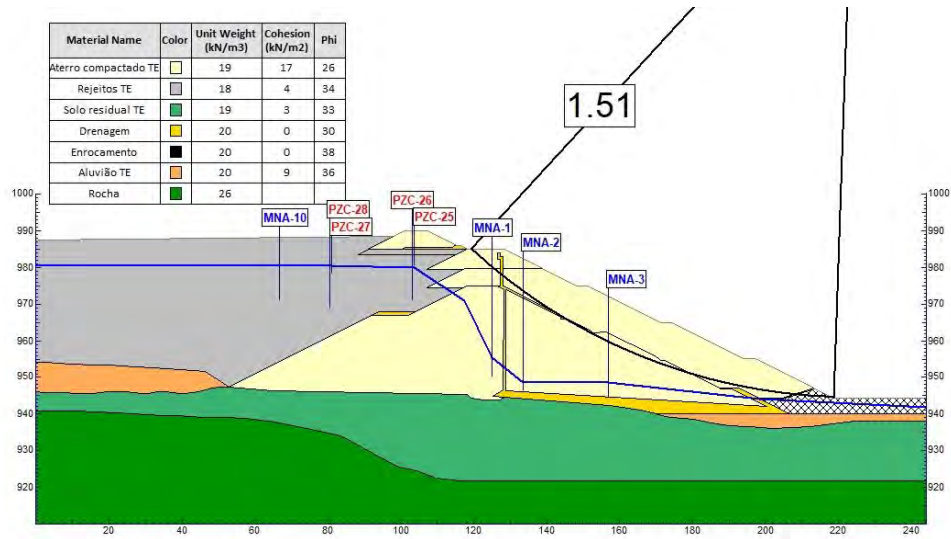
Anexo III 10 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada não circular – S



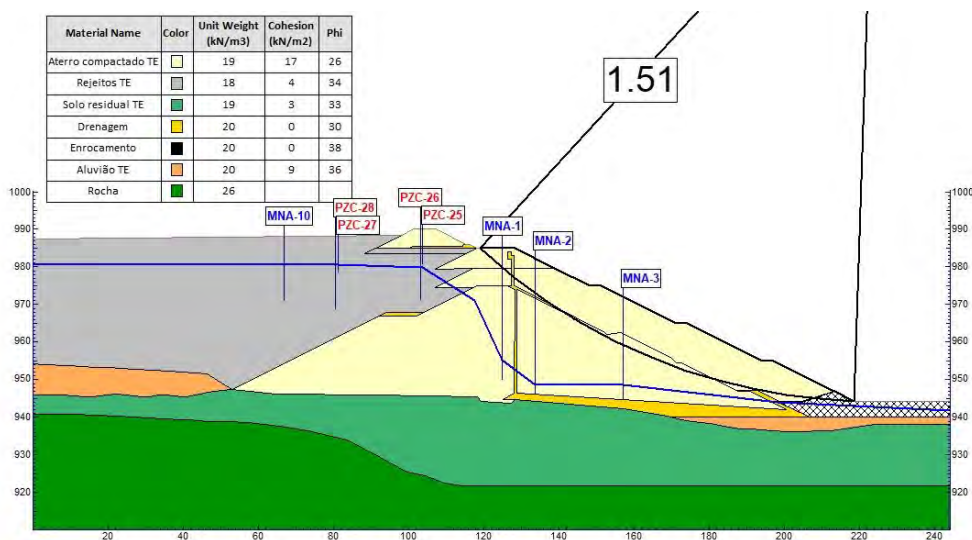
Anexo III 11 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – pseudo-estática – circular – S



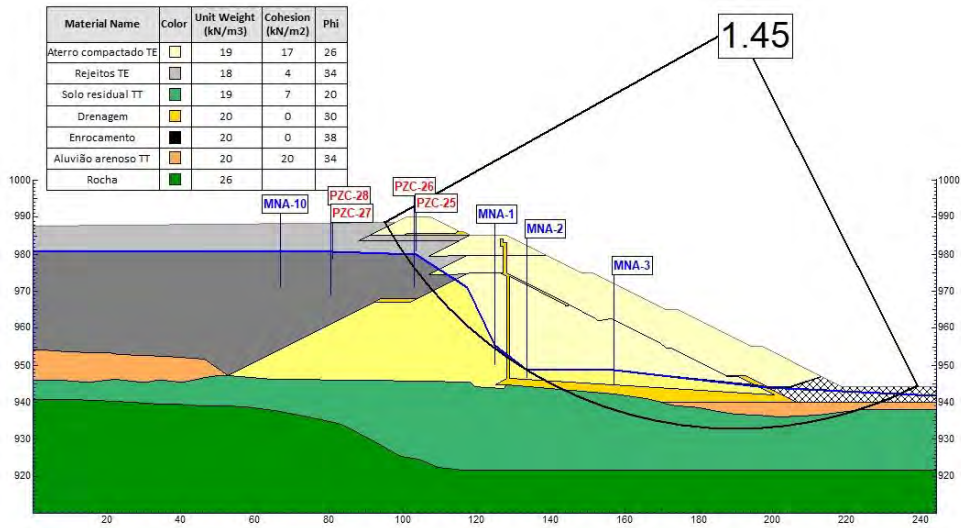
Anexo III 12 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – pseudo-estática – não circular – S



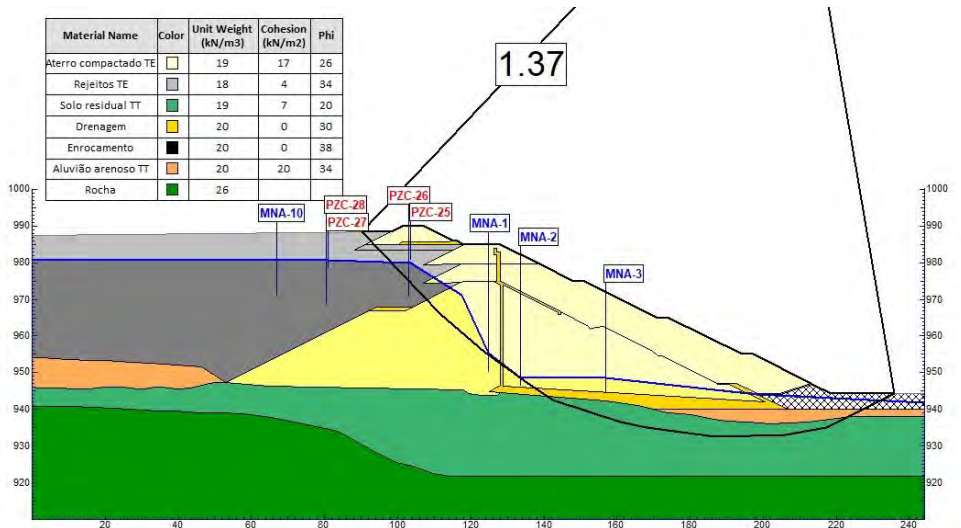
Anexo III 13 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada – circular – B



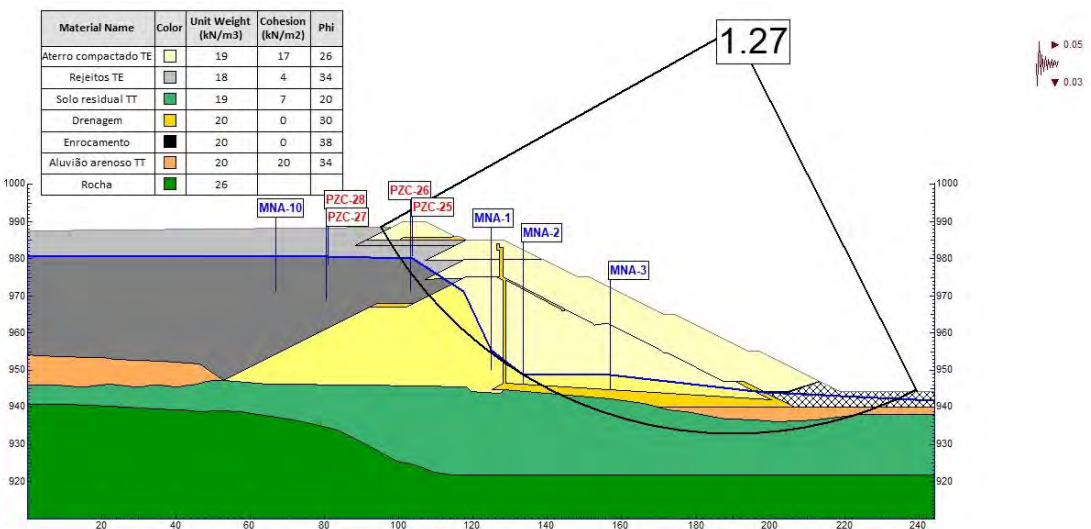
Anexo III 14 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência drenada – não circular – B



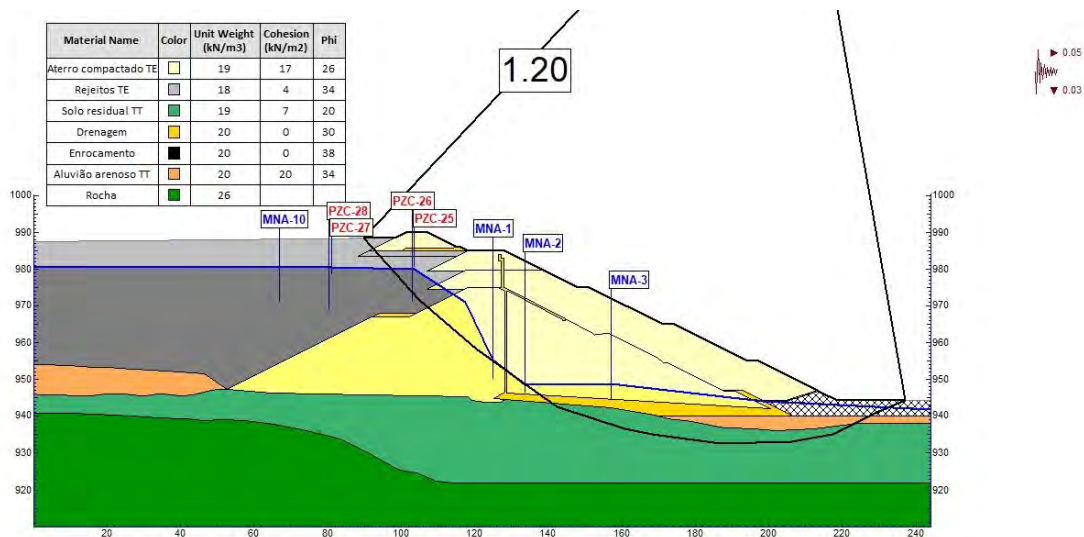
Anexo III 15 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada – circular – B



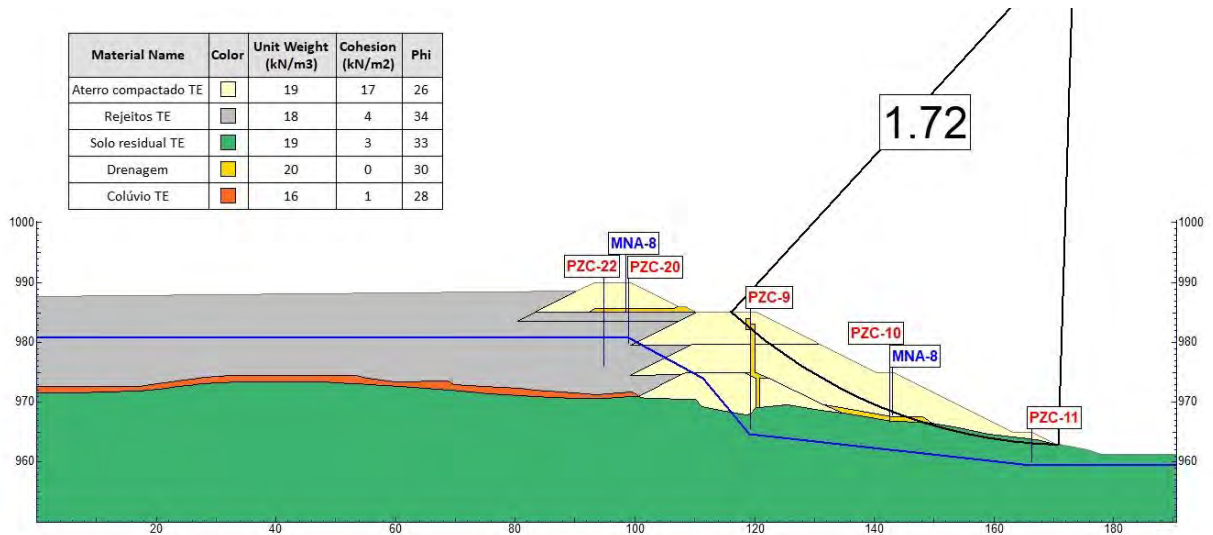
Anexo III 16 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – resistência não drenada – não circular – B



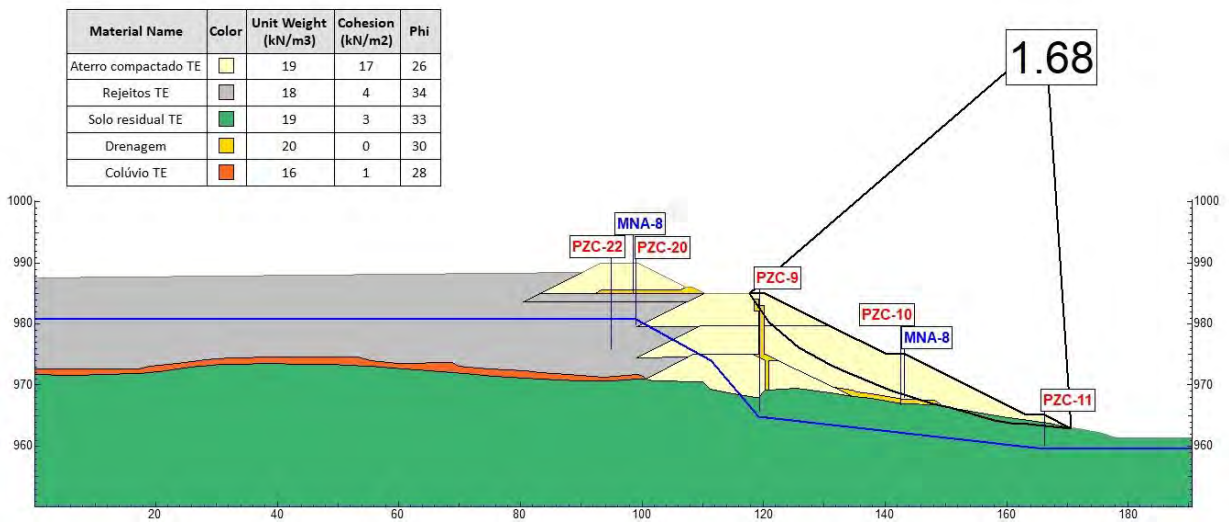
Anexo III 17 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante – pseudo-estática – circular – B



