

REVISÕES							
Nº	DESCRIÇÃO	FIRMA	OS	DESENHADO	VERIFICADO	APROVADO	DATA
0	EMIÇÃO INICIAL	A1MC	-	A1MC	A1MC	A1MC	20/01/23

 <b>A1MC</b> Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	ELABORADO	VERIFIC.	APROV.	AUT.	DATA
	-	-	-	-	20/01/2023
Nº PROJ: 22185.PJF.RT.INF.001					REVISÃO: 0

<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DA PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, NÃO PODENDO SER COPIADO, REPRODUZIDO OU FORNECIDO A TERCEIROS SEM PRÉVIA E EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.</b>
---	--

Prefeitura Municipal de Juiz de Fora Rua Rosa Sfeir – Bairro Grajaú Relatório 3 – Estudo de concepção Estudo de concepção	PROJEÇÃO
CONTRATO 185/2022	ORDEN DE SERVIÇO -

PROJETADO -	DESENHADO -	ESPECIFICADO A1MC	VERIFICADO A1MC	APROVADO - DATA -
----------------	----------------	----------------------	--------------------	----------------------

FORMATO  <b>A 4</b>	ESCALA --	<b>22185.PJF.RT.INF.001</b>	REVISÃO  <b>0</b>
	TOTAL DE FOLHAS  <b>60</b>		

1.0	OBJETIVO .....	3
2.0	LOCALIZAÇÃO.....	3
3.0	REFERÊNCIAS .....	4
4.0	CRITÉRIOS DE CÁLCULO E DEFINIÇÕES.....	5
5.0	SONDAGEM DO SOLO.....	8
6.0	ANÁLISE DA SONDAGEM E CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO SOLO.....	11
7.0	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL.....	12
8.0	CONCEITUAÇÃO DE ESTABILIDADE DE TALUDE .....	14
9.0	ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO TALUDE .....	14
10.0	CONCLUSÃO .....	20
11.0	ESTABILIZAÇÃO DO TALUDE.....	1
12.0	CONTENÇÃO NA RUA ROSA SFSEIR .....	4

## 1.0 OBJETIVO

O presente documento tem como objetivo apresentar o estudo de concepção para estabilização do talude situado na rua Rosa Sfeir, bairro Grajaú do município de Juiz de Fora/MG.

## 2.0 LOCALIZAÇÃO

O talude analisado encontra-se na coordenada geográfica 21° 44' 42" S e 43° 20' 22" O. A Figura 1 extraída do documento Edital PE nº 185\_2022 – Anexo\_C\_Locais\_da\_Obra de autoria da PMJF, apresenta a imagem atual do talude, após a ruptura ocorrida.

Figura 1: Talude rompido



A Figura 2 extraída do documento Edital PE nº 185\_2022 – Anexo\_C\_Locais\_da\_Obra, também de autoria da PMJF, apresenta a área afetada antes da ruptura do talude.

 A1MC Engenharia e Projetos contato@aj1mcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora		
		SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
		22185.PJF.RT.INF.001	3 / 60	0

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C> e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C

Figura 2: Área afetada antes da ruptura



### 3.0 REFERÊNCIAS


Foram utilizados as seguintes normas e documentos técnicos para o desenvolvimento do presente trabalho.

#### 3.1 Normas

- NBR 1182: 2009 - Estabilidade de Encostas;
- NBR 5629: 1996 - Execução de Tirantes Ancorados no Terreno;
- NBR 6118: 2014 - Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 8681: 2003 - Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 6122: 2022 - Projeto e Execução nas Fundações.

#### 3.2 Documentos Técnicos

- 22185.PJF.DD.TOP.01 – Levantamento Planialtimétrico Cadastral;
- 22185.PJF.RT.GEO.001 – Investigação Geológica, Geotécnica e Ensaio Laboratoriais
- Edital PE nº 185\_2022 – Anexo\_C\_Locais\_da\_Obra;

 Engenharia e Projetos contato@aj1mcengenharia.com.br	 <b>Juiz de Fora</b> Prefeitura	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22185.PJF.RT.INF.001	4 / 60	0



## 4.0 CRITÉRIOS DE CÁLCULO E DEFINIÇÕES

### 4.1 Softwares Utilizados

Foi empregado o software Slide para análise de estabilidade por equilíbrio limite e Phase para a análise de tensão-deformação, ambos desenvolvidos pela empresa canadense Rocscience.

### 4.2 Premissas

Os horizontes de solo foram considerados como homogêneos, não sendo considerada qualquer anisotropia devido a insuficiência de dados para esta hipótese.

Foram inferidos parâmetros de resistência aos materiais que constituí o talude baseado em contexto teórico e conceitual, correlações com resultados de sondagem SPT, bem como na caracterização tátil-visual realizada.

### 4.3 Métodos de Cálculo

Foi adotado o método de cálculo de GLE/Morgenstern-Price que leva em consideração o equilíbrio de forças e momentos na análise de estabilidade por equilíbrio limite, por mais se assemelhar as condições observadas no talude.

Por se tratar de maciço terroso, foi adotado o critério de ruptura de Mohr-Coulomb em todas as análises.

### 4.4 Análise de probabilidade

Foram adotadas como variáveis aleatórias a coesão, ângulo de atrito e fator de pressão neutra ( $R_u$ ) por serem aquelas com maior relevância na resistência ao cisalhamento do solo. Desta maneira, foi adotada curva de distribuição probabilística Gamma já que a variação foi somente regressiva para os parâmetros de resistência e progressiva para a pressão neutra.

Foi utilizada a simulação de Monte Carlo, com 10.0000 interações, pelo método do valor mínimo global.

### 4.5 Sobrecarga

Para análise de estabilidade da ruptura ocorrida não foi considerada nenhuma sobrecarga atuante na crista do talude.

Na conceituação do sistema de estabilização, foi adotada a sobrecarga normativa atuante na crista do talude, correspondente a 20,0 KPa.

### 4.6 Pressão neutra

Foi considerado como solo saturado, o fator  $R_u=0,2$  baseado em conceitos teóricos e experiência em materiais com características semelhantes. Nas camadas de solo superficiais, foi considerado, com umidade natural o fator  $R_u=0,05$ . Portanto, as variações de pressão neutra ocorreram progressivamente entre  $R_u=0,05$  e  $R_u=0,2$ .

		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>		
		SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
		22185.PJF.RT.INF.001	5 / 60	0

## 4.7 Fator de Segurança

Na análise de estabilidade do talude e dos sistema de contenção foi realizada a comparação com os Fatores de Segurança prescritos pela norma da ABNT, *NBR 11682/2009 – Estabilidade de Encostas*.

As tabelas adiante extraídas da referida norma, apresentam as referências e os critérios para determinação do Fator de Segurança.

A Tabela 1 apresenta os critérios associados a vidas humanas com seus respectivos níveis de segurança requeridos. Por se tratar de uma área com ocupação de moradias, foi adotado nível de segurança Alto.

Tabela 1 - Critérios associados a vidas humanas

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

A Tabela 2 apresenta os critérios associados a bens materiais e seus respectivos níveis de segurança requeridos. O rompimento do talude compromete as edificações vizinhas. Logo, foi adotado nível de segurança Alto por está próximo a propriedades de alto valor social.

Tabela 2 - Critérios materiais e ambientais

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

A Tabela 3 apresenta a matriz que associa os critérios de danos a vidas humanas e danos materiais e ambientais. Nesta matriz, foi determinado o Fator de Segurança mínimo de  $FS=1,5$  para a estabilidade global do talude e do sistema de contenção, dentro dos preceitos da norma técnica de referência.

 Engenharia e Projetos contato@aj1mcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
			T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
					22185.PJF.RT.INF.001	6 / 60	0

Tabela 3 - Matriz de determinação do Fator de Segurança de referência

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Alto	Médio	Baixo
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

**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.  
**NOTA 2** No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros  $\gamma$ ,  $\phi$ ,  $c$ , 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.  
**NOTA 3** Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Foi realizada também a comparação com os Fatores de Segurança prescritos pela norma da ABNT, *NBR 5629/1996 – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno*, que preconiza em seu item 4.5 *Estabilidade Global*, que as ancoragens devem estar posicionadas além da superfície de deslizamento, com Fator de Segurança mínimo igual a FS=1,5.

