



	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 1/16	
		Data: 02/04/2025	
		Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	2
2. OBJETIVO	2
3. CARACTERIZAÇÃO E METODOLOGIA	3
4. ANÁLISE DA ESTABILIDADE	7
5. PARECER TÉCNICO FINAL	16

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 2/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		

RELATÓRIO DE GEOTECNIA

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico analisa a instabilidade de um talude situado nas proximidades de uma obra em andamento, o qual sofreu um recente escorregamento provocado pela saturação do solo devido às precipitações pluviométricas ocorridas nas últimas semanas. O incremento da umidade no solo resultou no encharcamento e na subsequente perda de coesão dos materiais constituintes do talude, gerando um cenário crítico para a estabilidade do mesmo.


Este talude foi dividido em 04 parcelas e foram geradas 04 seções transversais para análise da solução a ser implantada, totalizando uma área de 1.854,43m² que deverão estar sequenciados com execução de descidas d'água em forma de escada para melhoria no sistema de drenagem.


A situação representa um risco iminente à segurança dos moradores da área, que, apesar do perigo, retornaram às suas residências antes da realização das intervenções de estabilização necessárias, o que agrava a condição devido à exposição a possíveis novos deslizamentos. Adicionalmente, há uma preocupação com a integridade das edificações adjacentes, que podem ser afetadas por novos movimentos do solo caso as medidas corretivas não sejam implementadas de forma urgente.

2. OBJETIVO

Este relatório tem como objetivo caracterizar o problema de instabilidade do talude e a situação observada durante a vistoria realizada no local, bem como propor uma solução técnica apropriada para sua estabilização. A solução recomendada tem como finalidade garantir a estabilização do talude, em conformidade com os critérios de segurança estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis, incluindo medidas de proteção para as áreas habitadas e as estruturas circunvizinhas, além de minimizar os riscos de novos deslizamentos no futuro.

Especificamente tem o propósito de avaliar as características de cada porção e sua devida relação com a obra em andamento.

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 3/16	
		Data: 02/04/2025	
		Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC	

3. CARACTERIZAÇÃO E METODOLOGIA

Durante a realização das obras da etapa já executada (apresentada em laranja), verificou-se que a estrutura do talude existente com pouco mais de 6,0m de altura e inclinação relativamente acentuada havia iniciado um processo erosivo de média proporção nas laterais da obra e que se devia de forma emergencial adequar esta área.

Observou-se também que o remanescente do talude apresentava áreas expostas a infiltrações de água, resultado da intensa contribuição de água de chuva da bacia que tem como ponto de jusante o CEEAC e posteriormente aumenta o volume subsuperficial entre outros fatores.