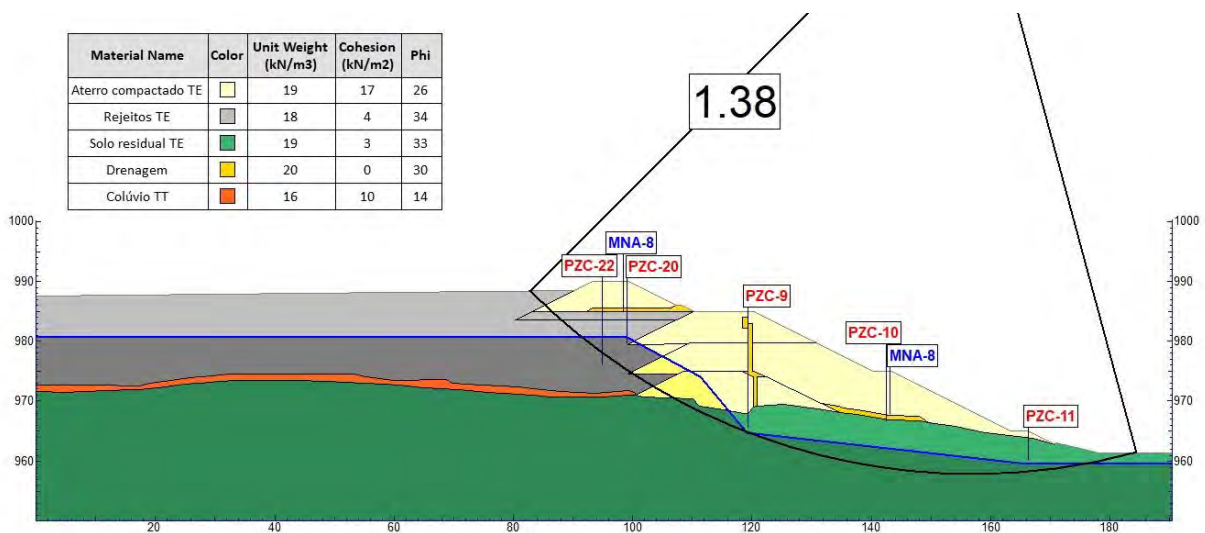
Anexo III 18 - Análise de estabilidade – Seção C – jusante –pseudo-estática – não circular – B



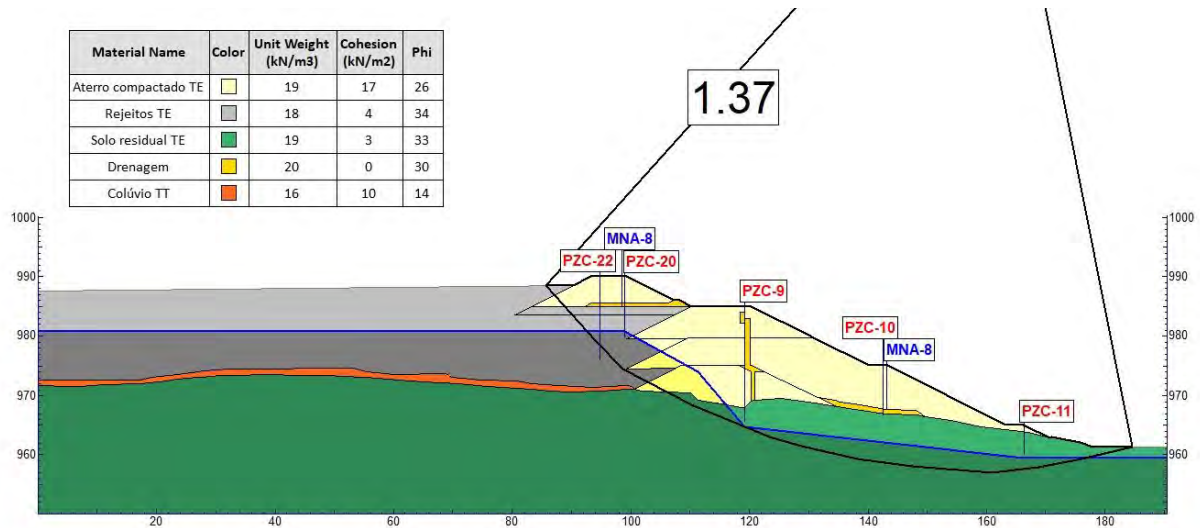
Anexo III 19 – Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada circular – MP



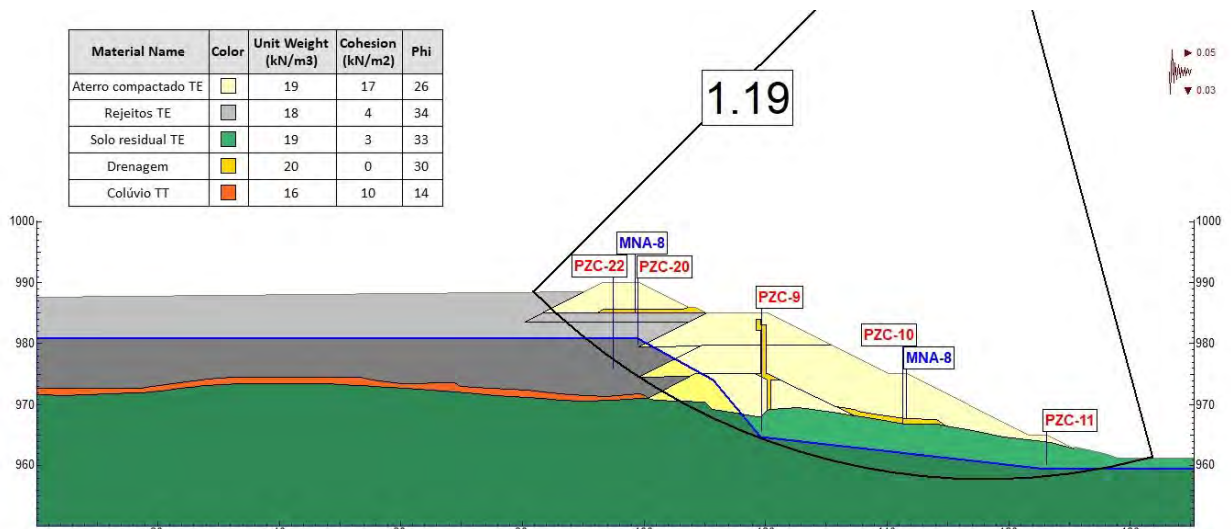
Anexo III 20 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada não circular – MP



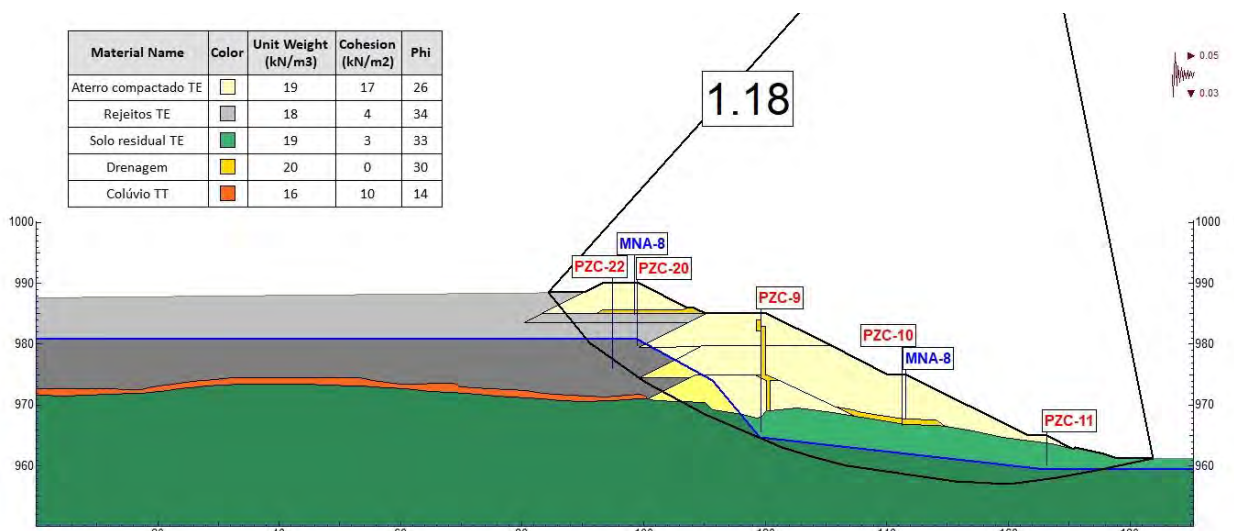
Anexo III 21 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada circular – MP



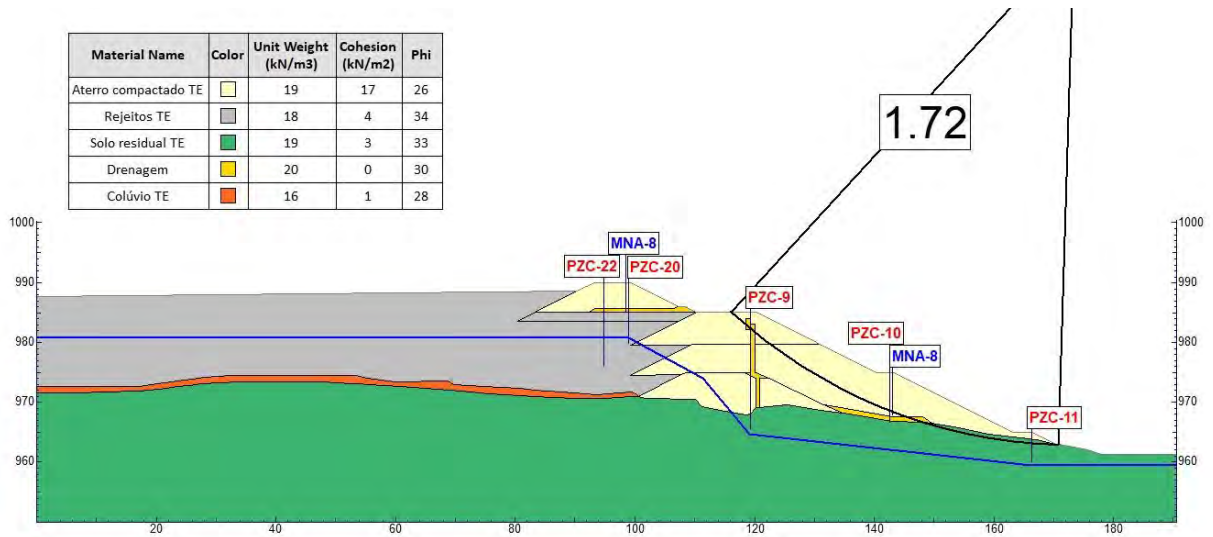
Anexo III 22 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada não circular – MP



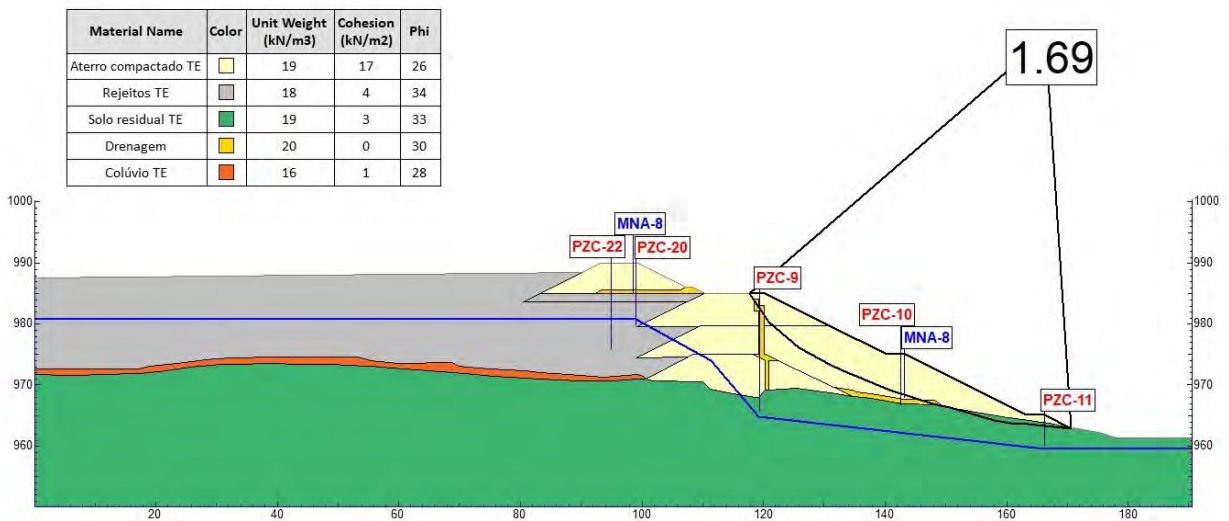
Anexo III 23 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – circular – MP



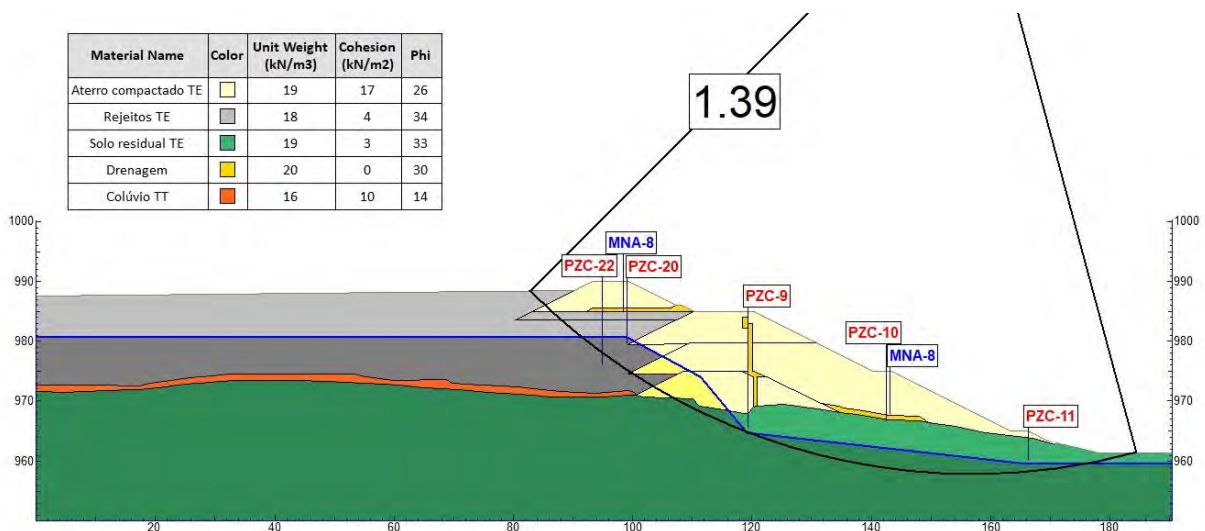
Anexo III 24 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – não circular – MP