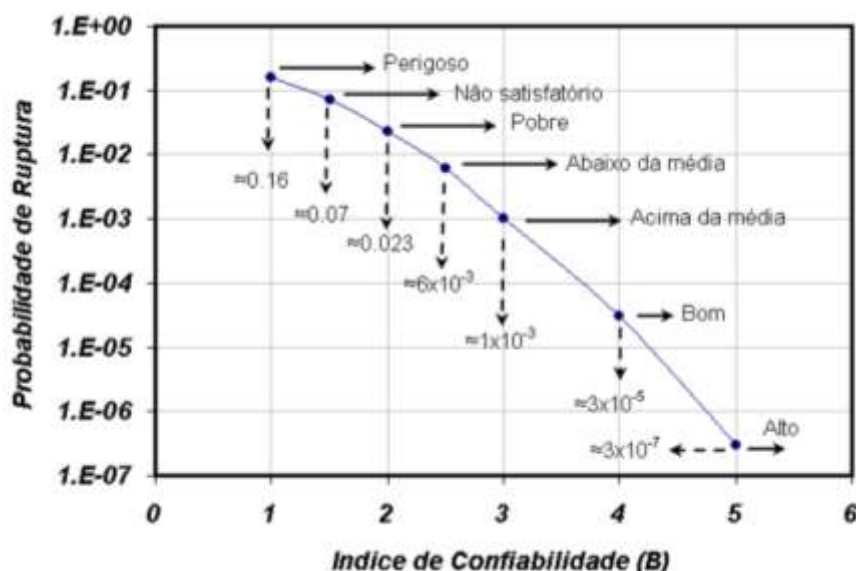
Portanto, no dimensionamento da estrutura de contenção o Fator de Segurança mínimo a ser alcançado foi FS=1,5.

#### 4.8 Probabilidade de Ruptura

Na análise de probabilidade de ruptura, foi adotado o critério proposto pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, *US Army Corps of Engineers*.

Foi classificado o índice de confiabilidade  $\beta > 4$  com probabilidade igual a  $3,0 \times 10^{-5}$  para taludes críticos, conforme proposta de *US Army Corps of Engineers* e  $\beta > 3$  com probabilidade igual a  $1,0 \times 10^{-3}$  para taludes não críticos, conforme apresentado na Figura 2 adiante.

Figura 2 - Critérios probabilísticos



Classificam-se como taludes críticos aqueles construídos pelo homem cuja ruptura causa impactos socioambientais irreparáveis e que, portanto, necessitam de nível de segurança muito acima da média, no caso na ordem de  $3 \times 10^{-7}$  e índice de confiabilidade acima  $\beta = 5$ . Enquadram os taludes de barramento de água e rejeitos com mancha de inundação de impactos irreparáveis, conforme proposta por *US Army Corps of Engineers*.

Taludes sob influência de edificações de ocupação permanente e equipamentos de alto valor patrimonial são comumente classificados como taludes não críticos, sendo adotado o valor mínimo de  $\beta > 3$  com probabilidade de ruptura equivalente a  $1,0 \times 10^{-3}$ . Este parâmetro é admitido em obras geotécnicas convencionais em ambiente urbano, tidas como obras seguras.

## 5.0 SONDAGEM DO SOLO

A Figura 3 apresenta a locação da sondagem e mais adiante são apresentados os boletins de sondagem realizados no local do talude. Estas informações foram extraídas do documento 22185.PJF.RT.GEO.001.

Figura 3 - Localização da sondagem

	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
		SEQUENCIAL 22185.PJF.RT.INF.001	FOLHA 8 / 60	REVISÃO 0	