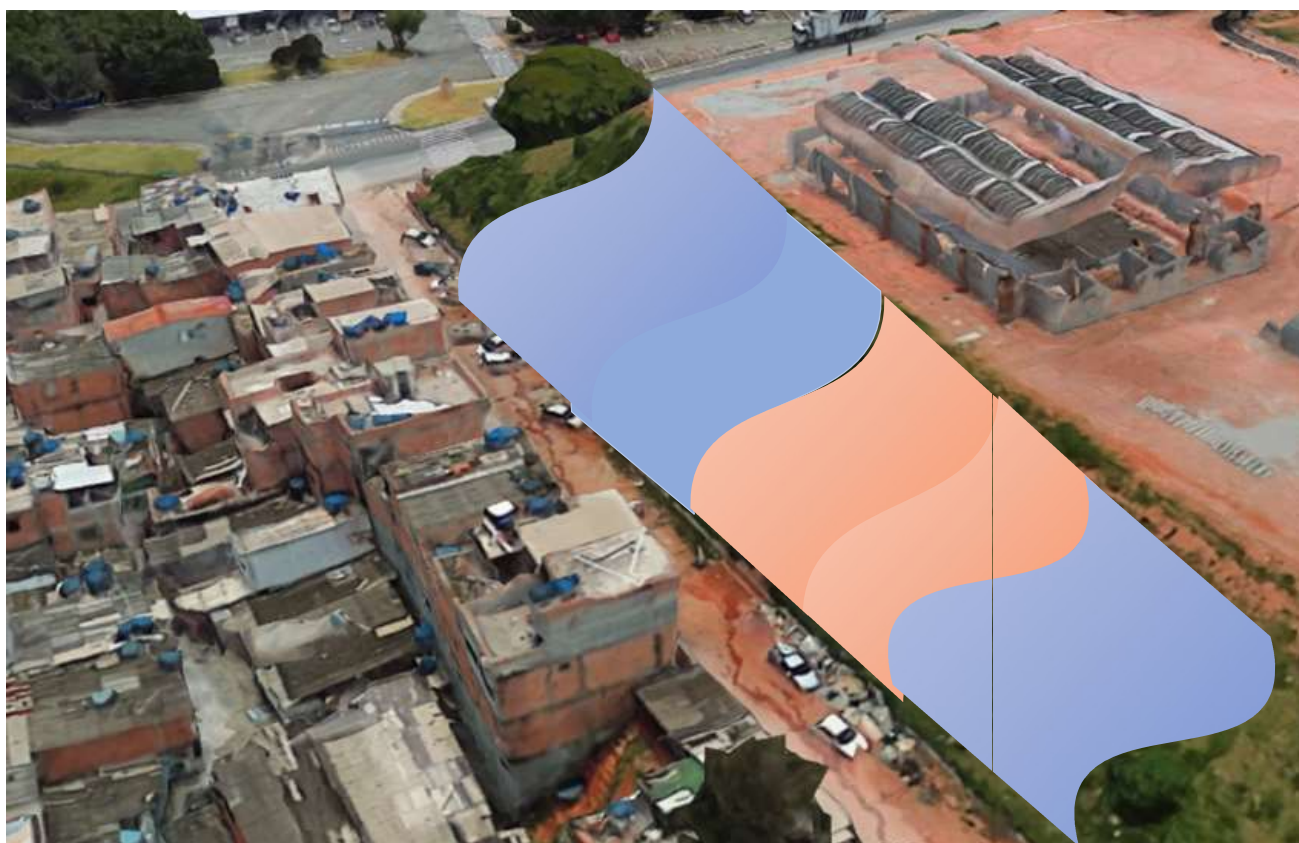



Figura 1 – Imagem do local (Google Earth, 2024)

Portanto este memorial e projeto visa apresentar a implantação de solução para este remanescente (apresentado em azul) de forma com que toda a lateral que é lindeira a Rua BMX receba o retaludamento e solo grampeado para que de forma uniforme

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 4/16	
		Data: 02/04/2025	
		Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	

Esta condição amplifica o risco de saturação do solo, especialmente na ausência de uma cobertura apropriada que reduza o impacto da água sobre o talude. Ademais, constatou-se que não foram implementados sistemas de drenagem, como canaletas superficiais e drenos profundos, os quais são fundamentais para direcionar a água de infiltração para fora do corpo do talude.

Talude é a denominação que se dá a qualquer superfície inclinada de um maciço de solo ou rocha. Seja em aterros construídos ou em contes, a análise deve ser realizada buscando identificar a condição mais crítica em termos de segurança. Em barragens de terra, por exemplo, a estabilização deve levar em conta as diversas etapas construtivas, bem como a operação da barragem.


Em síntese, tem-se duas formas de taludes: construídos e naturais. Os construídos pela ação humana resultam de cortes, escavações ou de aterros. Esse tipo de talude apresenta menos incerteza se comparados com os taludes naturais, conforme. Os taludes naturais estão sempre sujeitos a problemas de instabilidade, porque as ações das forças gravitacionais contribuem naturalmente para a deflagração do movimento.

O presente estudo segue as diretrizes normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 11682:2009 (Estabilidade de Encostas). Em síntese, o processo de análise se baseia nas seguintes fases:

- Etapa de procedimentos preliminares;
- Etapa de investigação geológico e geotécnica;
- Análise e dimensionamento;
- Projeto Executivo.

A metodologia segue a abordagem indicada pela NBR 11682 (2009), sendo uma abordagem determinística, adotando valor para o Fator de Segurança (FS). O Fator de Segurança admissível (FS_{adm}) corresponde a um valor mínimo a ser atingido e varia em função do tipo de obra e vida útil, indicado pela mesma norma.

A tabela 01 ilustra a classificação do talude em análise a partir do nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas:

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 5/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		

Tabela 1. Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas (NBR 11682:2009).

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido


Nesse sentido, considerando a tipologia do empreendimento, o presente estudo se enquadra em um nível de segurança médio, isto é, “áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas restrita de pessoas, ferrovias e rodovias de tráfego moderado”, conforme NBR 11682:2009.

A tabela 02 classifica a problemática de acordo com o nível de segurança contra danos materiais e ambientais, permitindo também designar o nível de segurança exigido

Tabela 2. Nível de segurança desejado contra a danos materiais e ambientais (NBR 11682:2009).

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Nesse sentido, o presente estudo classifica os danos ambientais e materiais como baixo, conforme as características dos problemas indicados. Em síntese, a Tabela 03 ilustra a classificação do risco

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 6/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		

Tabela 3. Classificação do risco presente no estudo.


Critério de nível de segurança	Classificação, conforme NBR 11682:2009
Segurança contra perda de vidas humanas	Médio
Segurança contra danos materiais e ambientais	Baixo
Fator de Segurança mínimo (FSMIN)	1,3


O fator de segurança indicado na tabela 03 foi extraído das diretrizes preconizadas na NBR 11682:2009, conforme visualizado na tabela 04.

Tabela 4. Fatores de segurança mínimo para deslizamento (NBR 11682:2009).

Nível de segurança contra danos a vidas humanas Nível de segurança contra danos materiais e ambientais	Nível de segurança contra danos a vidas humanas		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2
<p>NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.</p> <p>NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ, ϕ, c, em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.</p> <p>NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.</p>			

Os fatores indicados na tabela 04 referem-se a valores de análise de estabilidade interna e externa do maciço, sendo independentes de outros fatores de segurança

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 7/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		


recomendados por normas de dimensionamento dos elementos estruturais de obras de contenção, se houver a necessidade.