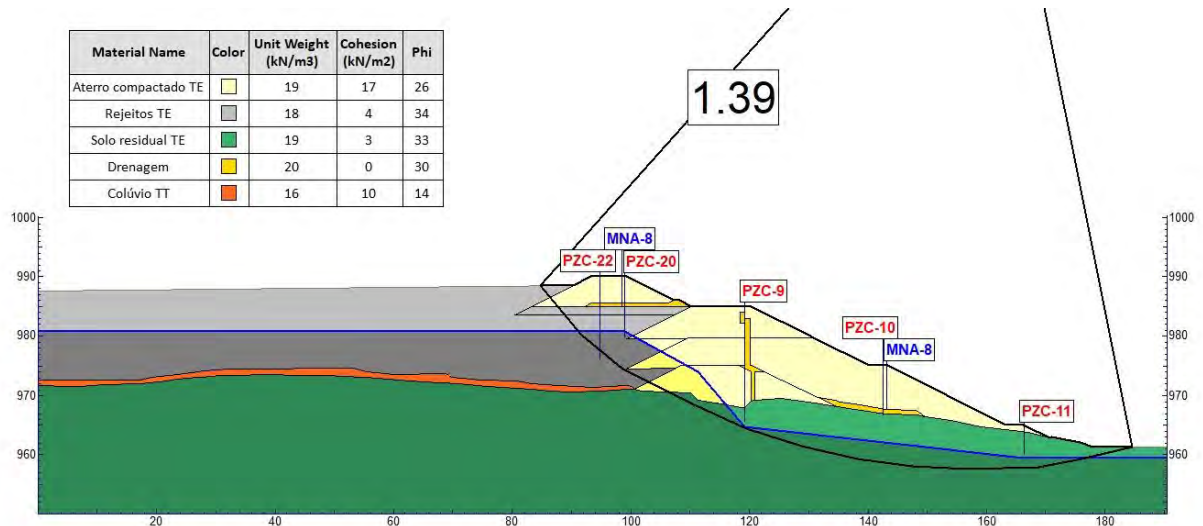
Anexo III 25 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada circular – S



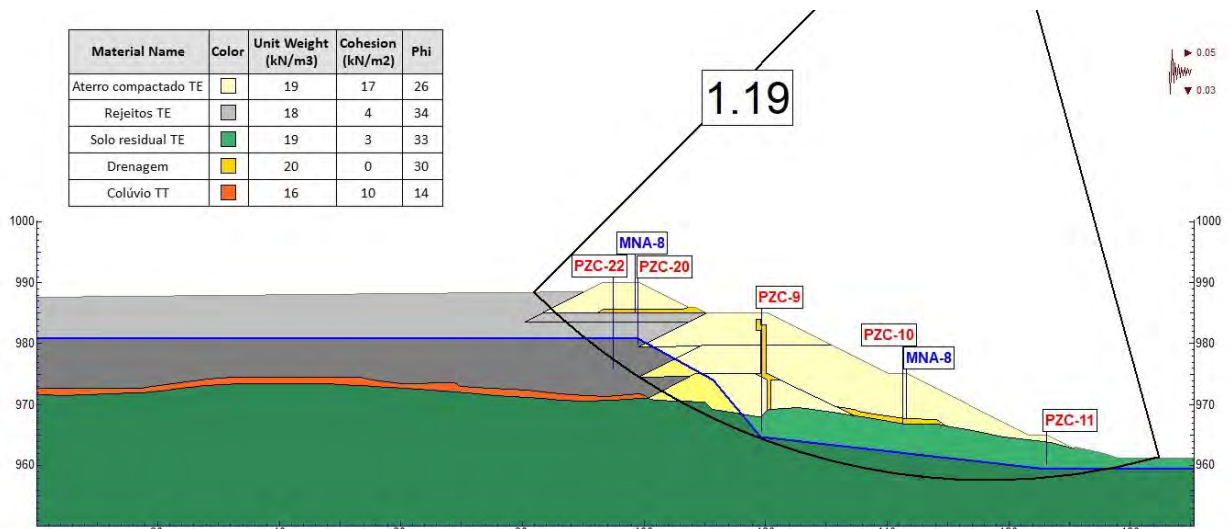
Anexo III 26 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada não circular – S



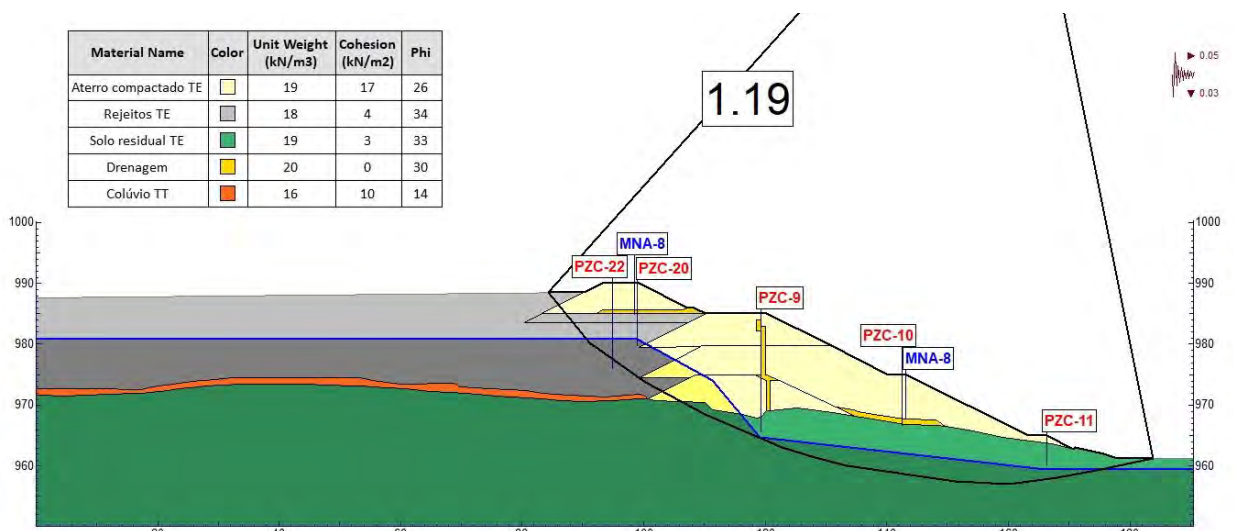
Anexo III 27 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada circular – S



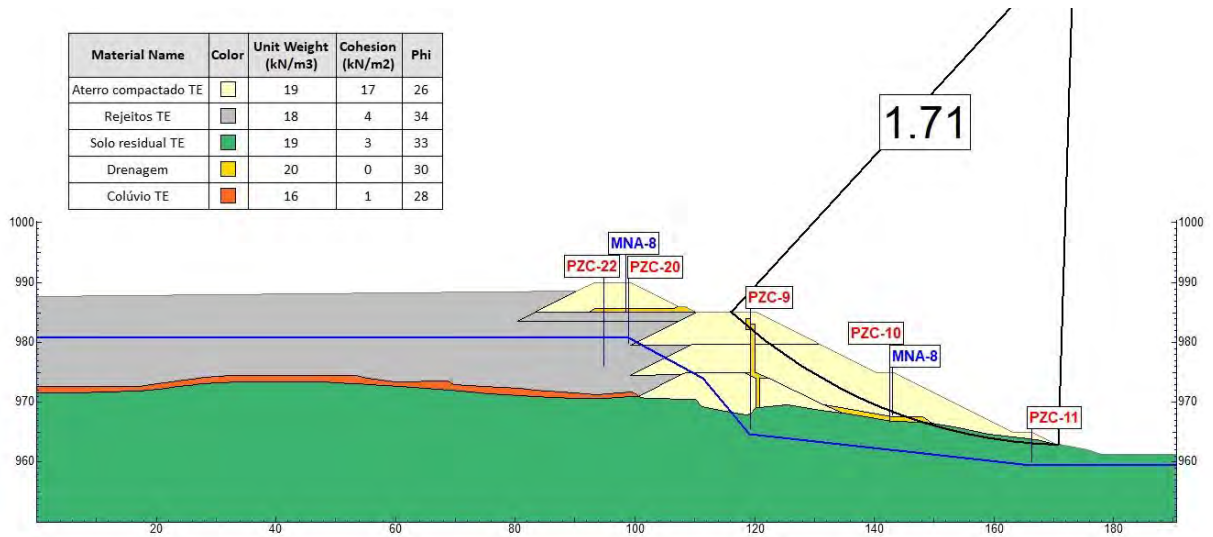
Anexo III 28 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada não circular – S



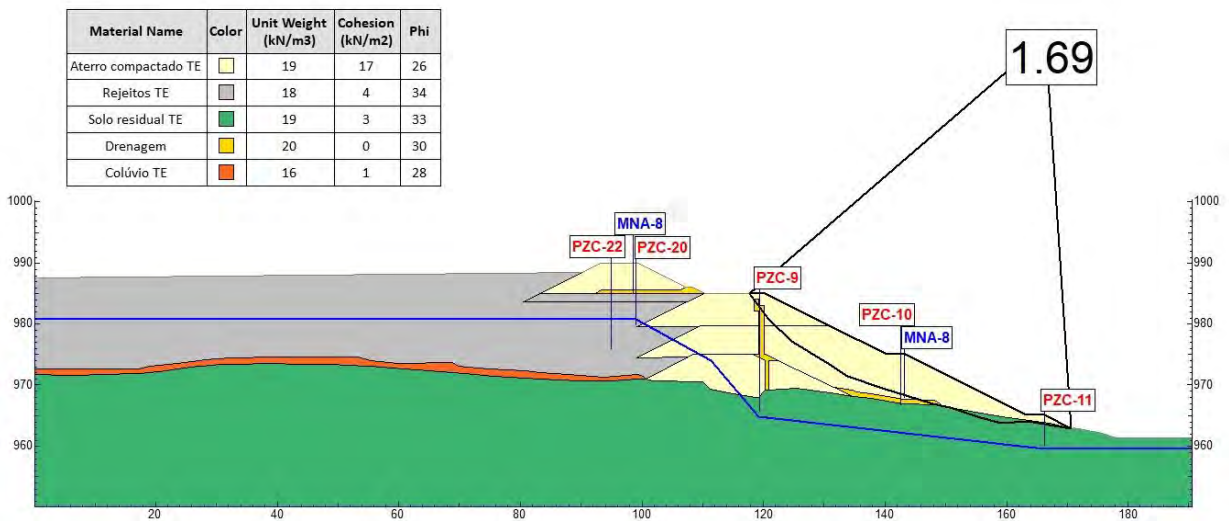
Anexo III 29 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – circular – S



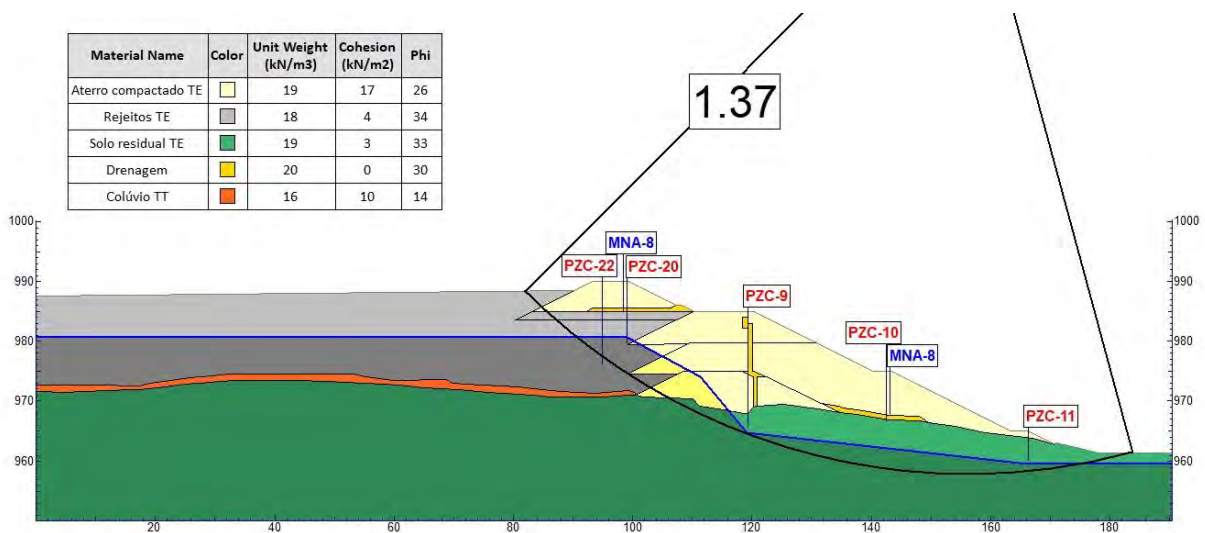
Anexo III 30 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – não circular – S



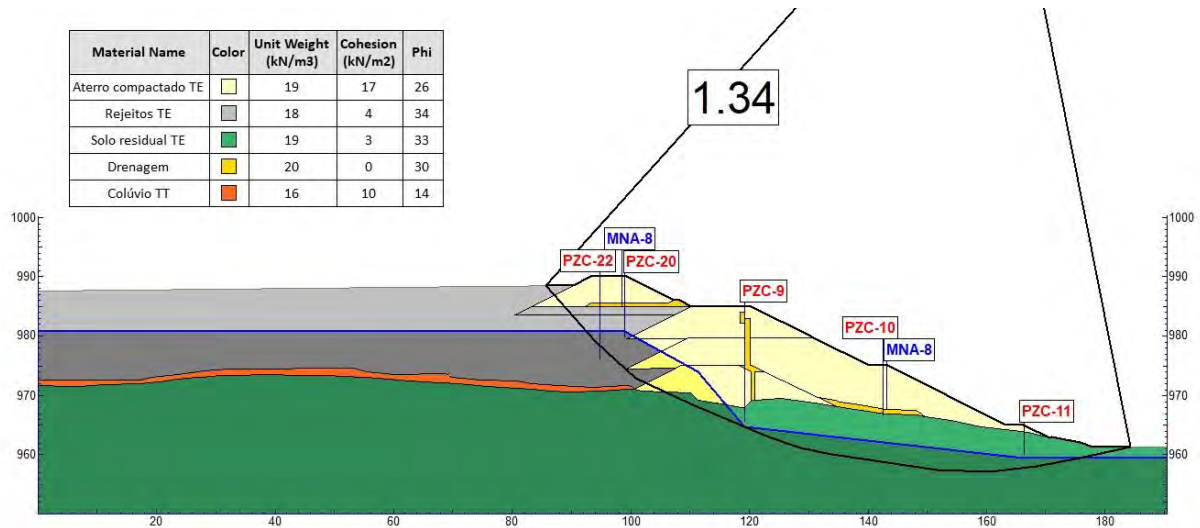
Anexo III 31 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada – circular – B