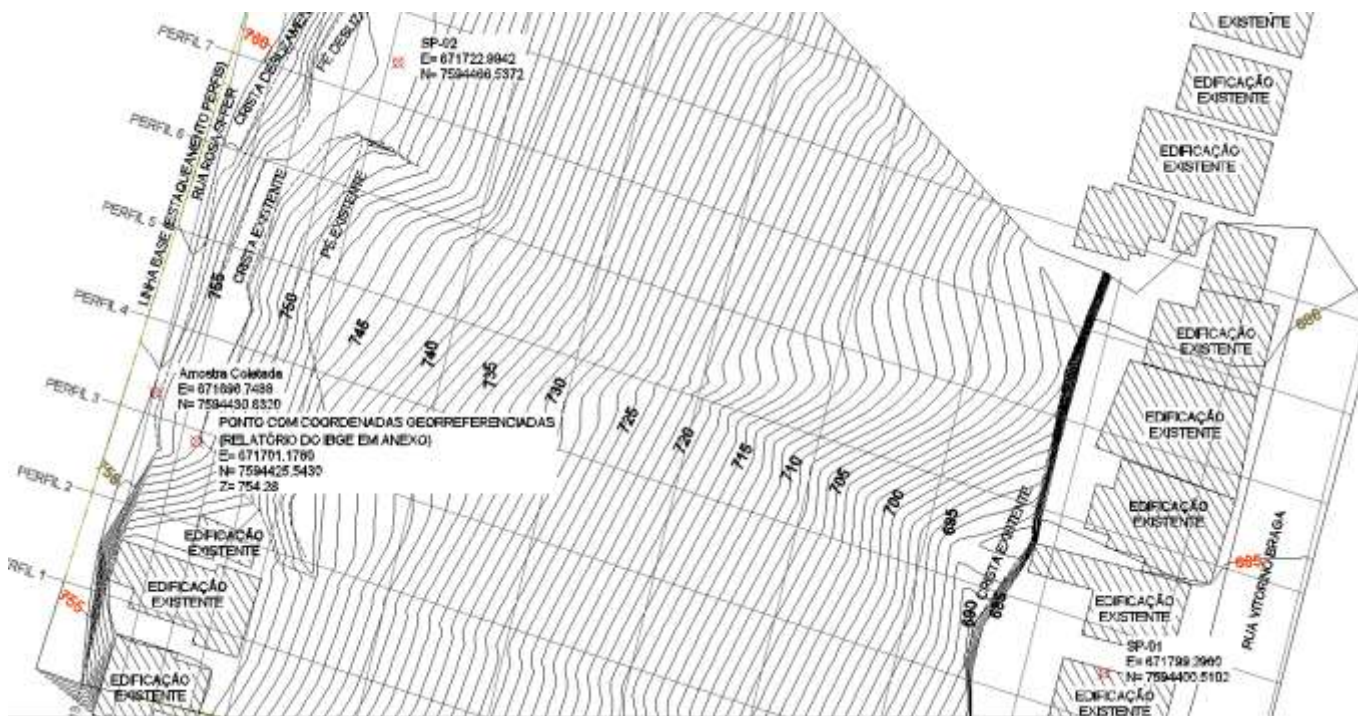
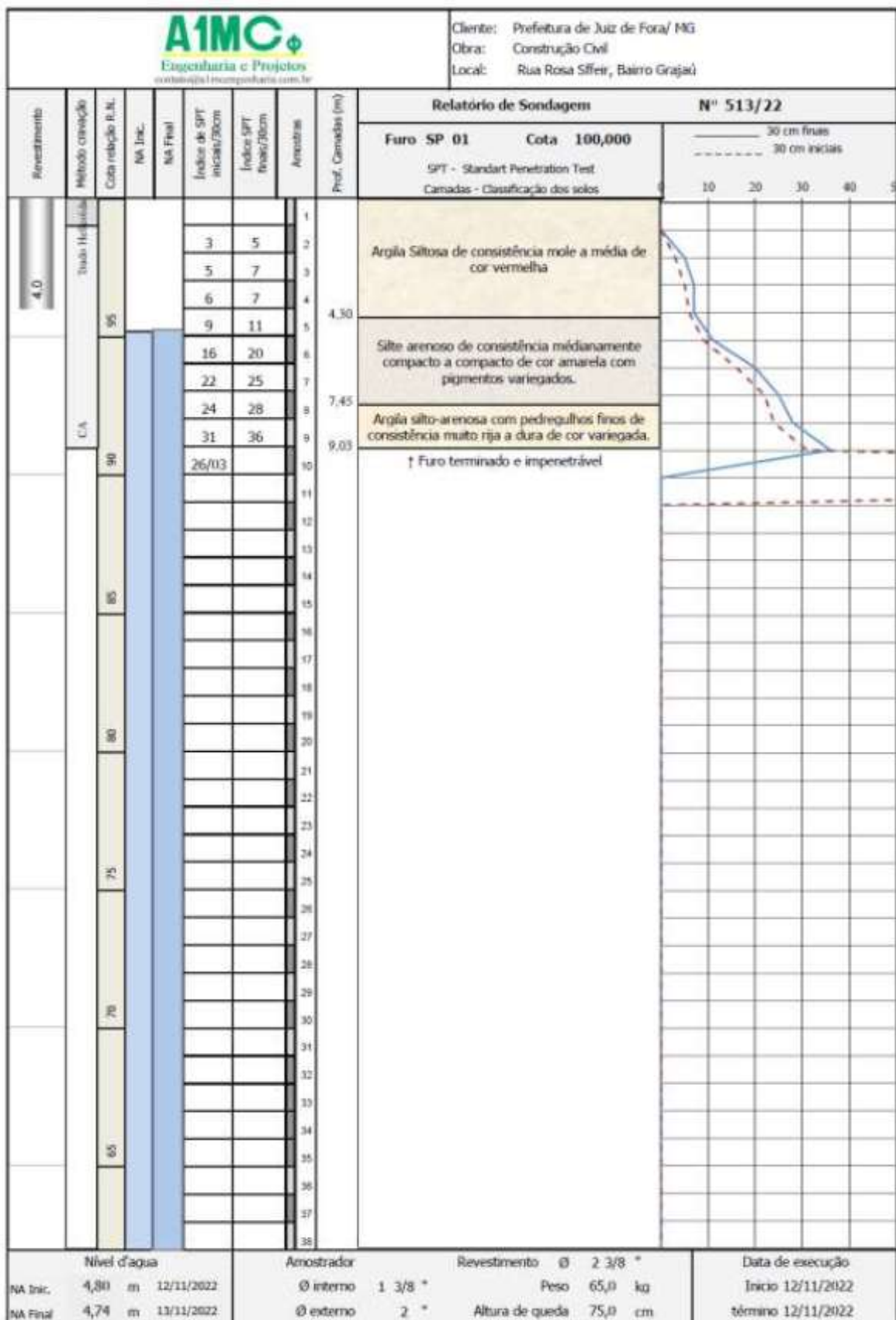
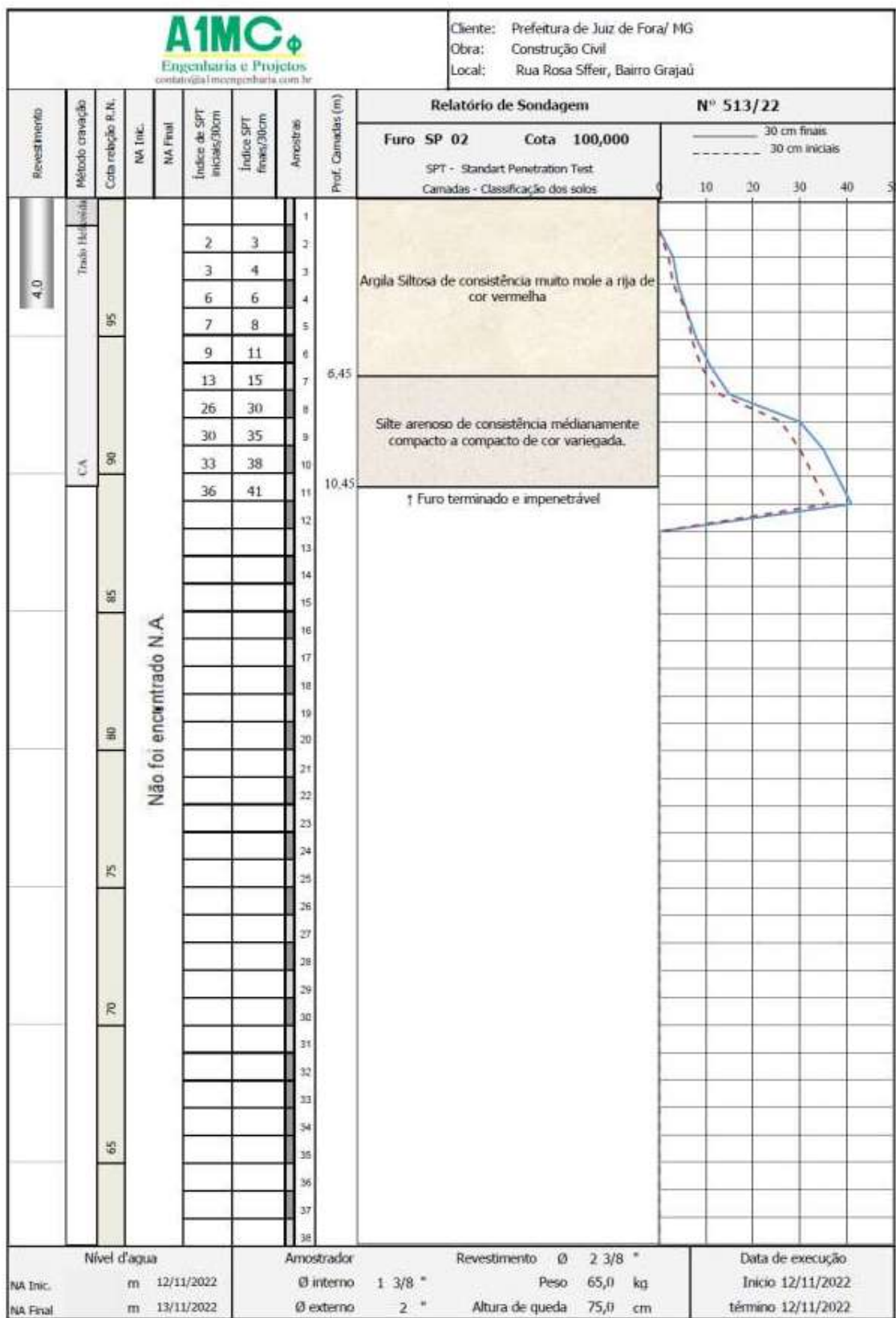



Figura 4 - Relatório de Sondagem SP-01





## 6.0 ANÁLISE DA SONDAGEM E CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO SOLO

 <b>Engenharia e Projetos</b> <small>contato@aj1mcengenharia.com.br</small>	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
			SEQUENCIAL 22185.PJF.RT.INF.001	FOLHA 11 / 60	REVISÃO 0	Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C



De acordo com a sondagem realizada no local, o solo que compõe o talude é constituído por uma camada superficial de solo fino com matriz predominante argilo-siltosa de consistência mole a média até a profundidade da ordem de 6,5 m. Subjacente a camada superficial, encontra-se o solo silte-arenoso de compactidade mediantemente compacta a compacta.

A profundidade investigada foi entre 10,45 m para o furo SP-02 realizado na crista do talude da rua Rosa Sfeir e de 9,03 m na sondagem SP-01 executada no terreno da rua subjacente. Em ambas situações, não foi encontrado o nível d'água no interior do maciço.

Com base nos resultados da sondagem SPT, foram obtidos os seguintes parâmetros geotécnicos para a análise de estabilidade do talude e conceituação dos sistemas de contenção.

Tabela 4 - Parâmetros geotécnicos obtidos na sondagem SP-01

SP-01

Elevação	Prof. (m)	Caracterização	N-SPT	N-SPT med	C' (kPa)	C' med (kPa)	$\phi'$	$\phi'$ med (kPa)	$\gamma$ (KN/m3)
684	1	Argila siltosa mole	5	5	13	13	23	23	14
683	2	Argila siltosa média	7	7	18	18	25	25	15
682	3		7		18		25		
681	4	Silte arenoso mediantemente compacto	11	11	19	19	31	31	16
680	5	Silte arenoso compacto	20	24	32	38	34	35	18
679	6		25		39		35		
678	7		28		43		36		
677	8	Argila silto-arenosa dura	36	36	77	77	55	55	21
676	9		36		77		55		

Tabela 5 - Parâmetros geotécnicos obtidos na sondagem SP-02

SP-02

Elevação	Prof. (m)	Caracterização	N-SPT	N-SPT med	C' (kPa)	C' med (kPa)	$\phi'$	$\phi'$ med (kPa)	$\gamma$ (KN/m3)
754	1	Argila Siltosa muito mole a mole	3	4	8	10	21	22	14
753	2		4		11		23		
752	3	Argila siltosa media	6	7	15	18	24	25	15
751	4		8		20		26		
750	5	Argila siltosa rija	11	11	27	27	27	27	16
749	6	Silte arenoso mediantemente compacto	15	15	25	25	33	33	17
748	7	Silte arenoso compacto	30	36	45	53	36	37	21
747	8		35		52		37		
746	9		38		56		38		
745	10		41		60		38		