A estabilização interna é aquela que envolve a superfície potencial de escorregamento localizadas, a serem estabilizadas pela estrutura de contenção, como no caso de uma cunha de empuxo ativo. Por outro lado, a estabilidade externa é aquela que envolve superfícies de escorregamento globais. No caso de estruturas de arrimo reforçado por tirantes, tiras, grampos ou geossintéticos, as superfícies de ruptura que interceptam os elementos de reforço (estabilidade interna), enquanto as superfícies globais não interceptam estes elementos (estabilidade externa), conforme NBR 11682:2009.

4. ANÁLISE DA ESTABILIDADE

As análises de estabilidade foram realizadas utilizando o software de estabilidade de talude da Geo5. Este é um programa bidimensional de análise de estabilidade de taludes que calcula o Fator de Segurança (FS) para rupturas circulares e não-circulares através do Método de Equilíbrio Limite. Os métodos de análise incluem Bishop, Janbu, Spencer e GLE/Morgenstern-Price, dentre outros. Para as análises de estabilidade desenvolvidas no presente estudo, serão apresentados resultados apenas do primeiro, o método de Bishop, devido seu grande embasamento teórico e aplicações práticas em estabilidade de talude. As fatias utilizadas foram através de uma meia-senóide, sem consideração de poropressão no problema, como pode ser visualizado no modelo tridimensional do terreno extraído com base nas informações das campanhas de sondagem. O modelo de solo considerado na análise, sendo aplicado o silte pouco argiloso, conforme capítulo de caracterização geológico-geotécnica, foi considerado Morh-Coulomb. Vale ressaltar que a análise utilizada foi determinística.

O cálculo dos Fatores de Segurança (FS) contra a ruptura do maciço é realizado a partir do equilíbrio das forças que atuam para a instabilidade do talude e das forças resultantes da resistência do maciço. As forças devidas ao peso próprio do maciço são projetadas (decompostas) nas direções tangencial e normal, para cada uma das lamelas que dividem a massa instável. Além das forças de peso, são incluídas as forças normais entre as lamelas

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 8/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		

e a pressão neutra atuante na base de cada lamela. Não são consideradas as forças de cisalhamento entre lamelas.

É importante deixar claro que a NBR 11682 (ABNT, 2009) determina que deve ser utilizado uma sobrecarga accidental mínima, uniformemente distribuída, sendo da magnitude de 20 kPa (2 tf/m²), no caso da consideração de um valor inferior a esse, é necessária a justificativa pelo engenheiro geotécnico. Não obstante, o presente estudo não necessita da utilização dessa carga accidental mínima.

Para efeito de cálculo, não foram adotadas sobrecargas de 20 kPa, devido a veículos, e 10 kPa para cada pavimento das residências existentes.

Por conhecer a edificação acima e a mesma executada sobre fundação profunda, foi considerado apenas o carregamento de 10KPa, referente a sobrecarga de um pavimento, na região da edificação e na região da quadra.

Com base em documentos técnicos analisados, referências bibliográficas e dos dados obtidos pela campanha de sondagens realizada no local da obra, foram definidos os parâmetros geotécnicos utilizados para o desenvolvimento do Projeto. As correlações utilizadas foram baseadas em análise de dispersão dos resultados dos ensaios SPT e correlações com dados teóricos, buscando caracterizar o pior caso de análise.

A seguir as figuras ilustram o modelo de solo usado. O modelo foi utilizado nas análises de estabilidade com o software de estabilidade de Talude da Geo5.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA

Título:
**Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no
Município de Carapicuíba / SP**