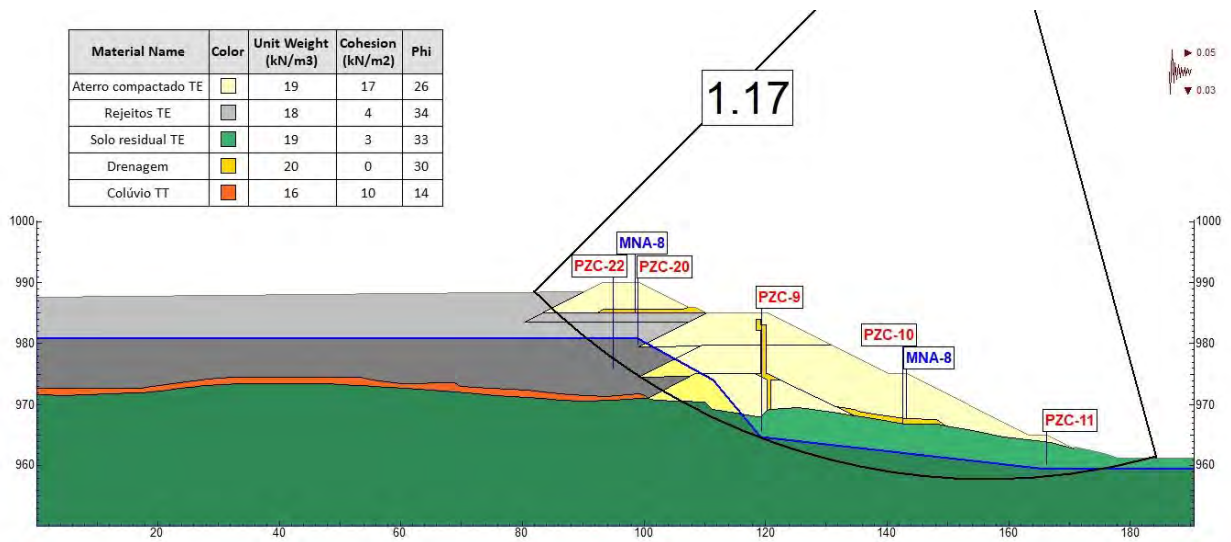
Anexo III 32 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência drenada – não circular – B



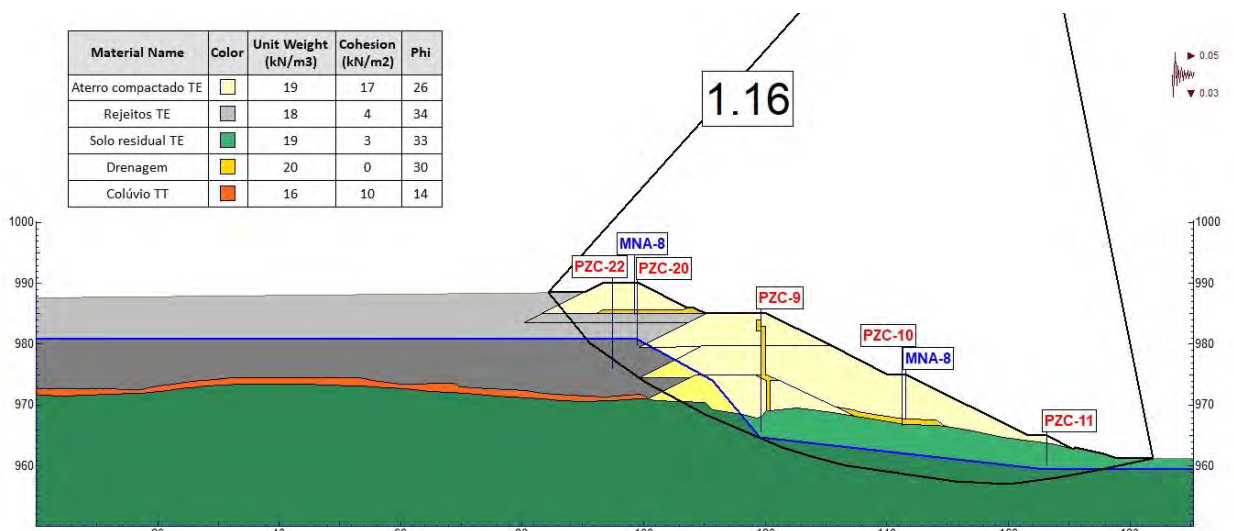
Anexo III 33 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada – circular – B



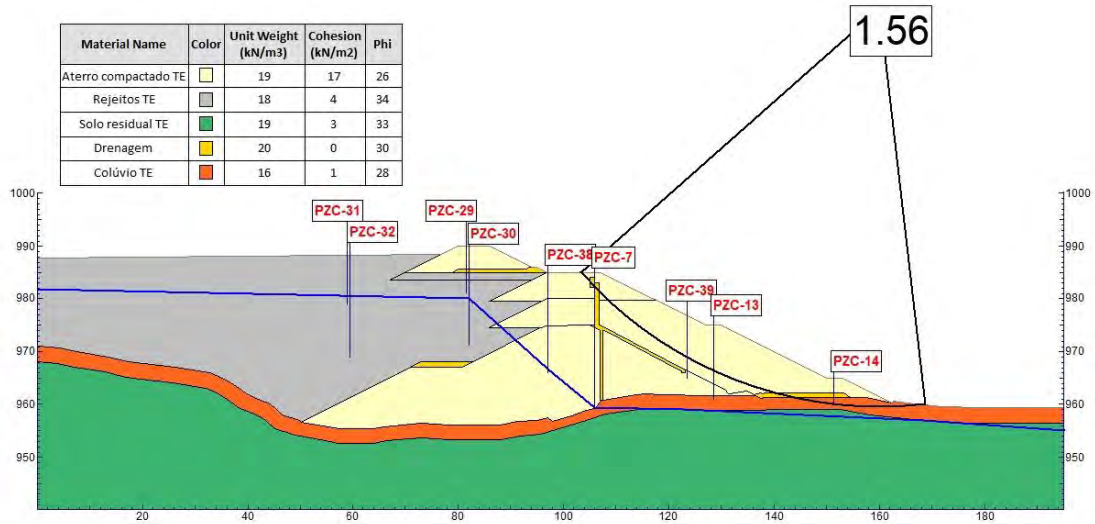
Anexo III 34 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – resistência não drenada – não circular – B



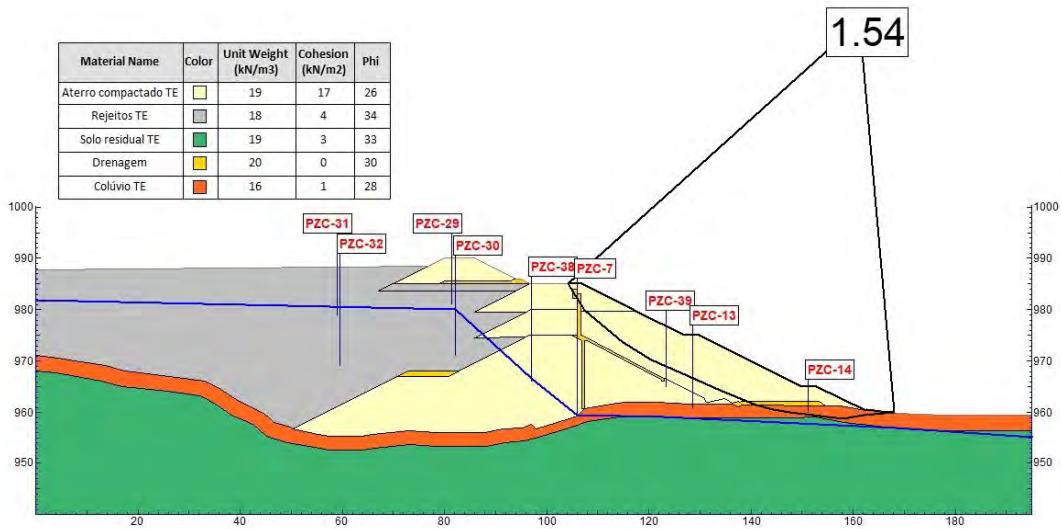
Anexo III 35 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – circular – B



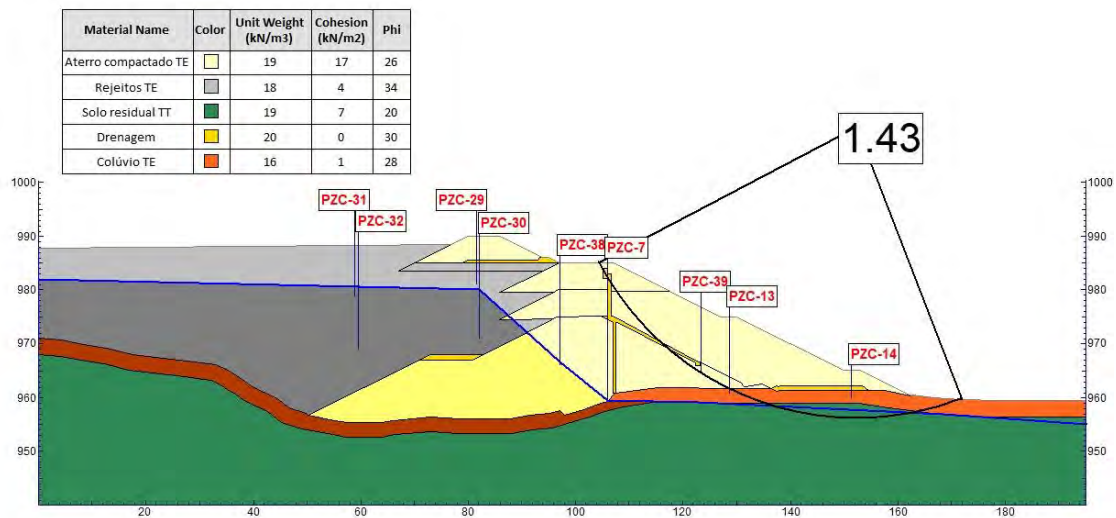
Anexo III 36 - Análise de estabilidade – Seção F – jusante – pseudo-estática – não circular – B



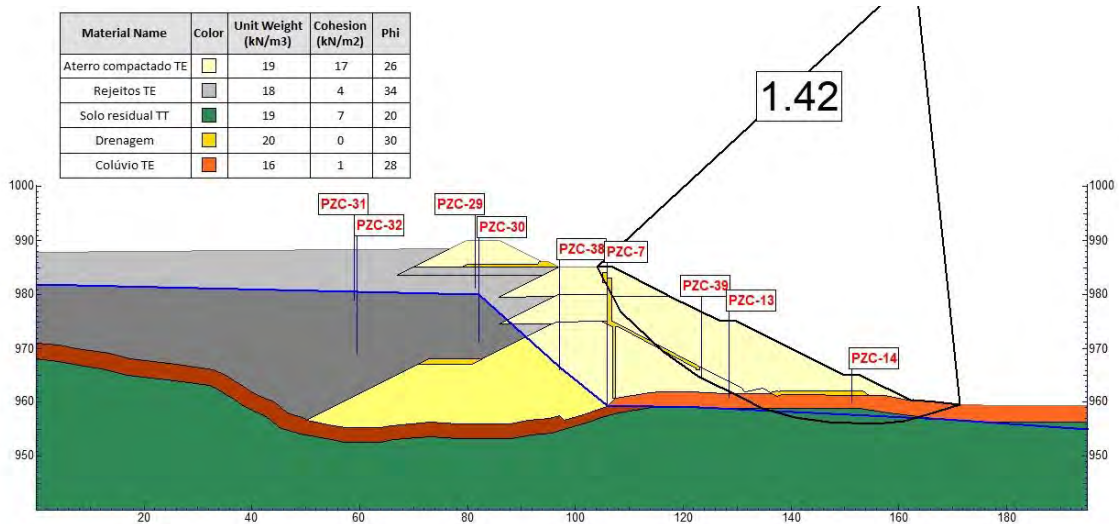
Anexo III 37 – Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada circular – MP



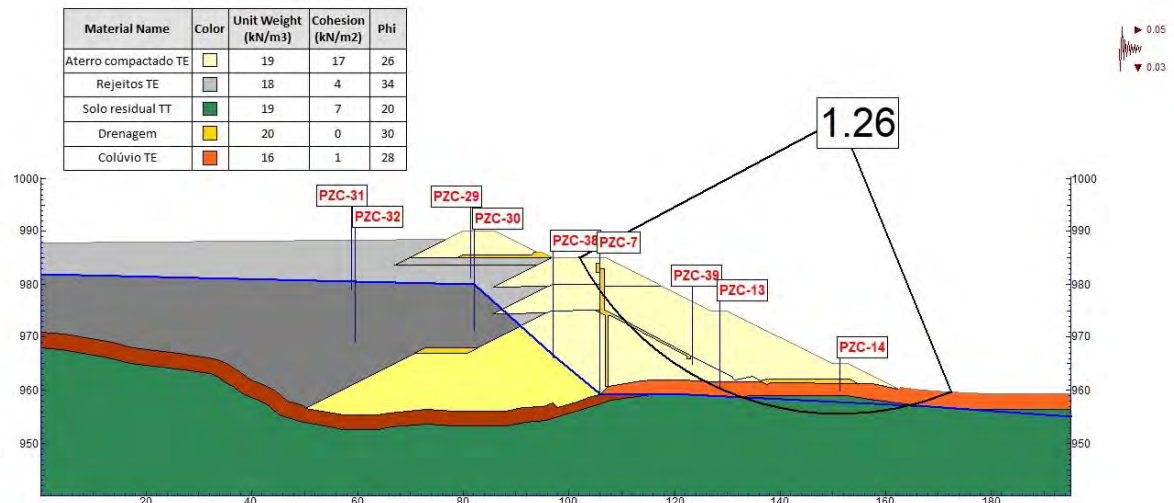
Anexo III 38 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada não circular – MP



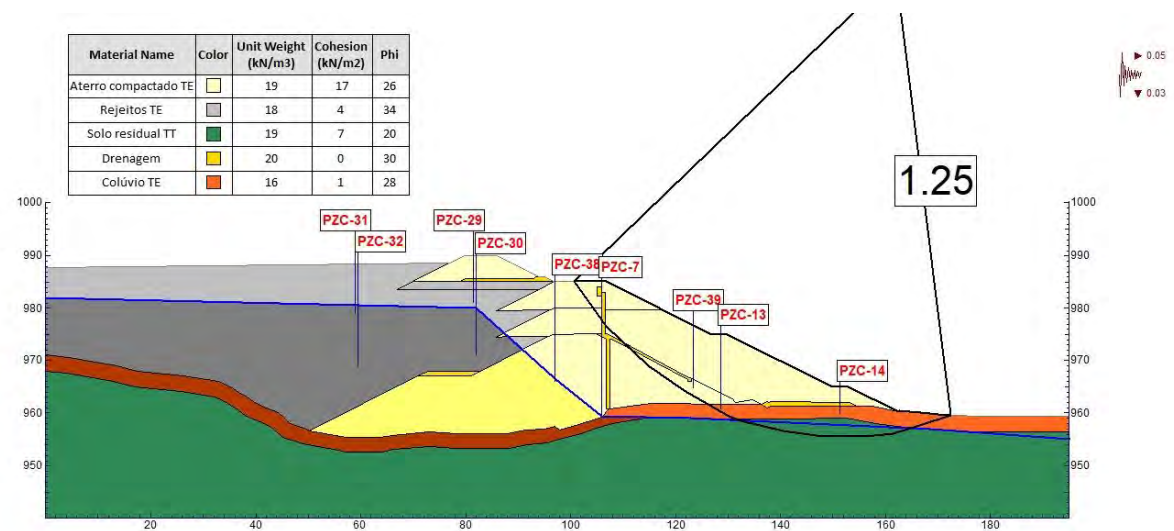
Anexo III 39 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada circular – MP