## 7.0 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL

		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
		T   E   SEQUENCIAL   FOLHA   REVISÃO	22185.PJF.RT.INF.001	12 / 60	0

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C> e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C



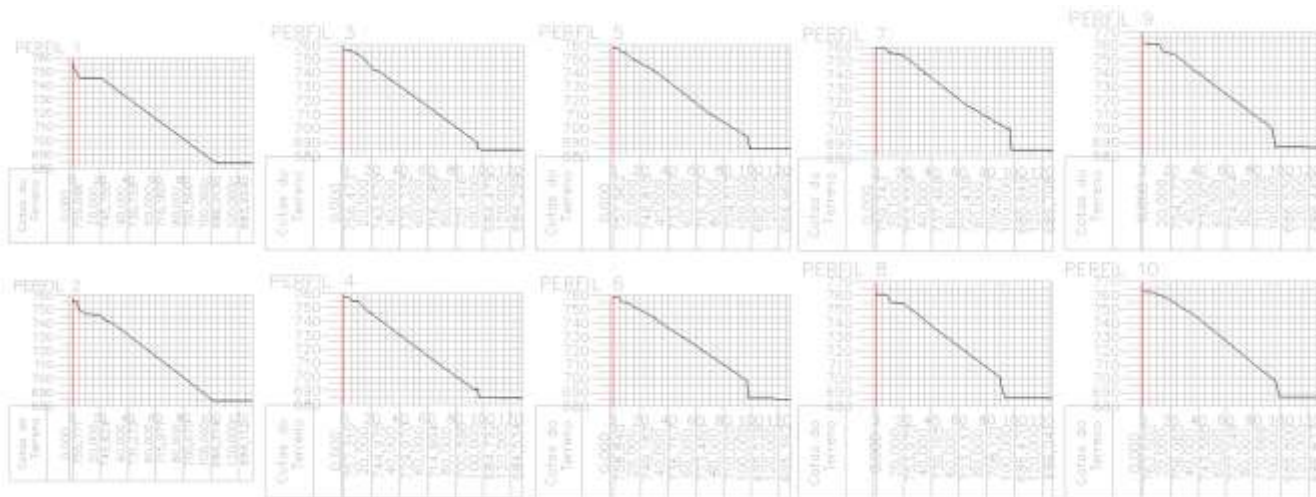
A Figura 8 apresenta o levantamento planialtimétrico realizado e as figuras mais adiante apresentam os perfis extraídos deste levantamento. Estas informações foram extraídas do documento 22185.PJF.DD.TOP.01.

Figura 6 – Levantamento planialtimétrico cadastral



Figura 7 – Perfis do talude





## 8.0 CONCEITUAÇÃO DE ESTABILIDADE DE TALUDE

A estabilidade dos taludes construídos, das encostas naturais e dos sistemas de contenção, é prescrita pela norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) *NBR 11862 – 2009 – Estabilidade de Encostas*. Esta norma estabelece o Fator de Segurança em que estas estruturas devem estar submetidas, para obter uma obra geotécnica admitida como segura.



Para simples compreensão, o Fator de Segurança é a relação entre os esforços estabilizantes e desestabilizantes presentes no maciço, onde o  $FS=1,0$  representa o colapso da estrutura de terra ou contenção. Portanto, o Fator de Segurança deve ser sempre superior a  $FS=1,0$ . Para obter margem de segurança a fim de cobrir todas as incertezas contidas nas análises, o Fator de Segurança deve ser superior ao valor mínimo estabelecido na norma técnica de referência, que para o presente estudo é  $FS=1,5$ .

O solo é um material natural, anisotrópico e susceptível a variação nas propriedades dos materiais que o constitui, sobretudo no que diz respeito ao estado de umidade. Desta maneira, entende-se como prudente, que as análises de estabilidade e dimensionamento de sistemas de contenção, devam ser realizadas utilizando considerações sobre os efeitos causados pela possibilidade de ocorrência de variação nas propriedades dos materiais, devido ao aumento de umidade.

Portanto, nas análises de estabilidades apresentadas mais adiante, os Fatores de Segurança foram obtidos considerando a variação nas propriedades dos materiais específicas do local de análise, e comparados ao Fator de Segurança mínimo prescrito pela norma técnica de referência.

Desta maneira, os resultados obtidos inferiores ao mínimo prescrito e sem margem de segurança para cobrir a variação nas propriedades dos materiais, justifica a necessidade de um sistema de reforço para aumento no nível de segurança do talude, em um patamar de obra de engenharia tecnicamente adequada e segura.

## 9.0 ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO TALUDE

 Engenharia e Projetos contato@aj1mcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
			T	E	SEQUENCIAL	FOLHA
				22185.PJF.RT.INF.001	14 / 60	0

Além de apresentar resultado para a ordem de grandeza do Fator de Segurança para o talude, as análises de estabilidade realizadas possuem também o objetivo de avaliar o risco atual, bem como a previsão do comportamento do talude, tendo como base o histórico de rupturas ocorridas, identificando as zonas com suposta massa de solo que apresentam maior susceptibilidade a um novo movimento de massa por ruptura.

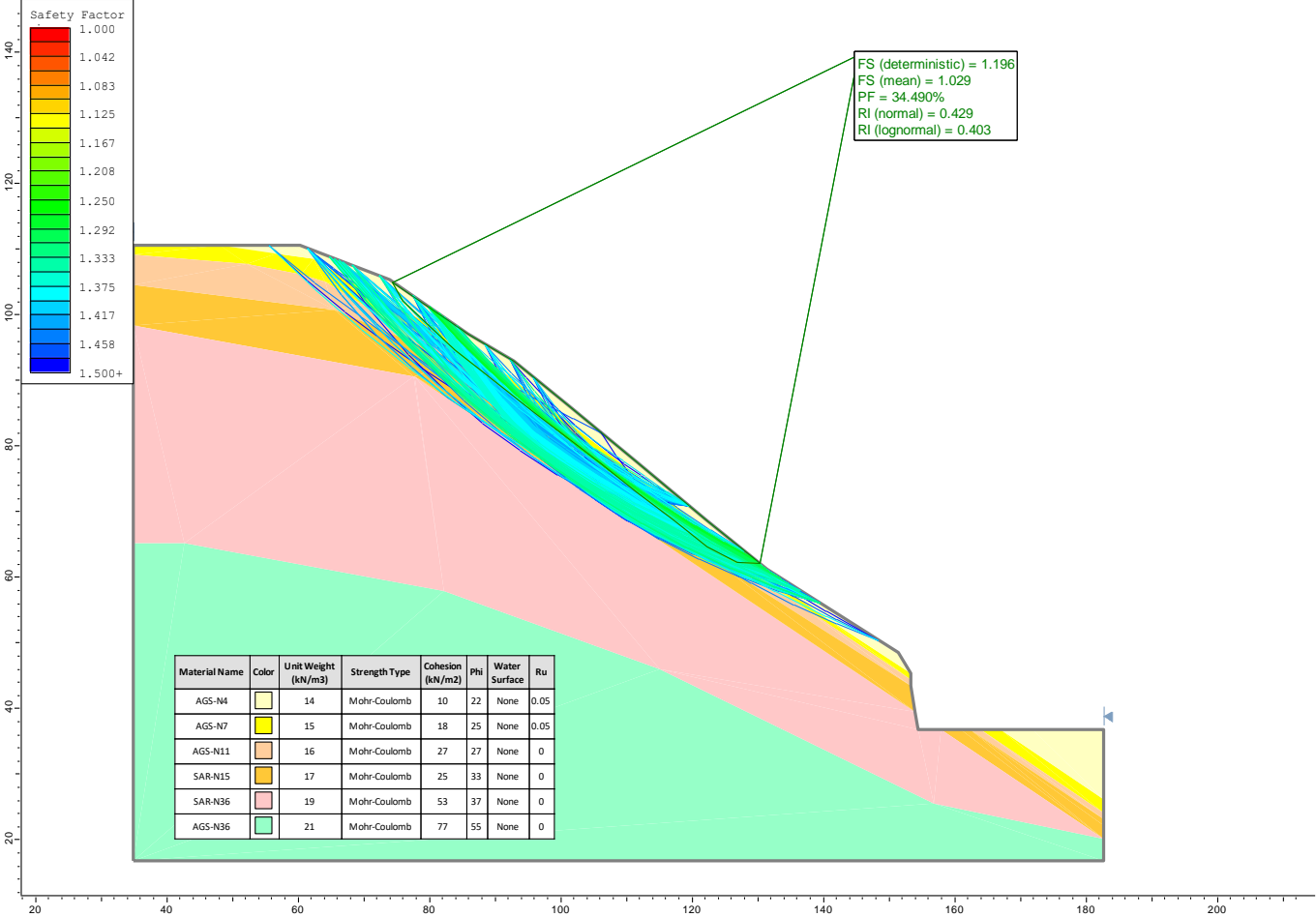
Com base na geometria obtida no levantamento planialtimétrico cadastral, sondagem geotécnica e visita ao local, foi realizada a modelagem numérica do perfil do talude para realização das análises de estabilidade.