Folha:
9/16

Data:
02/04/2025

Objeto:
**Memorial Descritivo e de Cálculo de
Geotecnia**

Código:
R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC

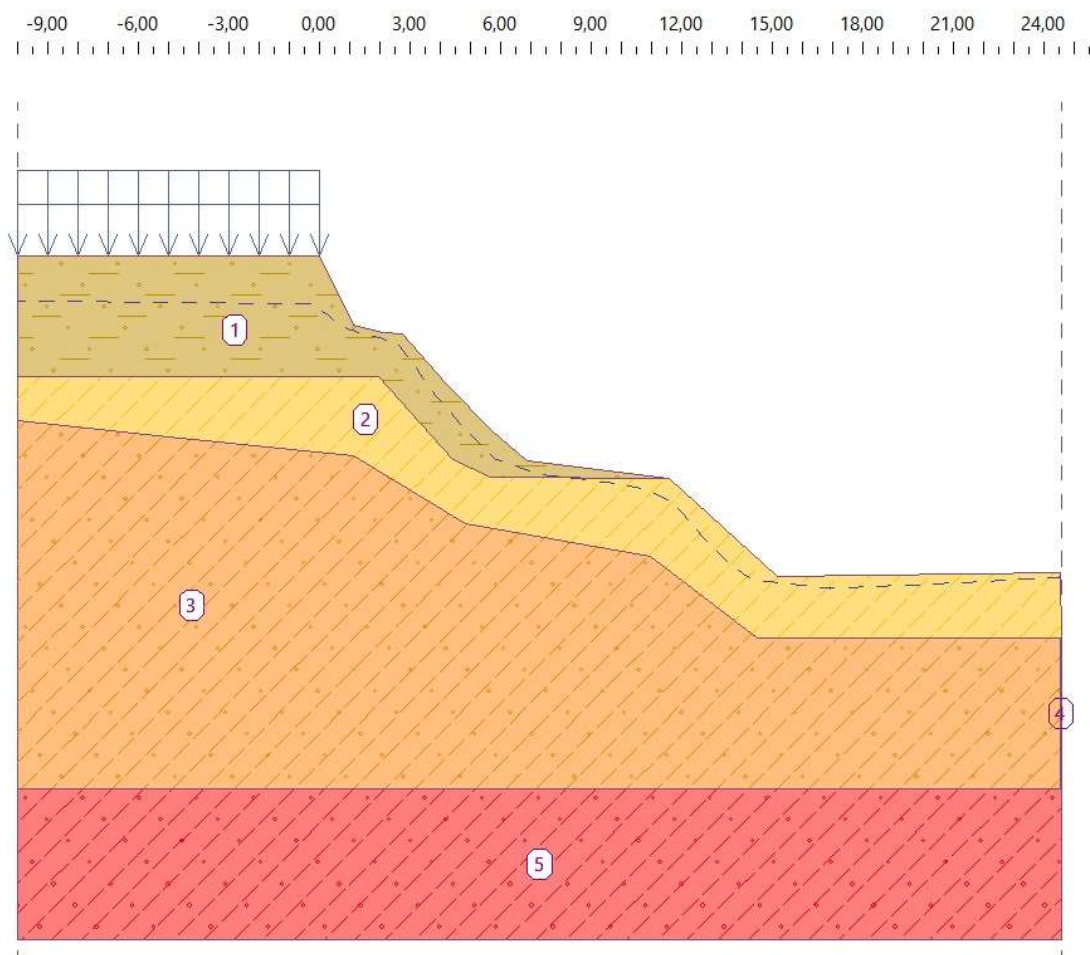


Figura 1 - Talude em sua condição natural, imediatamente após a ruptura

Argila arenosa (CS), consistência mole

Peso específico : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Estado de tensão : efetivo
Ângulo de atrito interno : $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$
Coesão do solo : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
Peso volúmico saturado : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

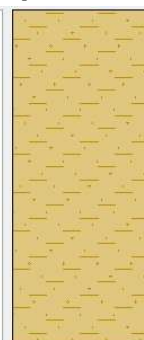



Figura 2 - Primeiro horizonte

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 10/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		