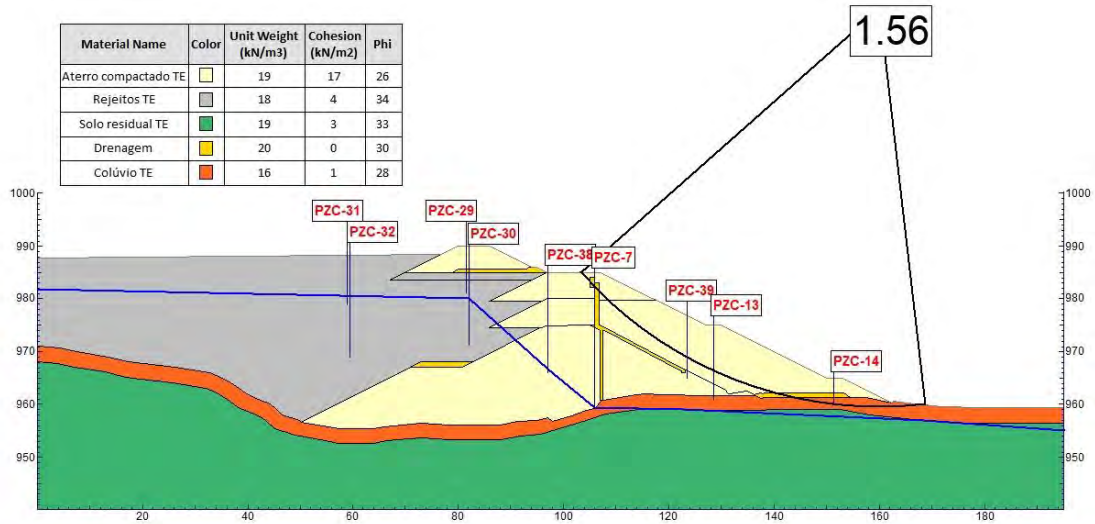
Anexo III 40 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada não circular – MP



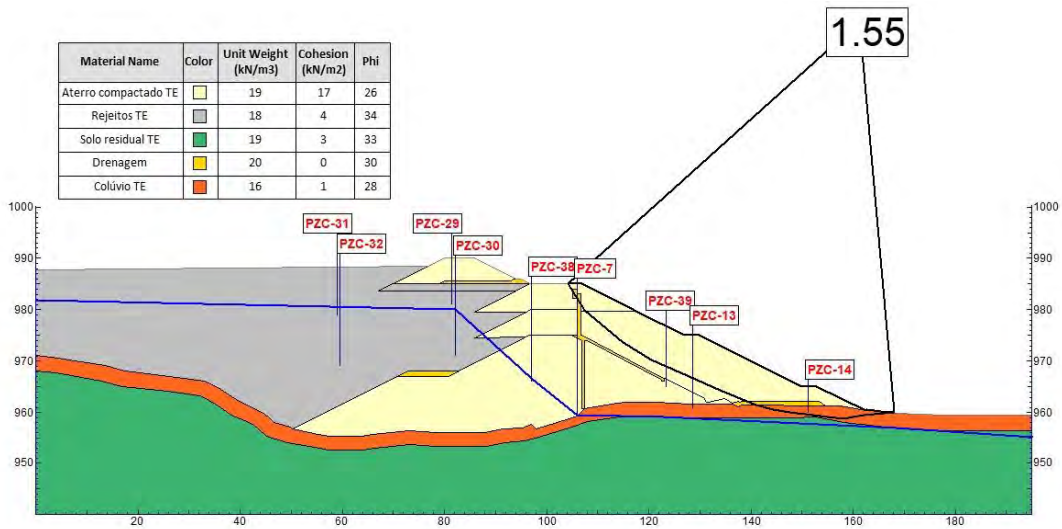
Anexo III 41 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante –pseudo-estática – circular – MP



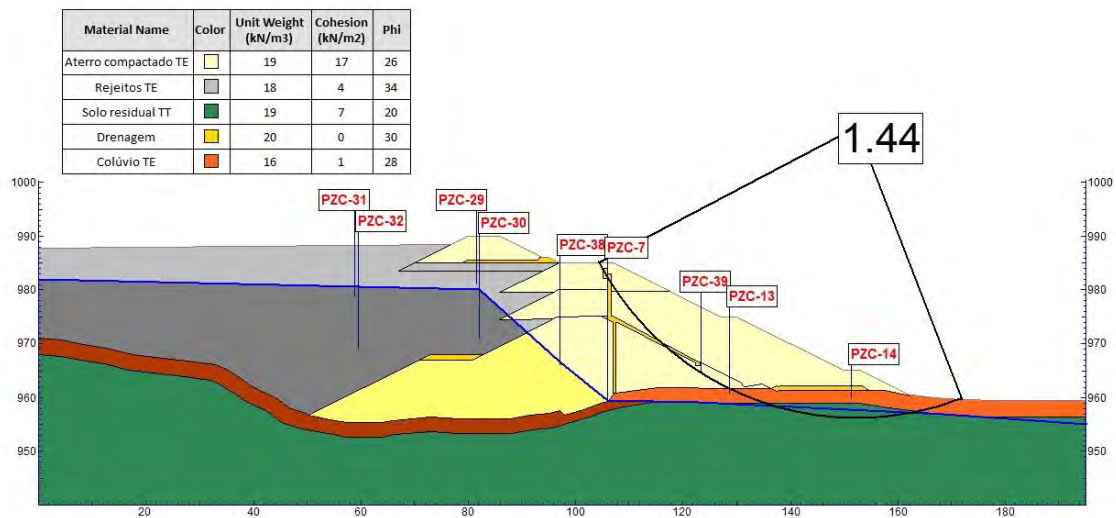
Anexo III 42 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – pseudo-estática – não circular – MP



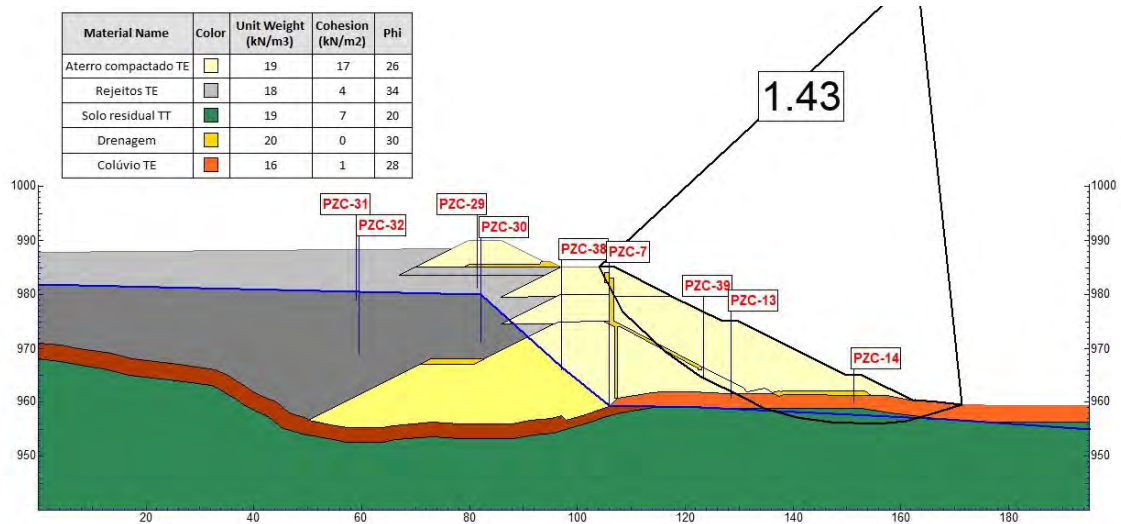
Anexo III 43 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada circular – S



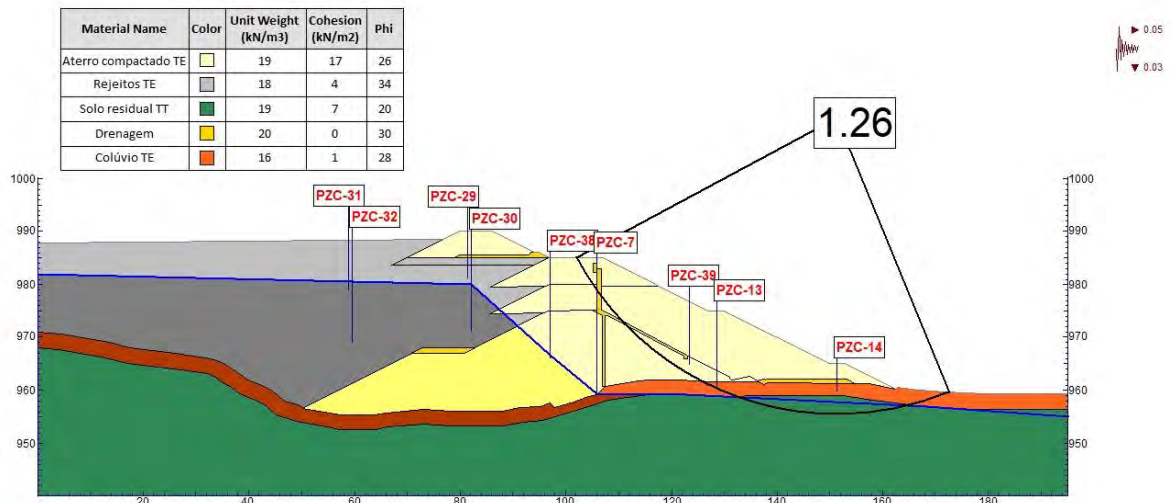
Anexo III 44 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada não circular – S



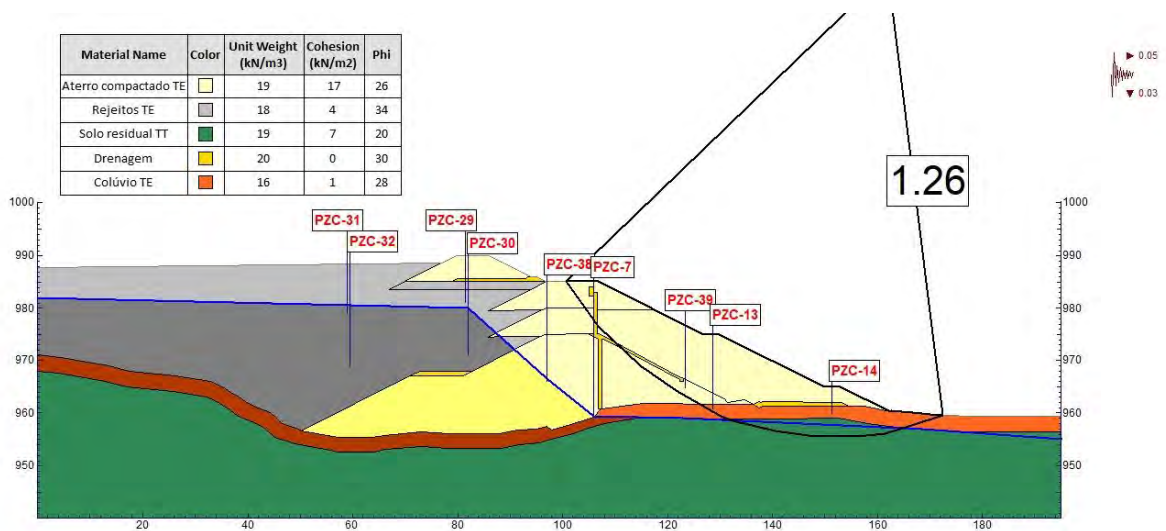
Anexo III 45 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada circular – S



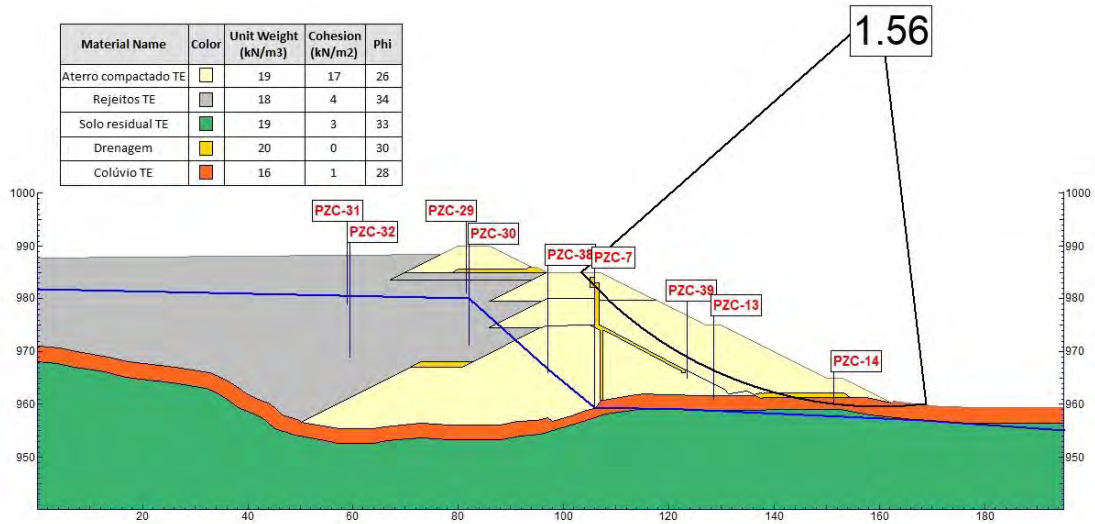
Anexo III 46 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada não circular – S



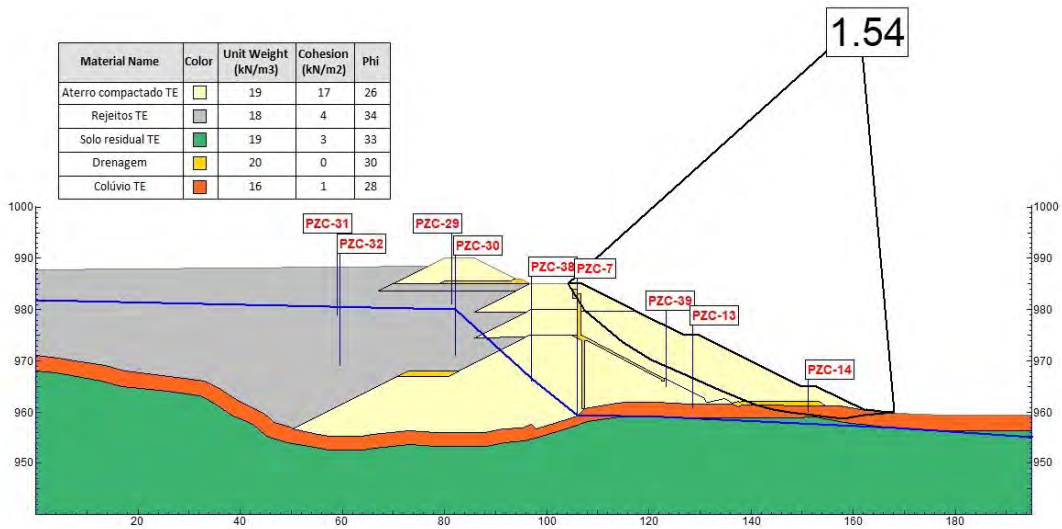
Anexo III 47 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – pseudo-estática – circular – S