9.1 RETRO ANÁLISE DA ESTABILIDADE

Inicialmente foi realizada a retro análise da estabilidade para o perfil original do talude. Nesta análise foi obtido o resultado de Fator de Segurança FS=1,196 (Referência FS>1,500).

Ao realizar a variação dos parâmetros dos materiais simulando o efeito de aumento de umidade na camada superficial do solo, o resultado reduziu para FS=1,029 com probabilidade de ocorrência de ruptura de 34,49% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) e índice de confiabilidade para condição estável de β=0,429 (Referência β > 3,0). A Figura 8 apresenta o resultado obtido.

Figura 8 – Retro análise do talude rompido



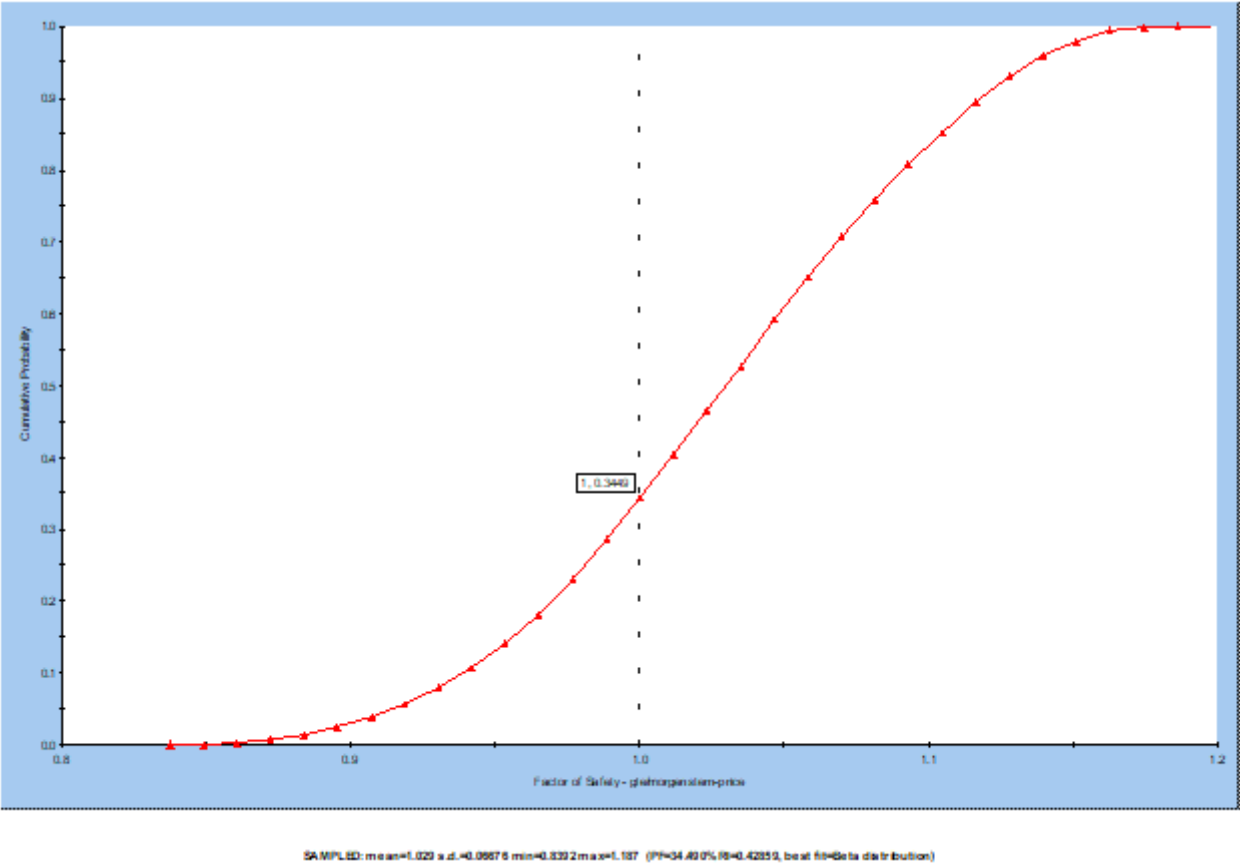
Em todas as interações realizadas pelo modelo numérico, a quantidade de resultados encontrados com Fator de Segurança inferior a FS=1,0 foi tamanha, que representou a probabilidade de ocorrência de

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C> e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C





ruptura de 34,49% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) e Fator de Segurança baseado nesta probabilidade de FS=1,029. A Figura 9 ilustra a acumulação de resultados obtidos na determinação da probabilidade de ruptura.

Figura 9: Probabilidade de ocorrência de ruptura



Logo, concluiu-se que o resultado de FS=1,196 foi insuficiente para cobrir os cenários de aumento de umidade do solo e por consequência, a variação nas propriedades dos materiais e de pressão neutra, acarretando assim na ruptura do talude, o que de fato ocorreu. A Figura 10 ilustra a relação da variação dos parâmetros geotécnicos com os resultados de Fator de Segurança obtidos.

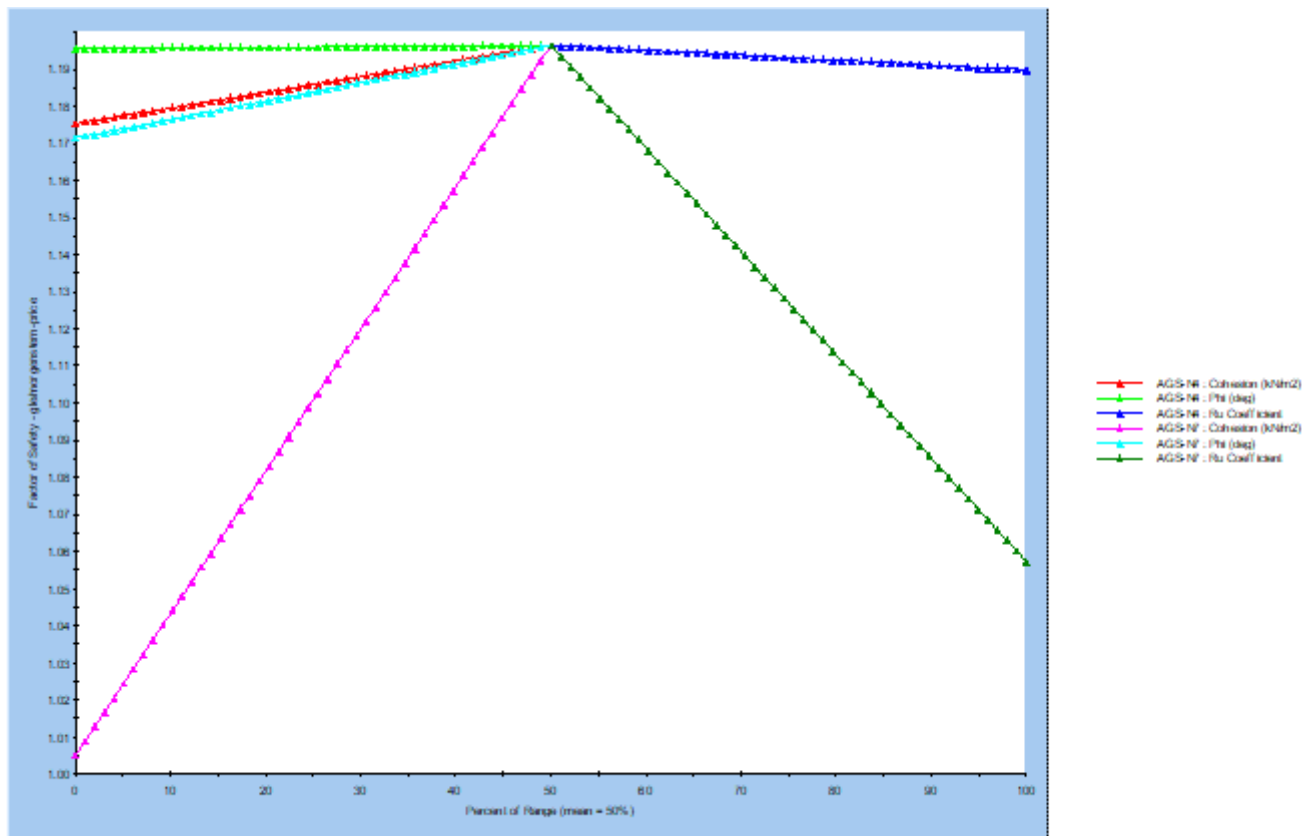
Figura 10: Relação da variação dos parâmetros geotécnicos com os resultados de FS

	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
		T   E   SEQUENCIAL   FOLHA   REVISÃO 22185.PJF.RT.INF.001   16 / 60   0			

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
 Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C> e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C







Pela análise realizada, constatou-se que a ruptura ocorrida por aumento de umidade do solo, ocorreu inicialmente no corpo do talude. Este processo resultou numa porção de solo crítica, situada na crista do talude e desencadeou um segundo processo de ruptura, levando consigo a porção superior que alcançou a rua Rosa Sffier.