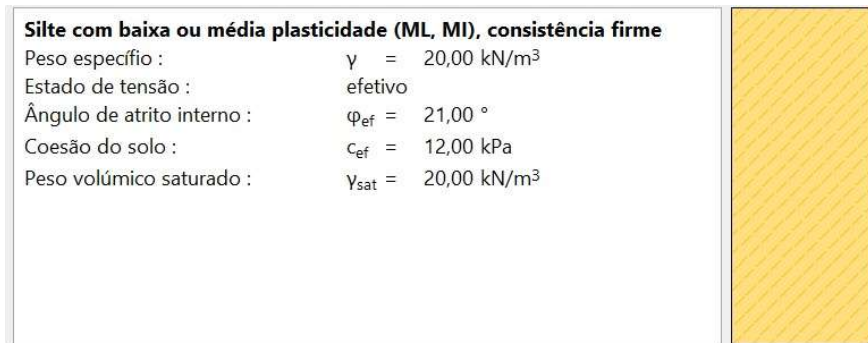


Figura 3 - Segundo horizonte

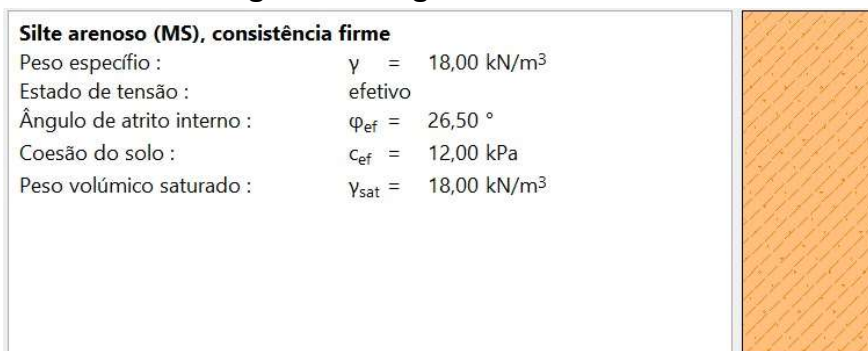


Figura 4 - Terceiro horizonte

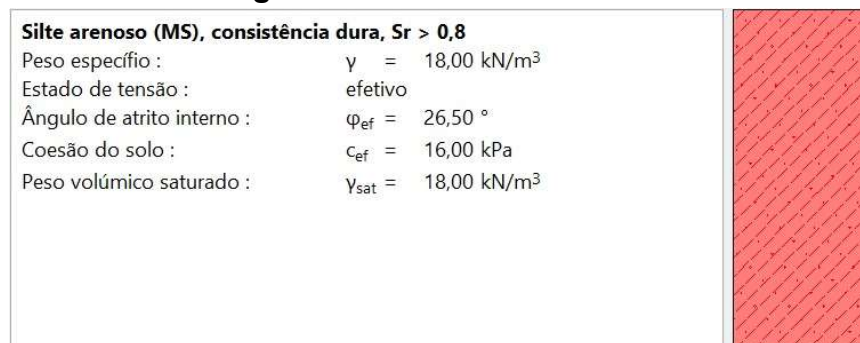

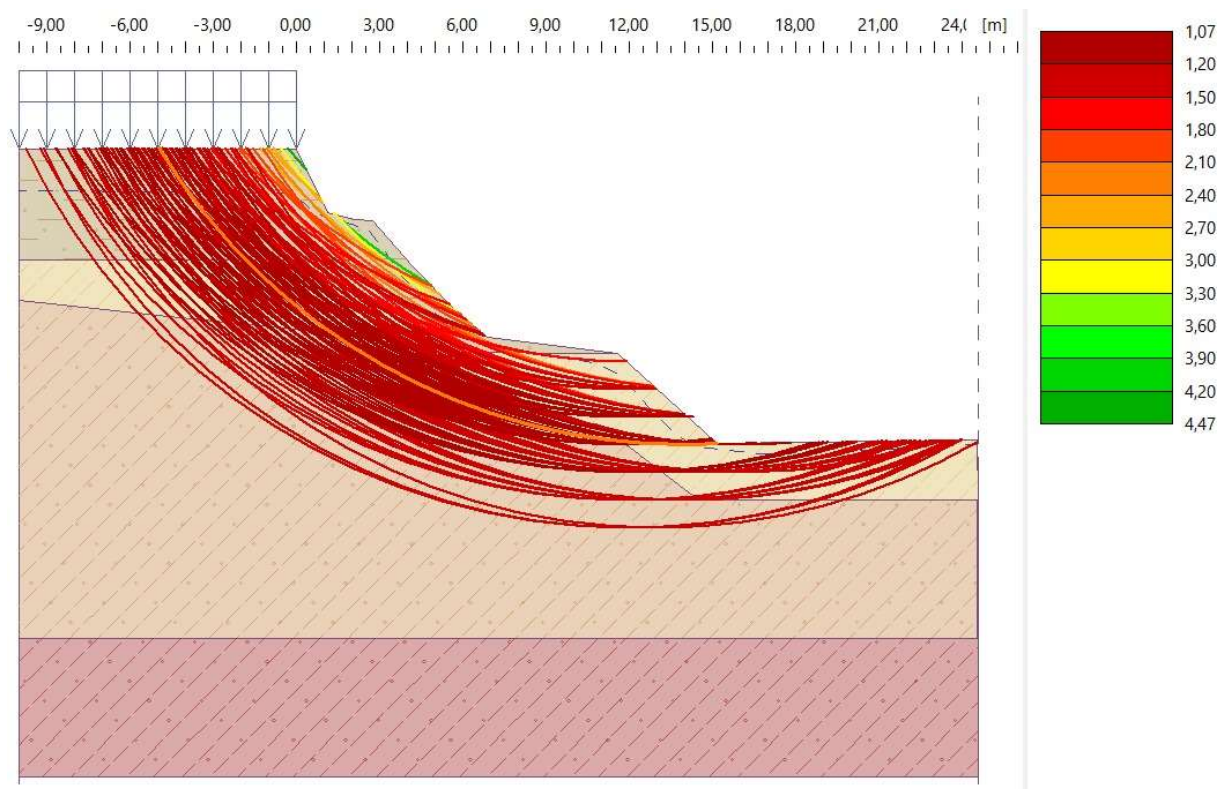


Figura 5 - Terceiro horizonte - Solo Compacto

Primeira análise apresenta a verificação do Fator de segurança do Talude em sua Situação atual

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA			
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP			Folha: 11/16
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia			Data: 02/04/2025
		Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC		




Verificação da estabilidade de talude (Bishop)


Soma de forças ativas : $F_a = 573,59 \text{ kN/m}$
Soma de forças passivas : $F_p = 615,09 \text{ kN/m}$
Momento de deslizamento : $M_a = 12693,47 \text{ kNm/m}$
Momento resistente : $M_p = 13611,91 \text{ kNm/m}$
Fator de segurança = $1,07 < 1,50$
Estabilidade do talude **NÃO VERIFICA**

Figura 6 - Análise do fator de segurança para situação atual

É possível observar com a análise de estabilidade realizada, o talude executado está instável e na iminência de escorregamento. A NBR 11682:2009 exige, considerando a classificação de risco em capítulos anteriores, no mínimo, um fator de segurança de **1,5**. Considerando a análise realizada, o fator de segurança mínimo encontrado nas análises de acordo com o método de equilíbrio limite Bishop resultou em um FS de **1,07**. Em outras palavras, o Fator de Segurança do Talude não está adequado em relação ao mínimo exigido pela NBR 11682:2009.

Desta forma foi proposto uma combinação de ações para melhora na condição de estabilidade do talude.

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 12/16	
		Data: 02/04/2025	
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC	

Instalação de drenos para eliminar rebaixar o nível de água observado, retirando assim a necessidade de consideração da poropressão na análise.

retaludamento para melhora no comportamento do talude.