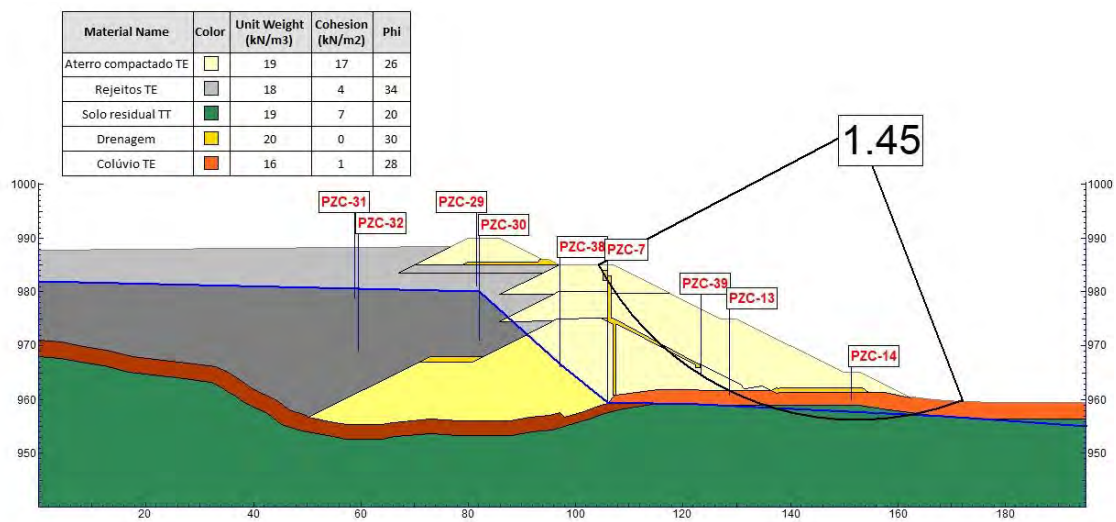
Anexo III 48 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – pseudo-estática – não circular – S



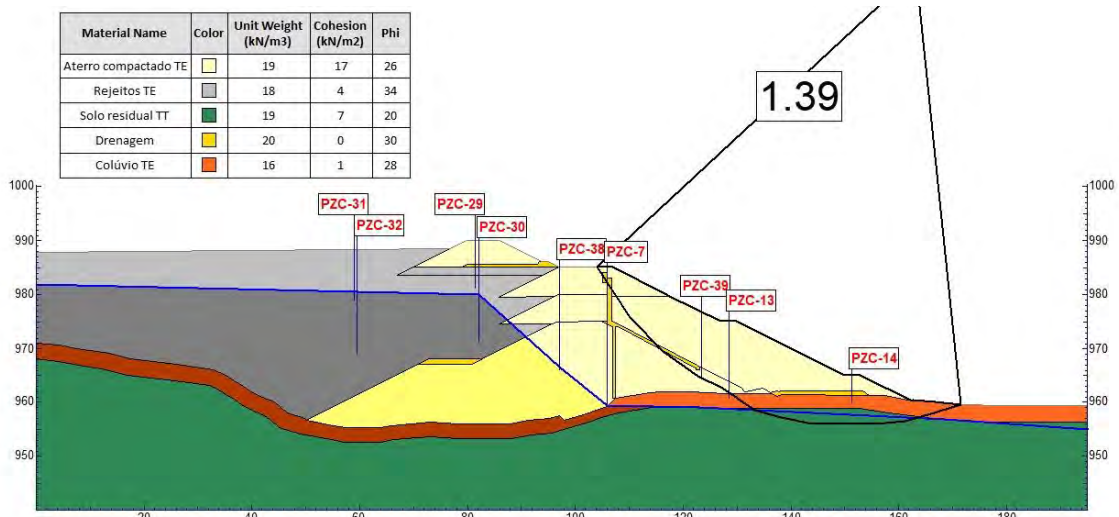
Anexo III 49 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada – circular – B



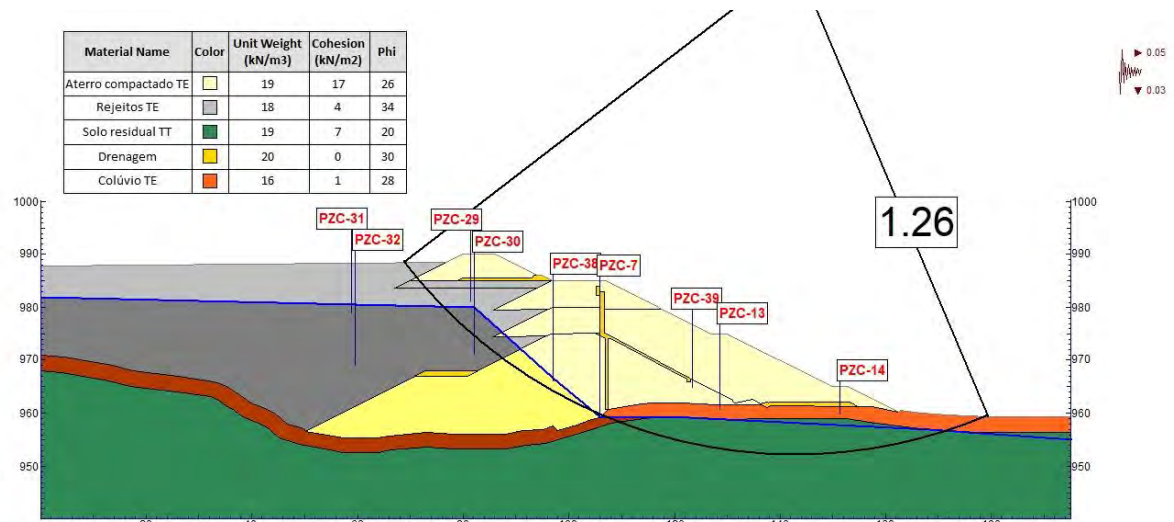
Anexo III 50 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência drenada – não circular – B



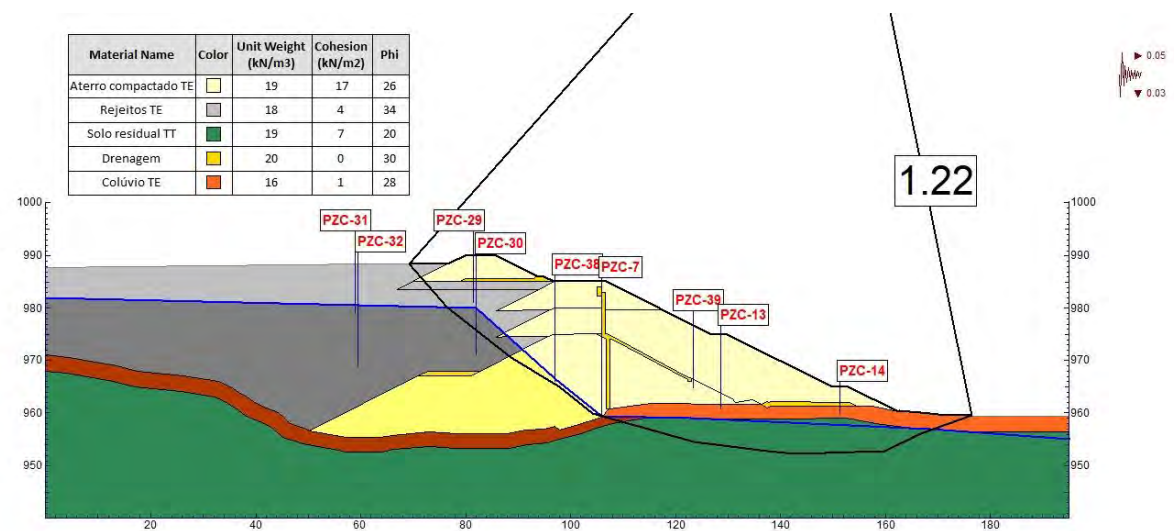
Anexo III 51 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada – circular – B



Anexo III 52 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – resistência não drenada – não circular – B

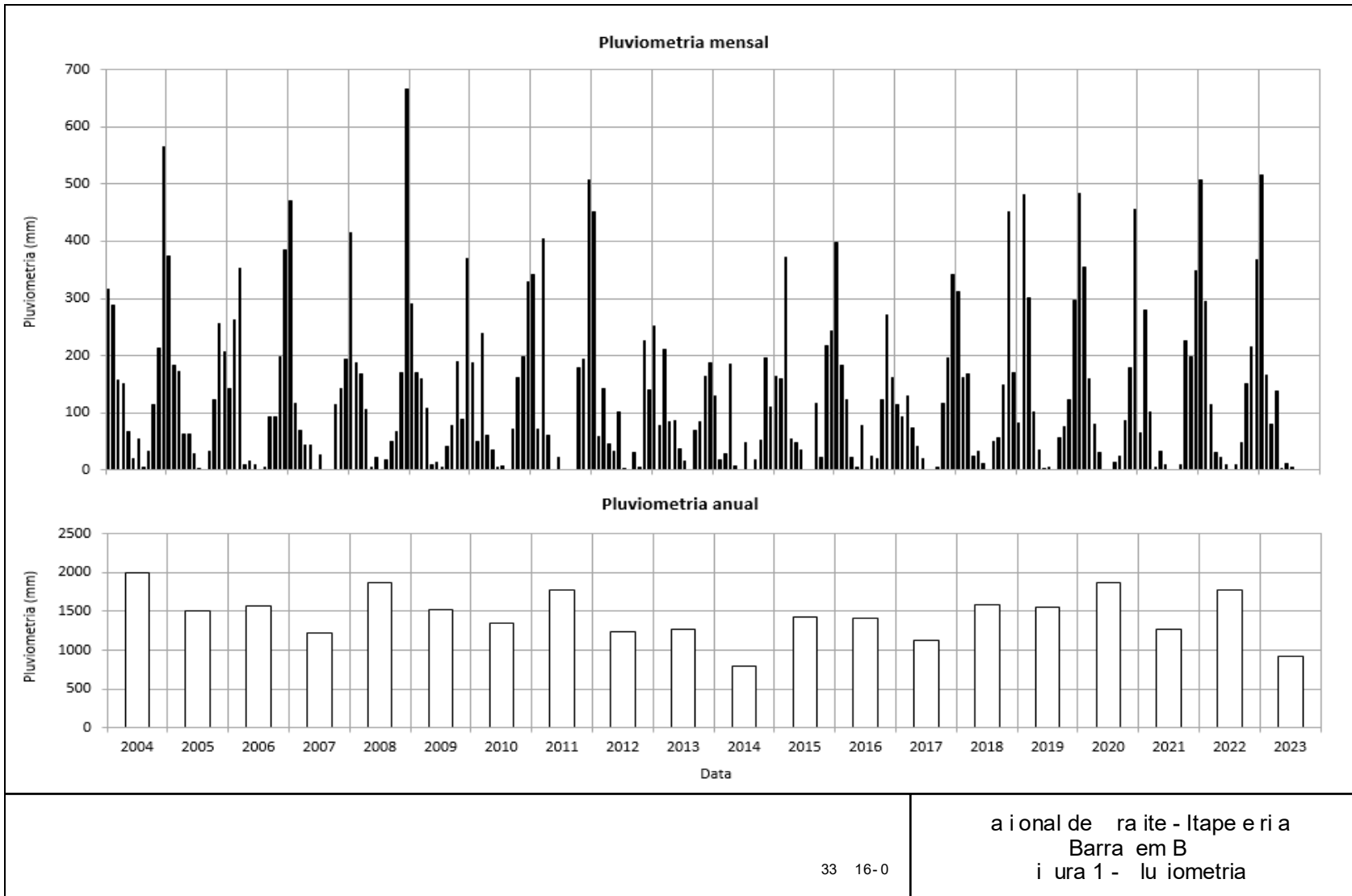


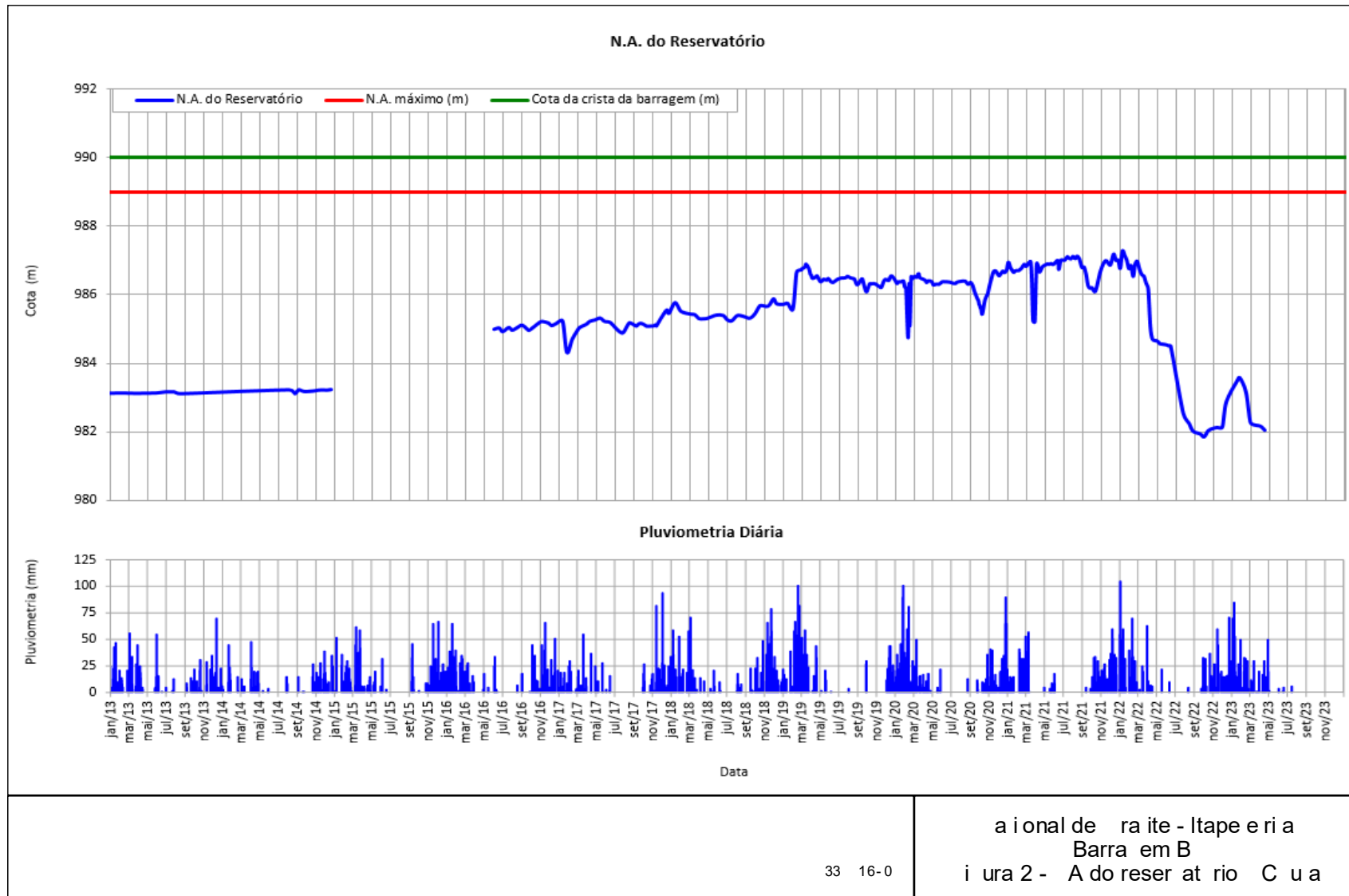
Anexo III 53 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – pseudo-estática – circular – B