## 9.2 ANÁLISE DA ESTABILIDADE ATUAL

Com base na geometria obtida no levantamento planialtimétrico cadastral, foi realizada a análise de estabilidade para a condição atual do talude, ou seja, após a ocorrência da ruptura.

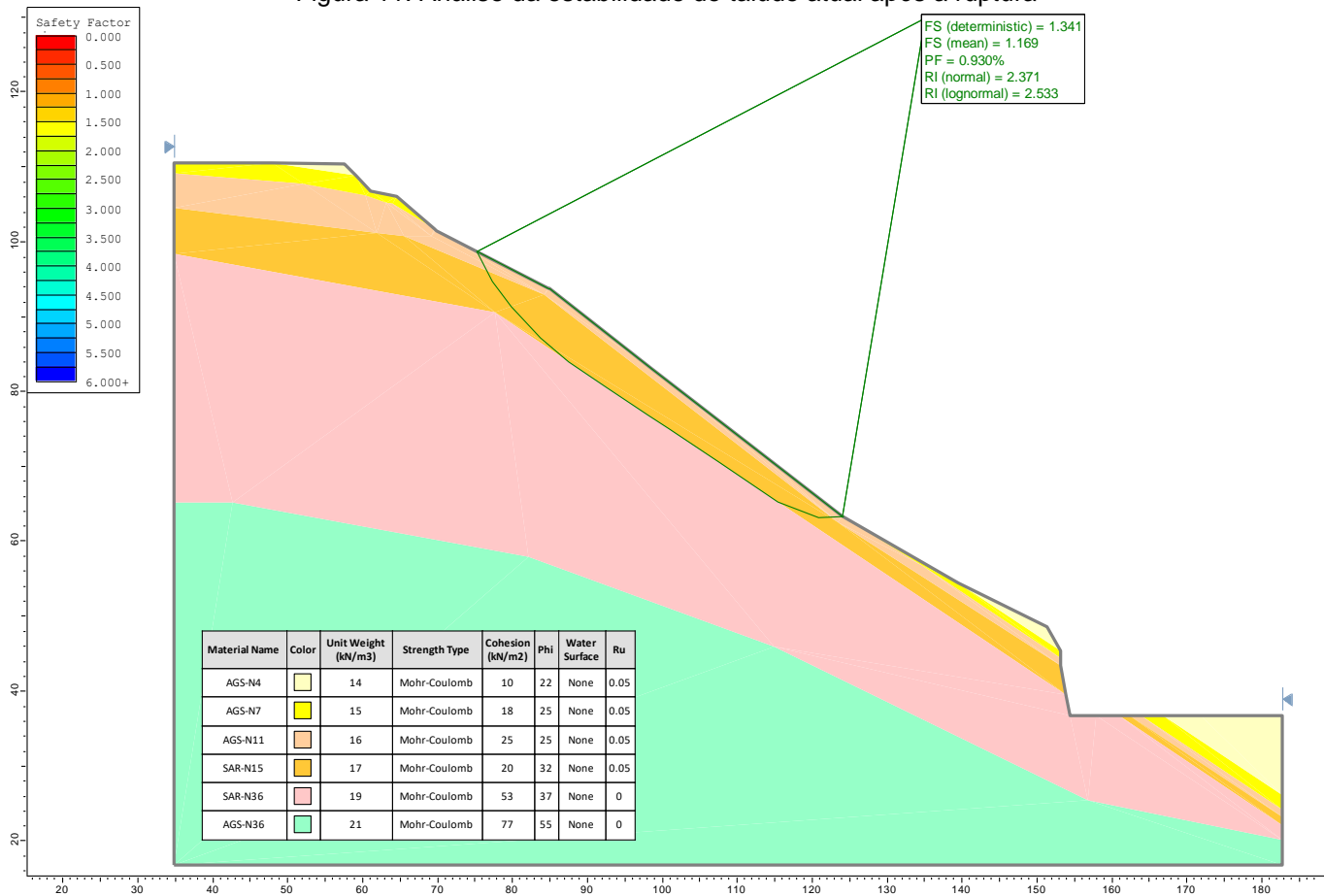
Como resultado foi obtido Fator de Segurança  $FS=1,341$  (Referência  $FS>1,5$ ).

Realizando a variação nas propriedades dos materiais, decorrente do aumento de umidade no maciço o resultado de Fator de Segurança reduz para  $FS=1,169$  e probabilidade de ruptura de 0,93% (Referência probabilidade  $< 10^{-3}\%$ ) com confiabilidade  $\beta=2,371$  (Referência  $\beta>3,0$ ). A Figura 11 apresenta estes resultados.

	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>		
		SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
		22185.PJF.RT.INF.001	17 / 60	0

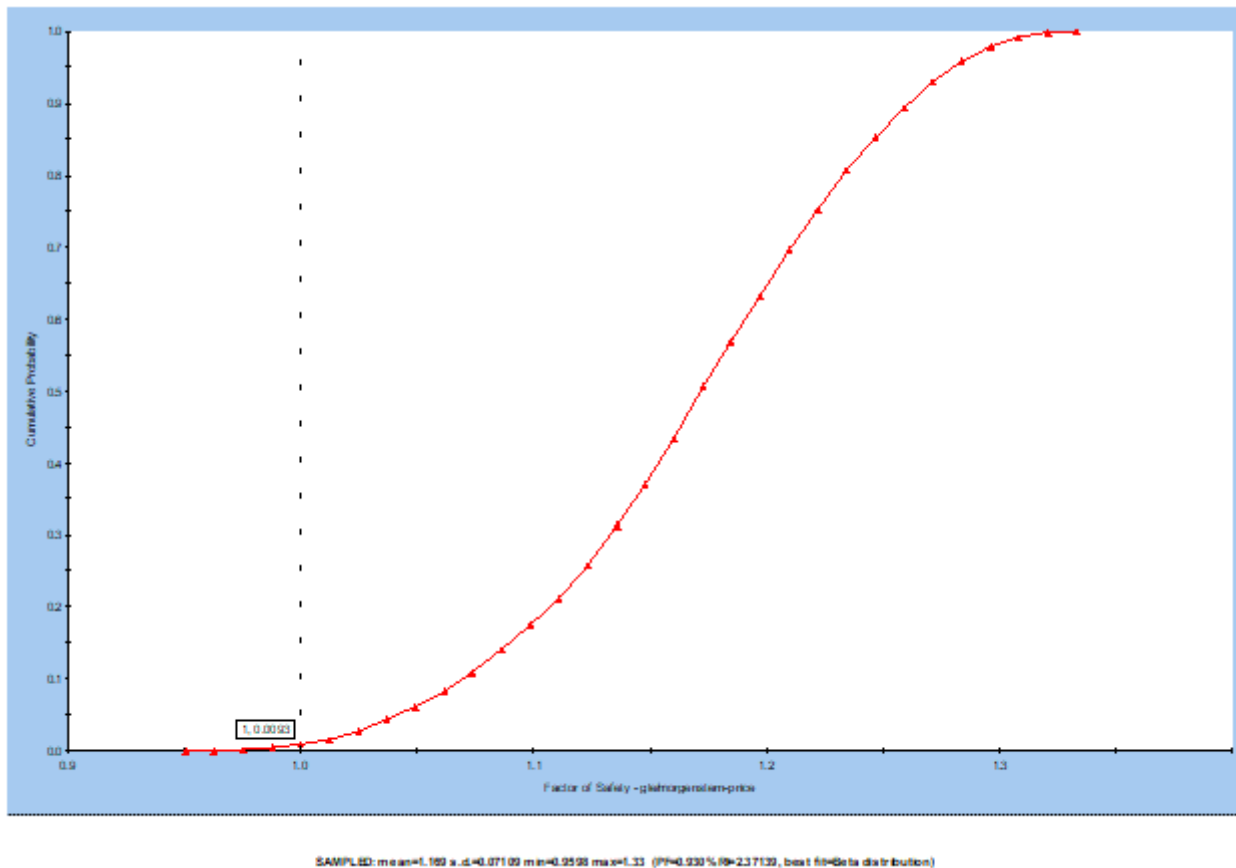
Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C>

Figura 11: Análise da estabilidade do talude atual após a ruptura



Como na análise anterior, o resultado obtido apresenta que em todas as interações realizadas pelo modelo numérico, a quantidade de resultados obtidos com Fator de Segurança inferior a FS=1,0 representou a probabilidade de 0,930% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) de ocorrência de ruptura. A Figura 12 ilustra a acumulação de resultados na determinação da probabilidade de ruptura.