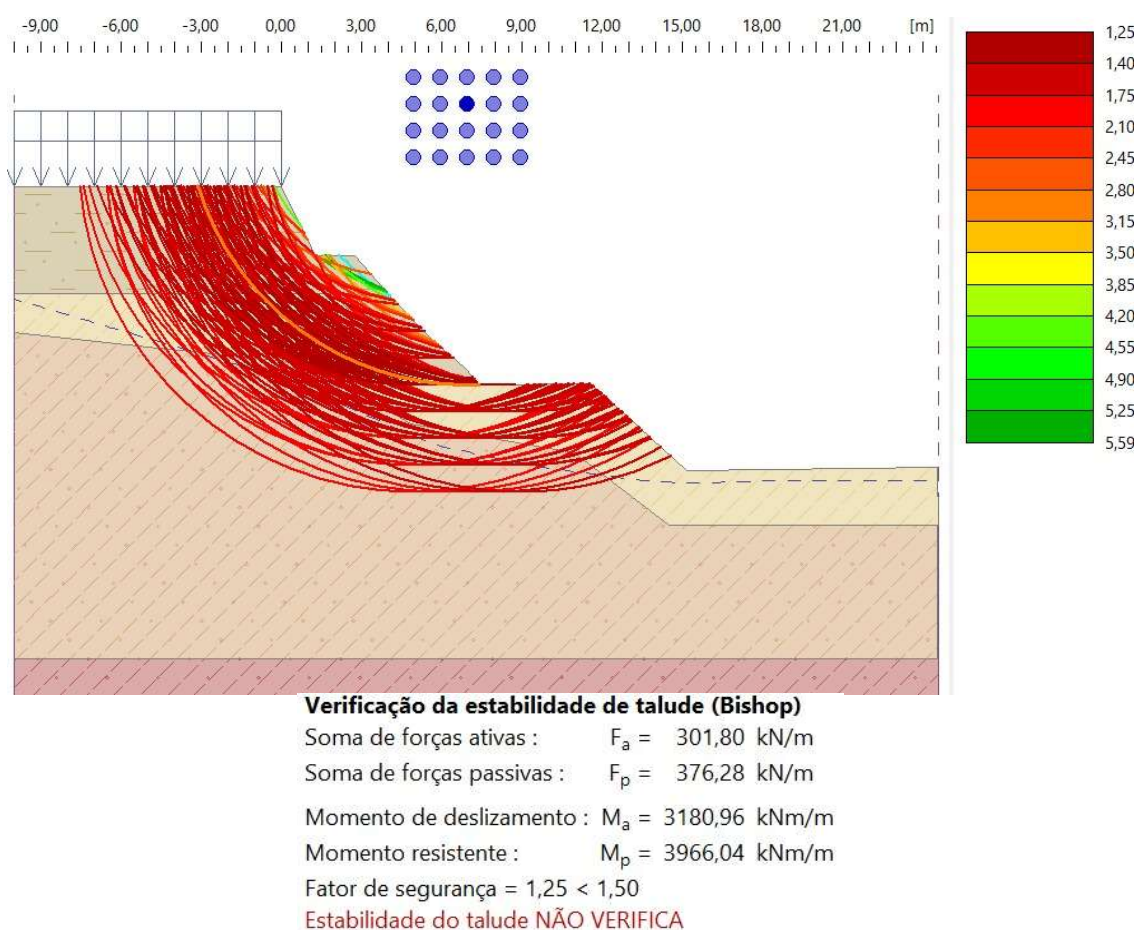



Figura 7 - Verificação do Fator de segurança considerando o retaludamento

É possível observar com a análise de estabilidade realizada, o talude executado teve um ganho de segurança porem ainda está instável e na iminência de escorregamento. Considerando a análise realizada, o fator de segurança mínimo encontrado nas análises de acordo com o método de equilíbrio limite Bishop resultou em um FS de 1,25. Em outras palavras, o Fator de Segurança do Talude não está adequado.

Desta forma foi proposta a execução de grampos posicionados a 1,0m na vertical e 1m na horizontal de forma a buscar a estabilidade do talude.

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 13/16	
		Data: 02/04/2025	
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC	