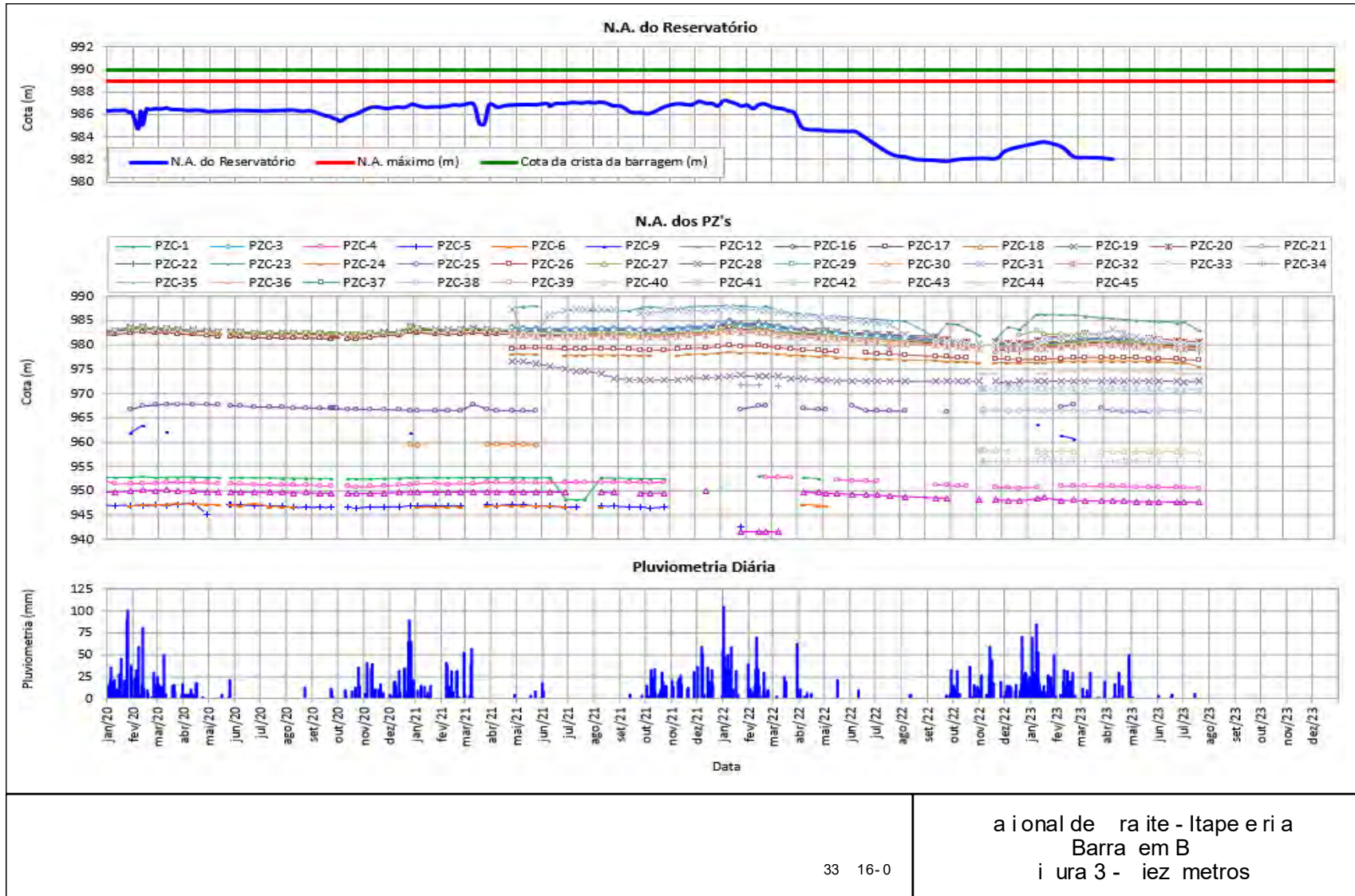


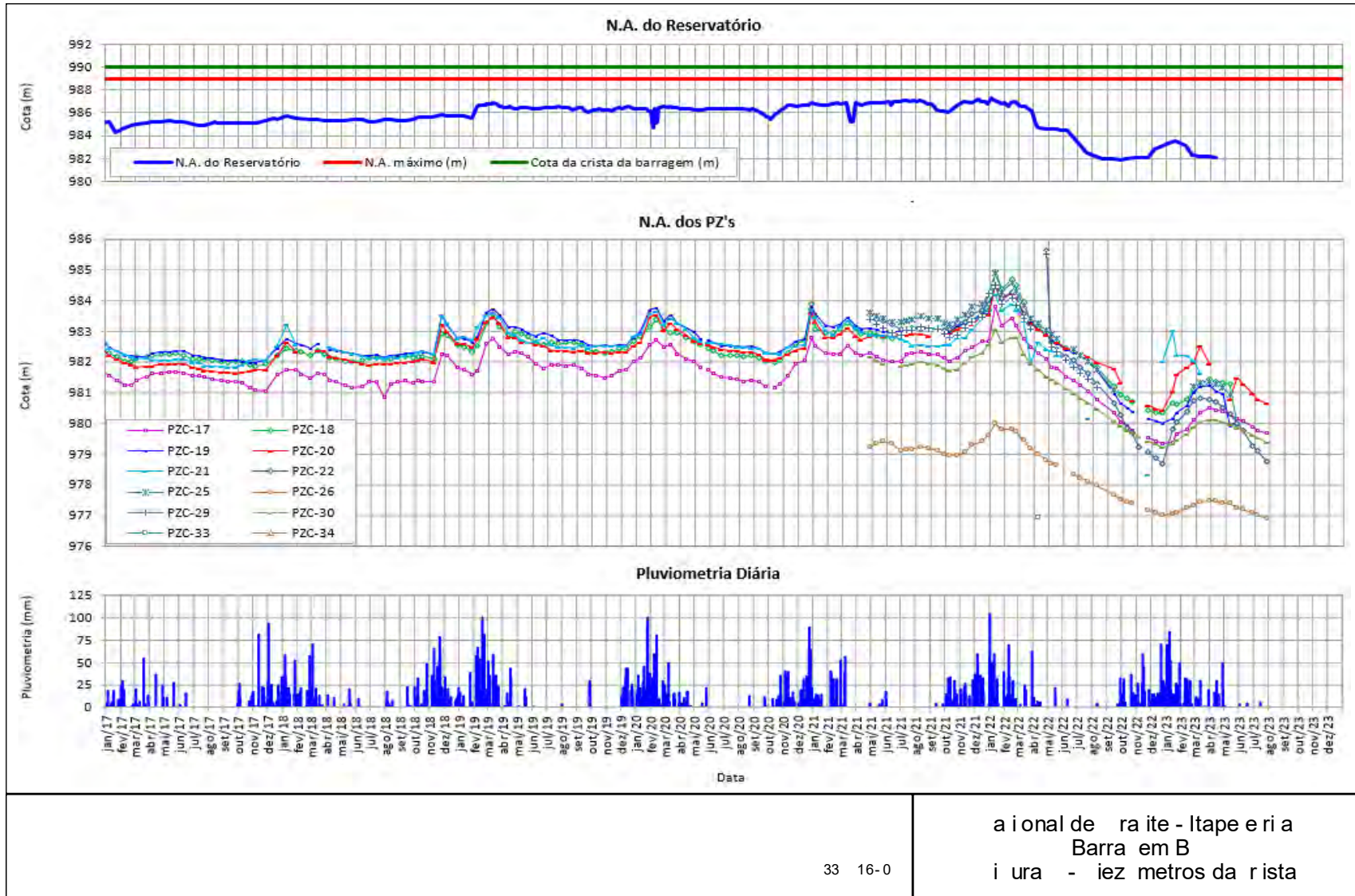
Anexo III 54 - Análise de estabilidade – Seção G – jusante – pseudo-estática – não circular – B