Figura 12: Probabilidade de ocorrência de ruptura



Portanto, concluiu-se que o resultado de  $FS=1,341$  é insuficiente para cobrir os cenários de aumento de umidade do solo e por consequência, a variação nas propriedades dos materiais e de pressão neutra, estando o talude sujeito a uma provável ruptura, na ocasião em que houver a diminuição de resistência decorrente do aumento de umidade na camada superficial do talude.

Este cenário é apresentado na Figura 13 que ilustra a relação da variação dos parâmetros geotécnicos com os resultados de Fator de Segurança obtidos.



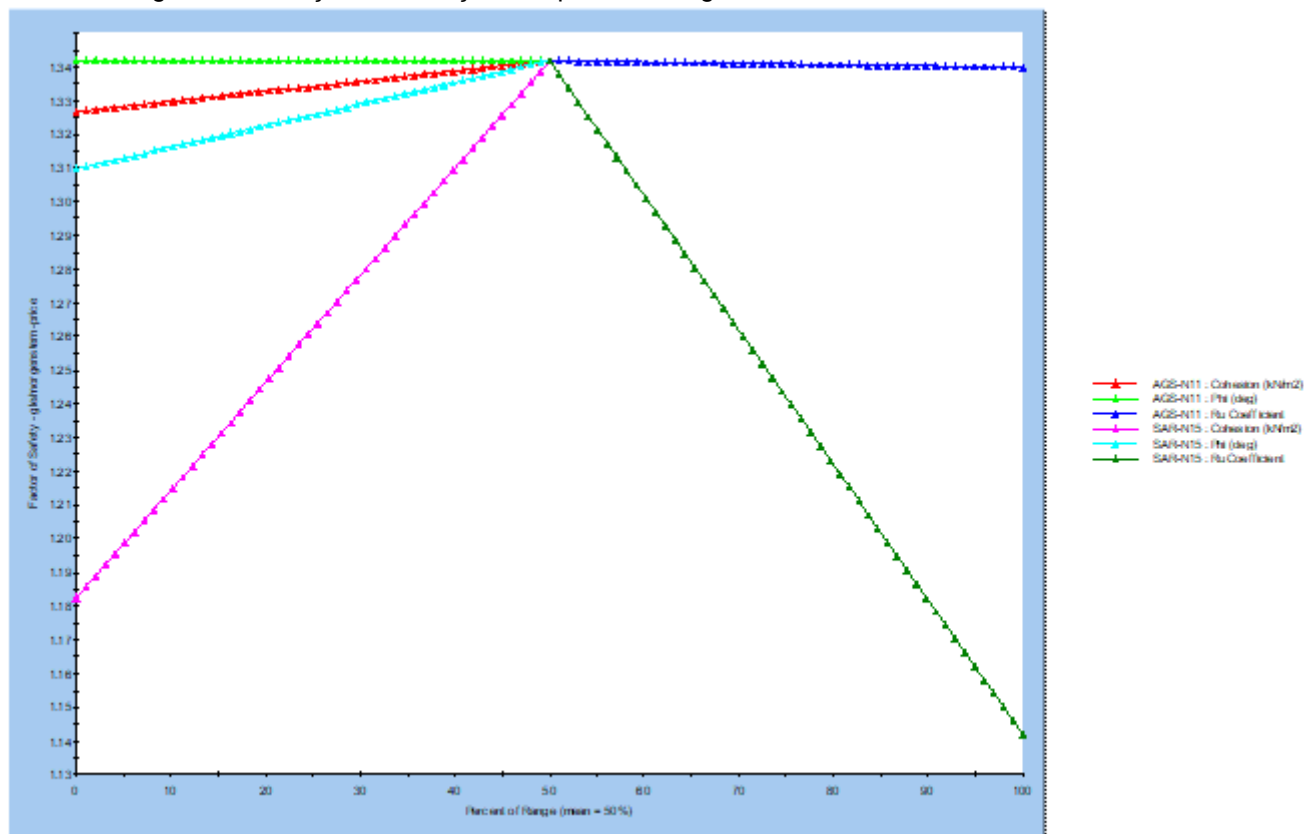
 Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
		22185.PJF.RT.INF.001			19 / 60	0

Figura 13: Relação da variação dos parâmetros geotécnicos com os resultados de FS





## 10.0 CONCLUSÃO

De acordo com as análises realizadas, constatou-se que o talude não possui Fator de Segurança suficiente para cobrir os cenários de aumento de umidade, ocasionados por chuvas intensas.

A massa de solo situada no corpo do talude remanescente a ruptura ocorrida, como apresentado na Figura 11, é a que apresenta maior susceptibilidade a um novo movimento por ruptura, caso não haja alguma intervenção para estabilização. Esta situação deixa em risco a população subjacente ao talude.

Portanto, concluiu-se que o talude necessita da execução de um sistema de contenção, capaz de aumentar sua resistência ao patamar de referência, admitido como obra de engenharia segura.

Desta forma, além da contenção necessária para reconstruir a crista do talude e assim a rua Rosa Sffeir, também é necessário um sistema de contenção para estabilização do corpo do talude, para que novas possibilidades de rupturas não venham a ocorrer.

 Engenharia e Projetos contato@ajalmcoengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
			T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
					22185.PJF.RT.INF.001	20 / 60	0



## 11.0 ESTABILIZAÇÃO DO TALUDE

Os sistemas de estabilização adequados a situação do talude analisado, são aqueles que proporcionam incremento de resistência ao corpo do talude. Neste caso, as alternativas mais adequadas para estabilização do talude são:

- Solo grampeado;
- Solo atirantado.

Via de regra a alternativa de solo grampeado apresenta menor custo em relação ao solo atirantado, mesmo possuindo maior número de perfurações no terreno. Entretanto, o que de fato determina qual solução é mais adequada do ponto de vista técnico-econômico, é a resistência em profundidade do maciço no qual será realizado os incrementos dos elementos estruturais, ou seja, varia de situação para situação. Na ocasião em que o solo atirantado torna-se mais vantajoso, significa dizer, que o solo grampeado não é a solução adequada a situação.

Desta forma, pelos motivos descritos acima, optou-se pelo solo grampeado. No dimensionamento do solo grampeado, foi considerado os seguintes parâmetros.

Sobrecarga sobre o talude: 20 kN/m<sup>2</sup>

Material da barra: CA-50

Diâmetro da barra: 16 mm

Abertura do furo: 76,5 mm

Comprimentos dos grampos:

- Fileira 1 a 5 (superior): 12,0 m

- Fileira 6 a 20: 10,0 m

Carga admissível nos grampos:  $500000/1,15 \times 3,14 \times (0,016)^2/4 = 87 \text{ kN}$

Espaçamento vertical e horizontal entre os grampos: 2,0 m

Força de adesão do grampo com o solo: 27 kN/m;

Coefficiente de minoração na adesão solo-grampo: 2,0.

A Tabela 6 apresenta a determinação da força de adesão solo-grampo baseado nos resultados das sondagens SPT.