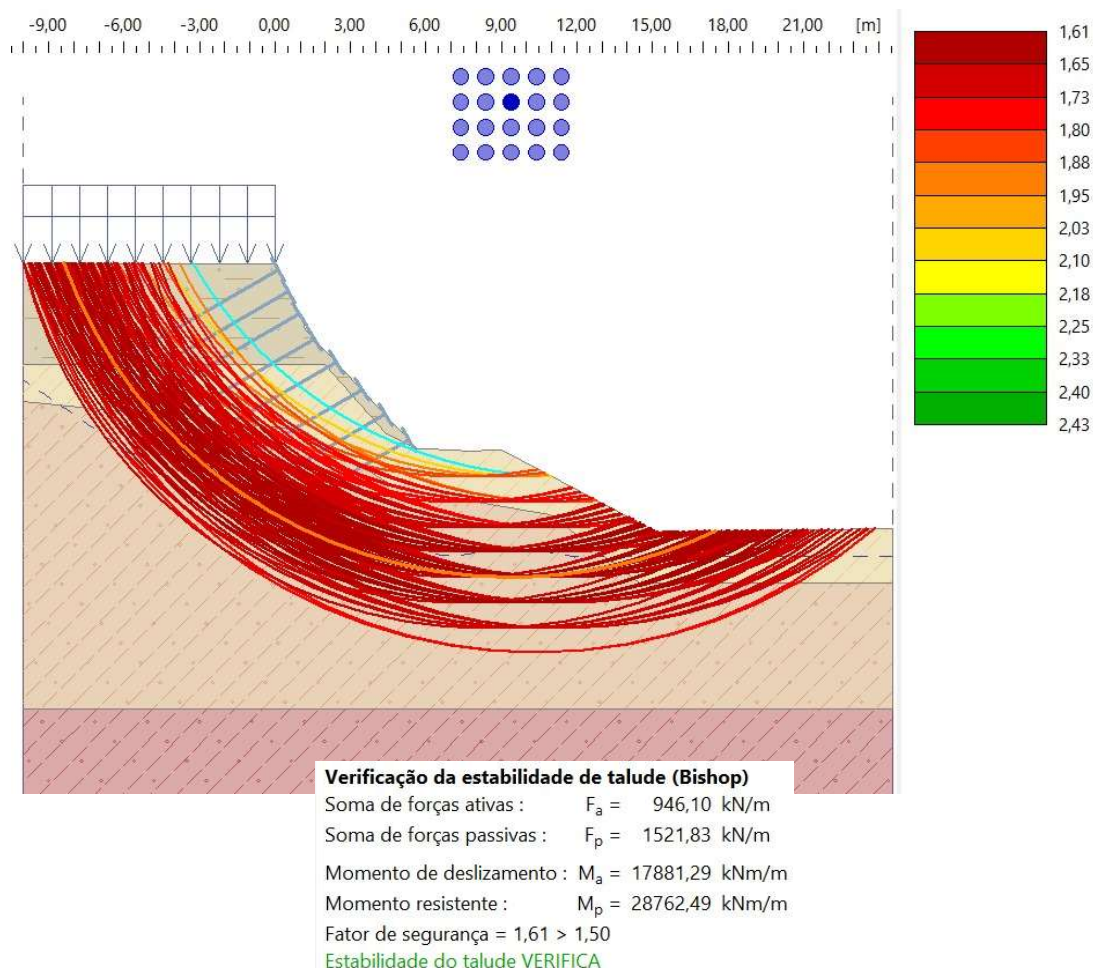



Figura 8 - O Fator de segurança após a execução do retaludamento e a aplicação de grampos passivos

É possível observar com a análise de estabilidade realizada, o talude executado esta estável. Considerando a análise realizada, o fator de segurança mínimo encontrado nas análises de acordo com o método de equilíbrio limite Bishop resultou em um FS de 1,61. Em outras palavras, o Fator de Segurança do Talude está adequado.

Existe a necessidade de cumprir uma obrigação de acessibilidade na e segurança na lateral da edificação e desta forma se faz necessário a construção de uma contenção na crista do talude para garantir a essa exequibilidade. Desta forma foi proposto a execução de um muro de contenção em concreto armado apoiado em fundações profundas e uma linha de tirante no topo, aplicação de concreto projetado e gramíneas para minimizar a infiltração de água no talude, como mostra a verificação a seguir.

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA

Título:
**Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no
Município de Carapicuíba / SP**

Folha:
14/16

Data:
02/04/2025

Objeto:
**Memorial Descritivo e de Cálculo de
Geotecnia**

Código:
R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC

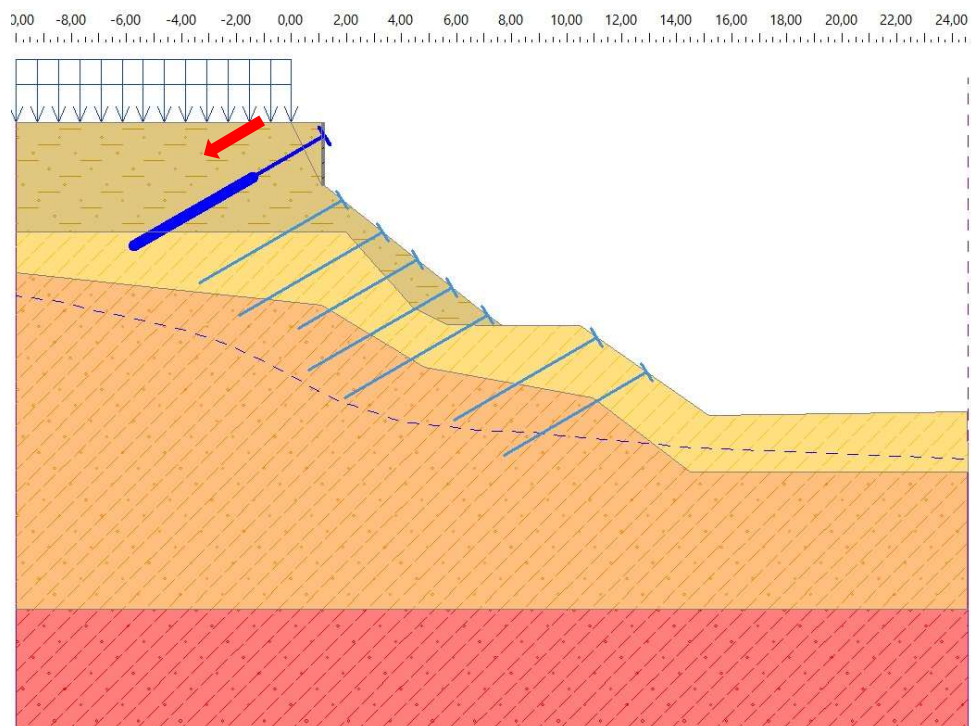


Figura 9 - Execução da contenção

Responsável Técnico:
Fausto Batista

Rubrica:

Elaboração:
Fernando Alvarenga

Rubrica:



	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA		
	Título: Projeto Executivo de Área de Risco no CEEAC – BMX no Município de Carapicuíba / SP	Folha: 15/16	
		Data: 02/04/2025	
	Objeto: Memorial Descritivo e de Cálculo de Geotecnia	Código: R04-2125-OS-59-PCR-001-MDC	

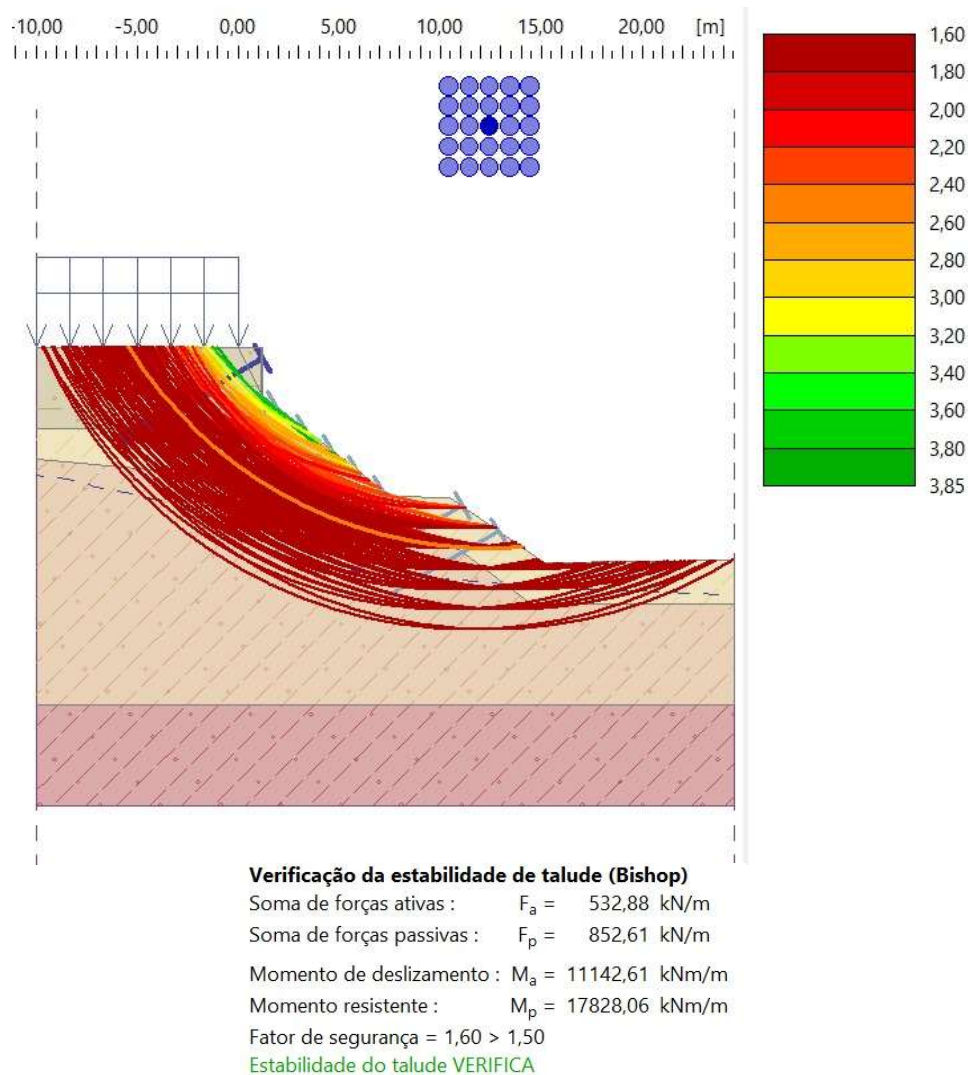



Figura 10 - Verificação do Fator de segurança com a execução da contenção

É possível observar com a análise de estabilidade realizada, o talude executado está estável e sem iminência de escorregamento. A NBR 11682:2009 exige, considerando a classificação de risco em capítulos anteriores, no mínimo, um fator de segurança de **1,5**. Considerando a análise realizada, o fator de segurança mínimo encontrado nas análises de acordo com o método de equilíbrio limite Bishop resultou em um FS de **1,60**. Em outras palavras, o Fator de Segurança do Talude está adequado em relação ao mínimo exigido pela NBR 11682:2009.

Responsável Técnico: Fausto Batista	Rubrica:	Elaboração: Fernando Alvarenga	Rubrica:	
---	----------	--	----------	---