ANEXO IV – GRÁFICOS DE MONITORAMENTO

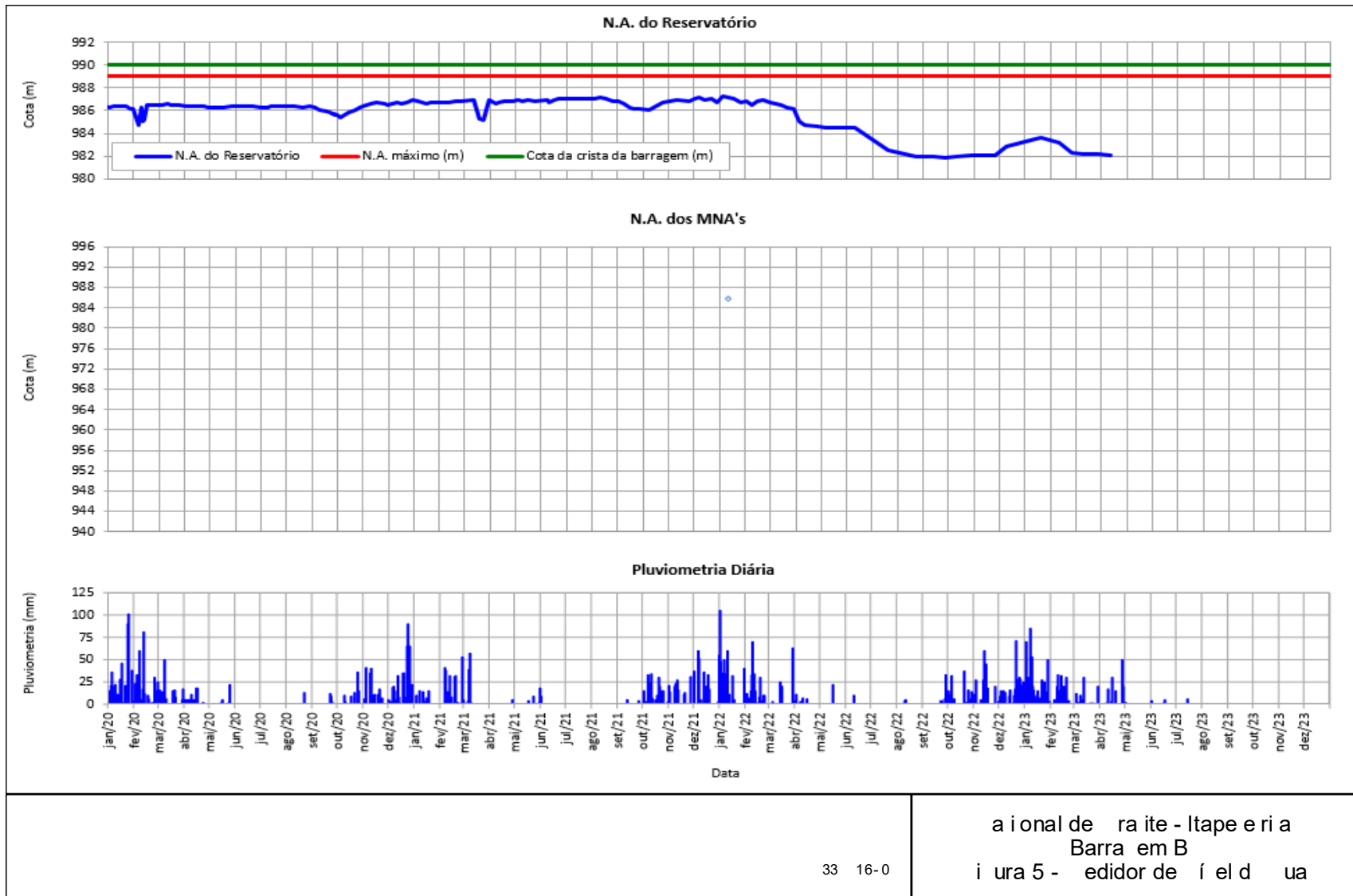


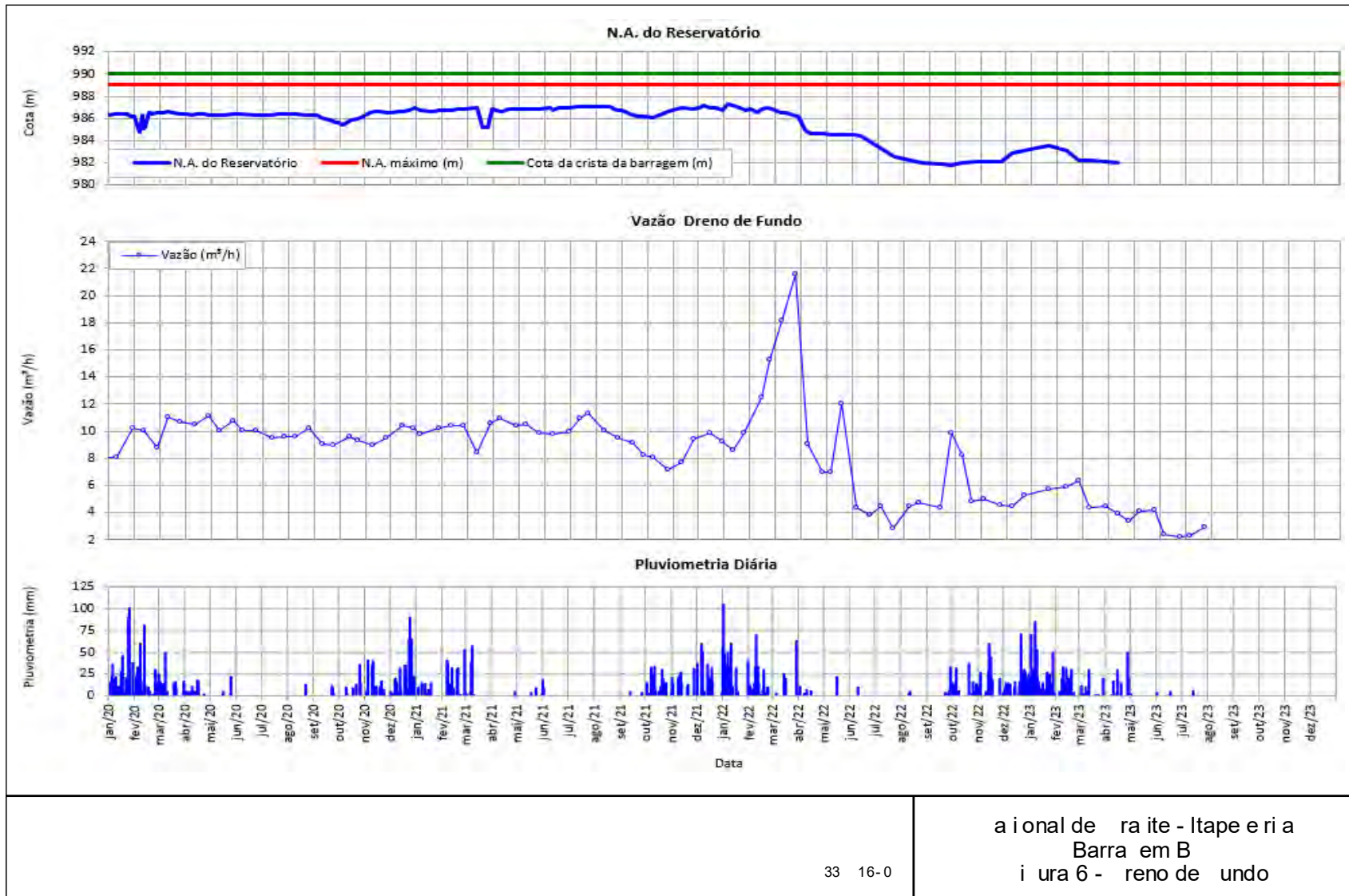






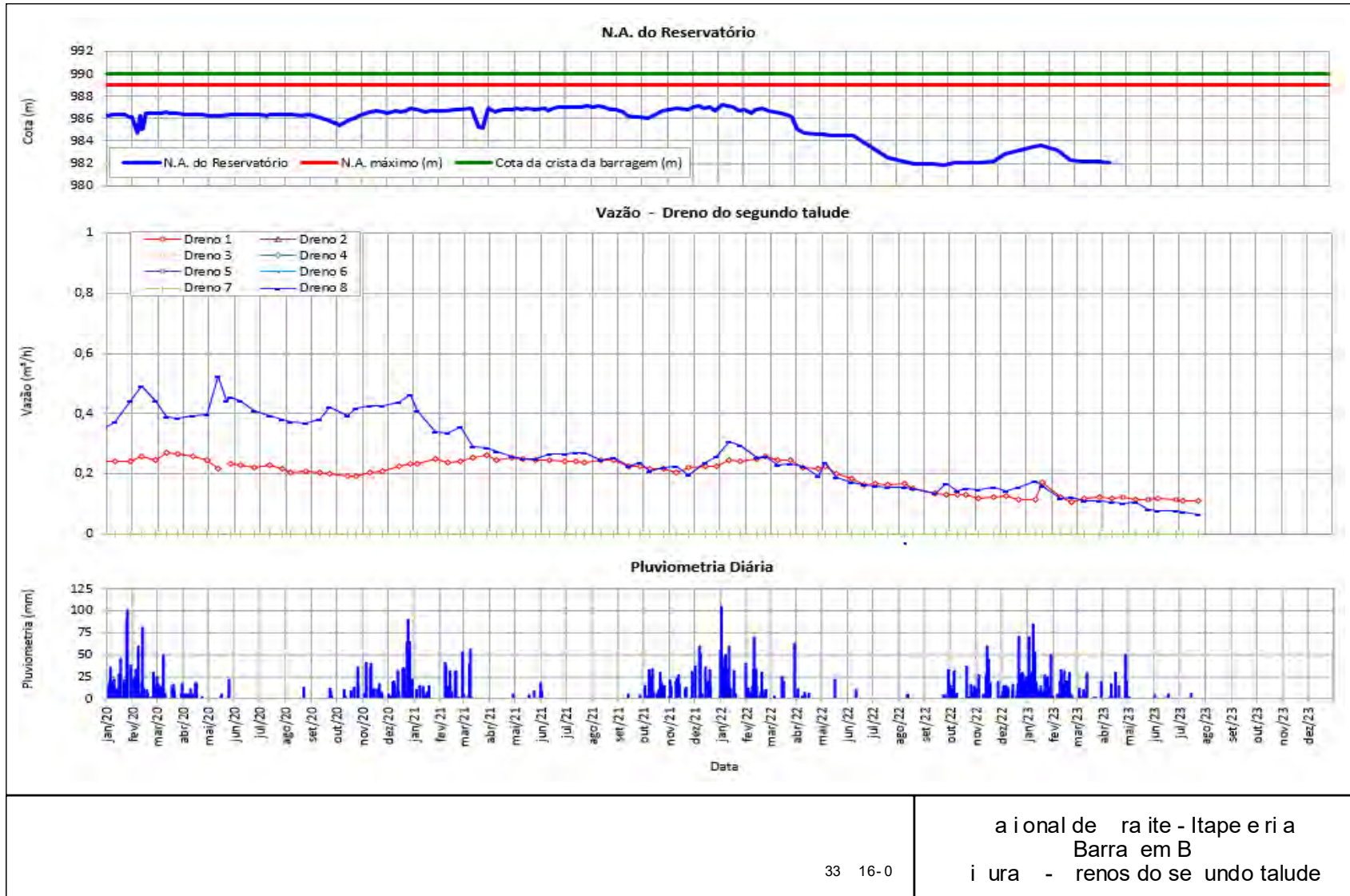
33 16-0

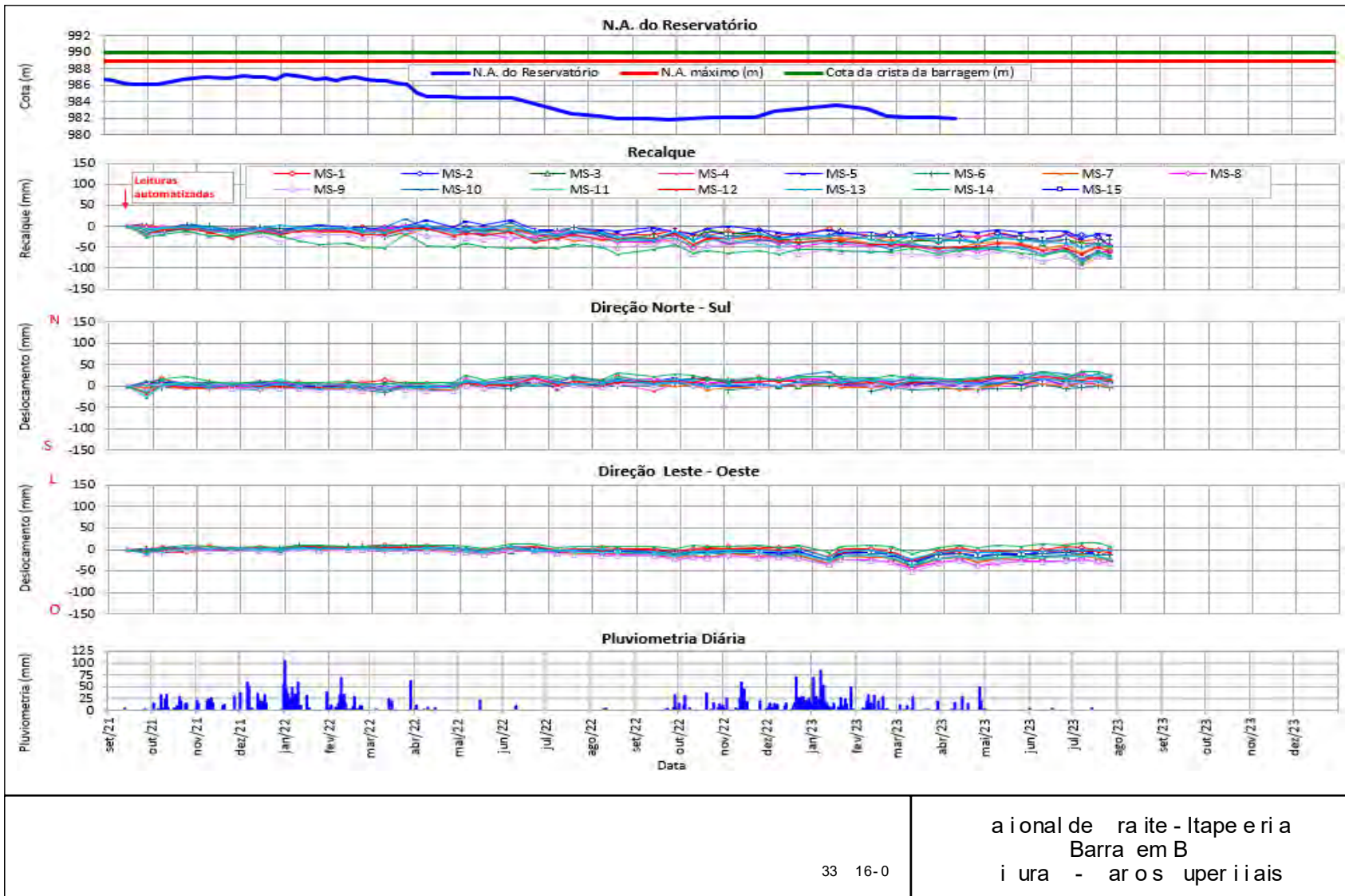




33 16-0

anual de Grafito - Itapecerica
 Barragem B4
 Figura 6 - Dreno de fundo





ANEXO V – 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 MG20232326932

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE
DIGITACAO à
MG20232319317

1. Responsável Técnico

ADALBERTO HIDEO VIANA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **2601245530**

Registro: **SP5062124275D MG**

Empresa contratada: **GEOCONSULTORIA LTDA**

Registro Nacional: **70320-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **NACIONAL DE GRAFITE LTDA**

CPF/CNPJ: **21.228.861/0001-00**

RODOVIA MG 164 KM 04

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **ÁGUA LIMPA**

Cidade: **ITAPECERICA**

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: **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

8 Consultoria

Quantidade

Unidade

9 - Avaliação > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > PRESSÕES SOBRE OS SOLOS E RESISTÊNCIA AO CISLAMENTO > #3.7.4 - DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS

1,00

un

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

5. Observações

RELA TÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR RISR E RELATÓRIO TÉCNICO DE AUDITORIA EXTRAORDINÁRIA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM K1538, E RESPECTIVAS DECLARAÇÕES DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DCE, DA BARRAGEM B4, 2º 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 n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais comentários 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/legd/politica-de-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 de 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

Sua Paulo, 28 de agosto de 2023

Local

Data

ADALBERTO HIDEO VIANA - CPF: 266.410.318-63
Assinado digitalmente por ADALBERTO HIDEO VIANA em 28/08/2023 às 14:55:56
Maurício Couto das Neves
PROFESSOR(A) DE ENGENHARIA CIVIL
NACIONAL DE GRAFITE LTDA - CNPJ: 21.228.861/0001-00

9. Informações

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

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em <https://crea-mg.sigloc.com.br/publicar>, com a chave: 2601245530
Impresso em: 28/08/2023 às 08:56:67 por: ip: 170.82.176.14



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

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232326932

SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE
DIGITACÃO a
MG20232319317

Esta ART é isenta de taxa

Registrada em: 28/08/2023

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sifac.com.br/publica/>, com a chave: 2c8d1
impresso em: 29/08/2023 às 08:55:57 por: ip: 170.82.175.14

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

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:





[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-5062124275.D

REGISTRO

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

DECLARAÇÃO EXTRAORDINÁRIA 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: B4

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 extraordinária de segurança na estrutura acima especificada, conforme Relatório Técnico Extraordinário 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:

- Realizar verificação hidráulica do sistema de drenagem superficial da barragem, considerando o projeto de descaracterização - Rotina (Prazo: 30/08/23 até 30/09/23);
- 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 emboque do extravasor e canal de cintura - 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).

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

São Paulo, 30 de agosto de 2023.



Adalberto Hideo Viana
Engenheiro Civil
CREA 5062124275



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

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232326932

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE
 DIGITAÇÃO À
 MG20232319317

1. Responsável Técnico
ADALBERTO HIDEO VIANA
 Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL
 RNP: 2601245530
 Registro: SP5062124275D MG

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

2. Dados do Contrato
 Contratante: NACIONAL DE GRAFITE LTDA
 RODOVIA MG 164 KM 04
 Complemento: Baairro: ÁGUA LIMPA
 Cidade: ITAPECERICA UF: MG
 CPF/CNPJ: 21.228.861/0001-00
 Nº: S/N
 CEP: 35550000

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

3. Dados da Obra/Serviço
 RODOVIA MG 164 KM 04
 Complemento: Baairro: ÁGUA LIMPA
 Cidade: ITAPECERICA UF: MG
 Data de início: 01/07/2023
 Previsão de término: 30/09/2023
 Finalidade: INDUSTRIAL
 Proprietário: NACIONAL DE GRAFITE LTDA
 Nº: S/N
 CEP: 35550000
 Coordenadas Geográficas: 0, 0
 Código: Não Especificado
 CPF/CNPJ: 21.228.861/0001-00

4. Atividade Técnica
 8 Consultoria
 9 - Avaliação > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA - PRESSÕES SOBRE OS SOLOS E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO > #3.7.4 - DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS
 Quantidade: 1,00
 Unidade: m³

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

5. Observações
 RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR, RISK E RELATÓRIO TÉCNICO DE AUDITORIA EXTRAORDINÁRIA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM RIESB, E RESPECTIVAS DECLARAÇÕES DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DCE, DA BARRAGEM B4, 2º 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/lpdp/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, deixo que informo 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 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: 266.410.348-63
 MAURICIO COELHO DAS NEVES - CPF: 020.000.260-11
 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://crea-mg-stboc.com.br/publicar>, com a chave: 23ebf1
 Impressão em: 30/08/2023 às 09:55:47 por: sp - 170.82.176.14

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

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 MG20232326932

SUBSTITUIÇÃO POR ERRO DE
DIGITAÇÃO A
MG20232319317

Esta ART é isenta de taxa

Registrada em: 28/08/2023

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sifac.com.br/publico/>, com a chave: Zc8d1
Impresso em: 29/08/2023 às 08:55:57 por: ip: 170.82.175.14

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

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-5062124275.D**

REGISTRO

REGISTRO REGULAR

DADOS	
Tipo de registro	PERMANENTE DIPL. PAIS
Registro Provisório	
Expedição registro provisório	
Validade registro provisório	
Expedição registro definitivo	10/12/2013
Protocolo de Recad. do SIC	
Data de Recadastramento	
Protocolo de Recad. no CREA-MG	
Número do visto	40775
Data do visto	26/06/2014
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: A1617

Dados da Barragem	
Identificador da Barragem	148
Barragem	Barragem B4

Dados da Auditoria	
Auditor	ADALBERTO HIDEO VIANA
Data da Auditoria	31/08/2023 19:54:14
Data da Inspeção em Campo	17/07/2023
Tipo de Auditoria	Auditoria Extraordinária 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 19:54:14

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 as ações de monitoramento - inspeções de campo quinzenais e medição dos instrumentos.	30/08/2023	30/03/2024	Rotina
Realizar verificação hidráulica do sistema de drenagem superficial da barragem, considerando o projeto de descaracterização.	30/08/2023	30/09/2023	Rotina
Manter limpo o emboque do extravasor e canal de cintura.	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>