Tabela 6 – Determinação da força de adesão

N	N med	qs (kPa)	t (kN/m)	t (kN/m) med	t adm(kN/m)
3	4	133	31	33	17
4		150	35		
6	7	175	41	43	22
8		192	45		
11	11	211	50	50	25
15	15	229	54	54	27
30	36	271	64	66	33
35		280	66		
38		285	67		
41		290	68		

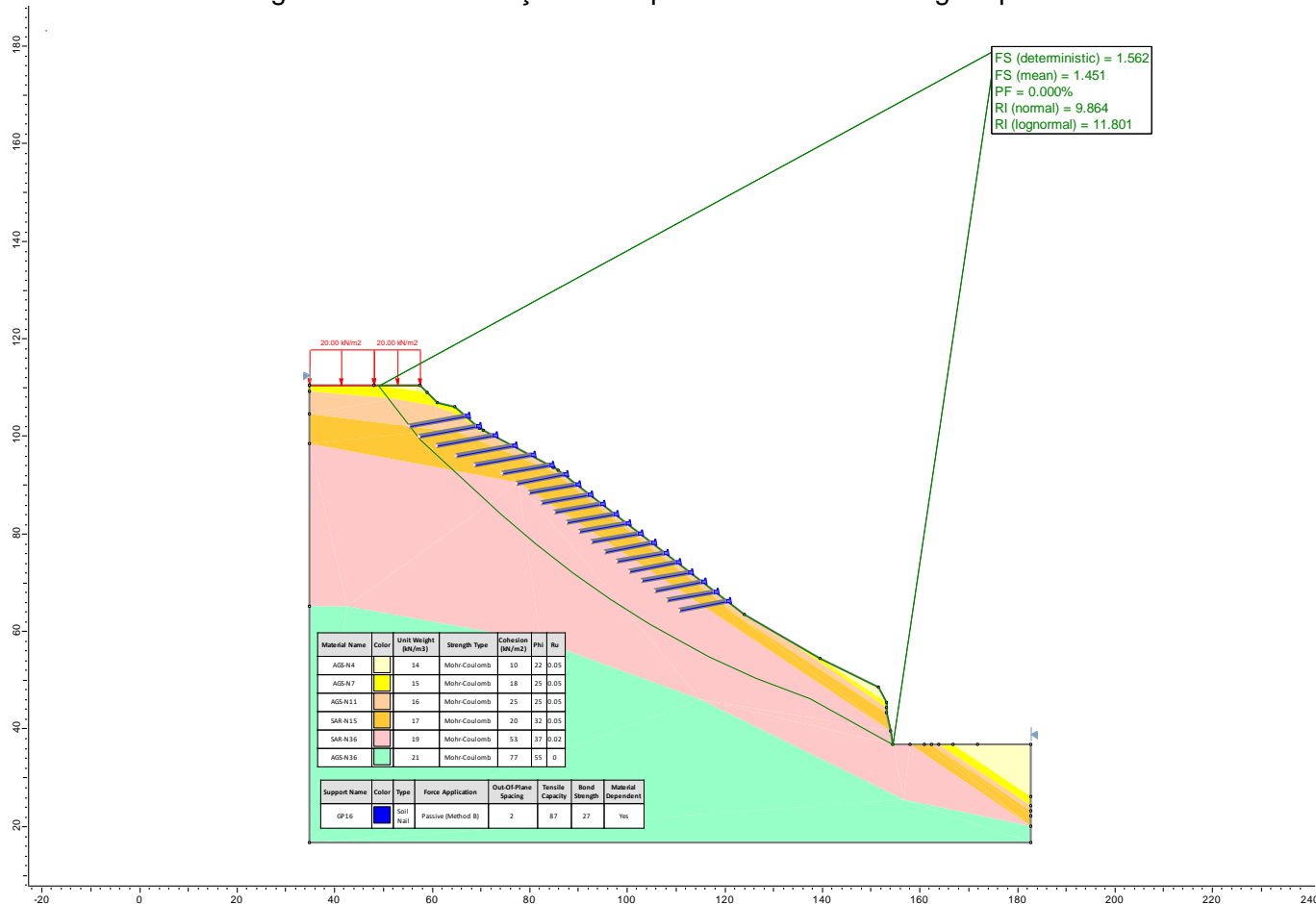
 Engenharia e Projetos contato@ajmcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
			T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
					22185.PJF.RT.INF.001	21 / 60	0

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA  
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C>

A Figura 14 apresenta a análise da estabilidade, com a inclusão do reforço com solo grampeado. O resultado obtido foi Fator de Segurança FS=1,562 (Referência FS>1,5).

Realizando a variação nas propriedades dos materiais simulando o efeito de aumento de umidade no solo, o Fator e Segurança reduziu a FS=1,451 com probabilidade de ruptura de 0,000% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) com confiabilidade β=19,864 (Referência β>3,0).

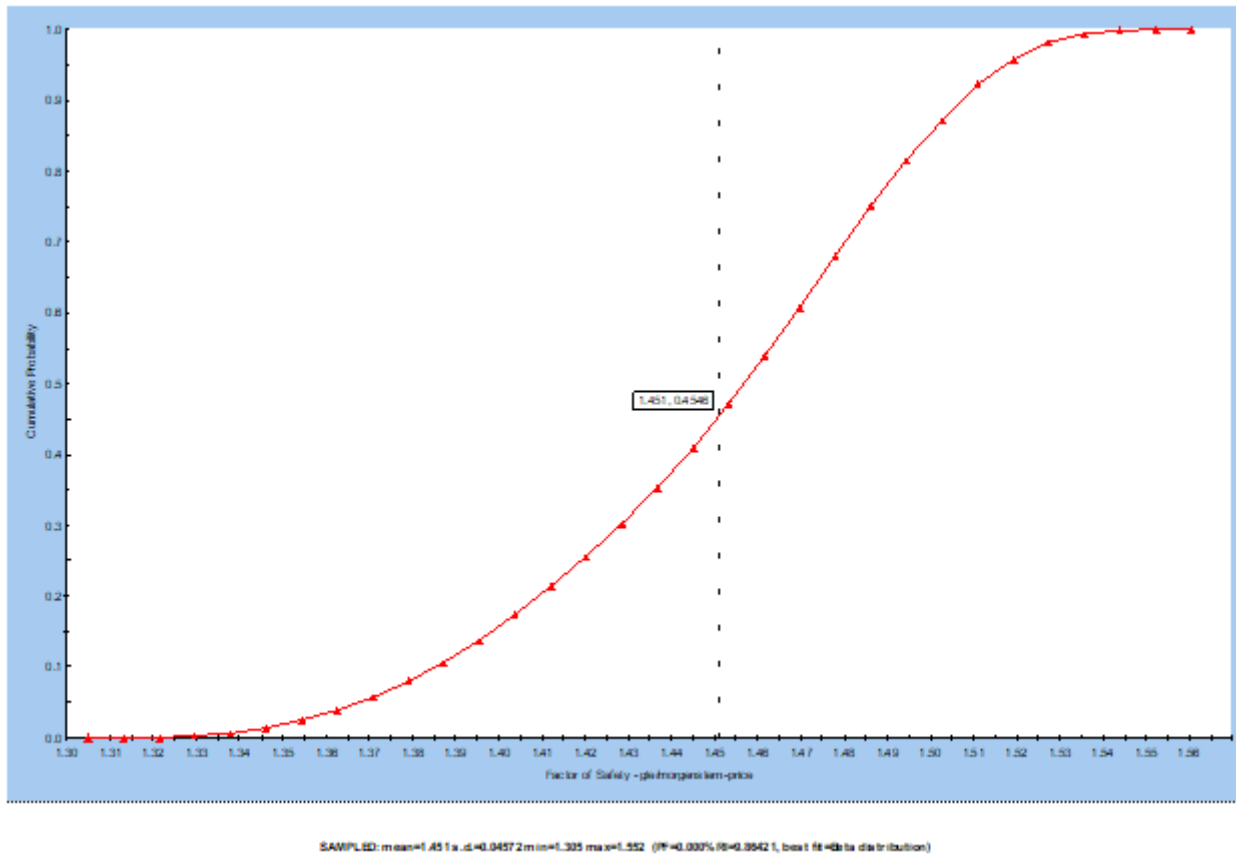
Figura 14 – Estabilização do corpo do talude com solo grampeado



A Figura 15 apresenta a probabilidade de ocorrência de ruptura. Pelos resultados obtidos o resultado de Fator de Segurança encontrado, é suficiente para cobrir os cenários de aumento de umidade no corpo do talude.



Figura 15: Probabilidade de ocorrência de ruptura



A Figura 16 apresenta a relação entre a variação nas propriedades dos materiais e resultados de Fator de Segurança para o talude estabilizado com Solo Grampeado.



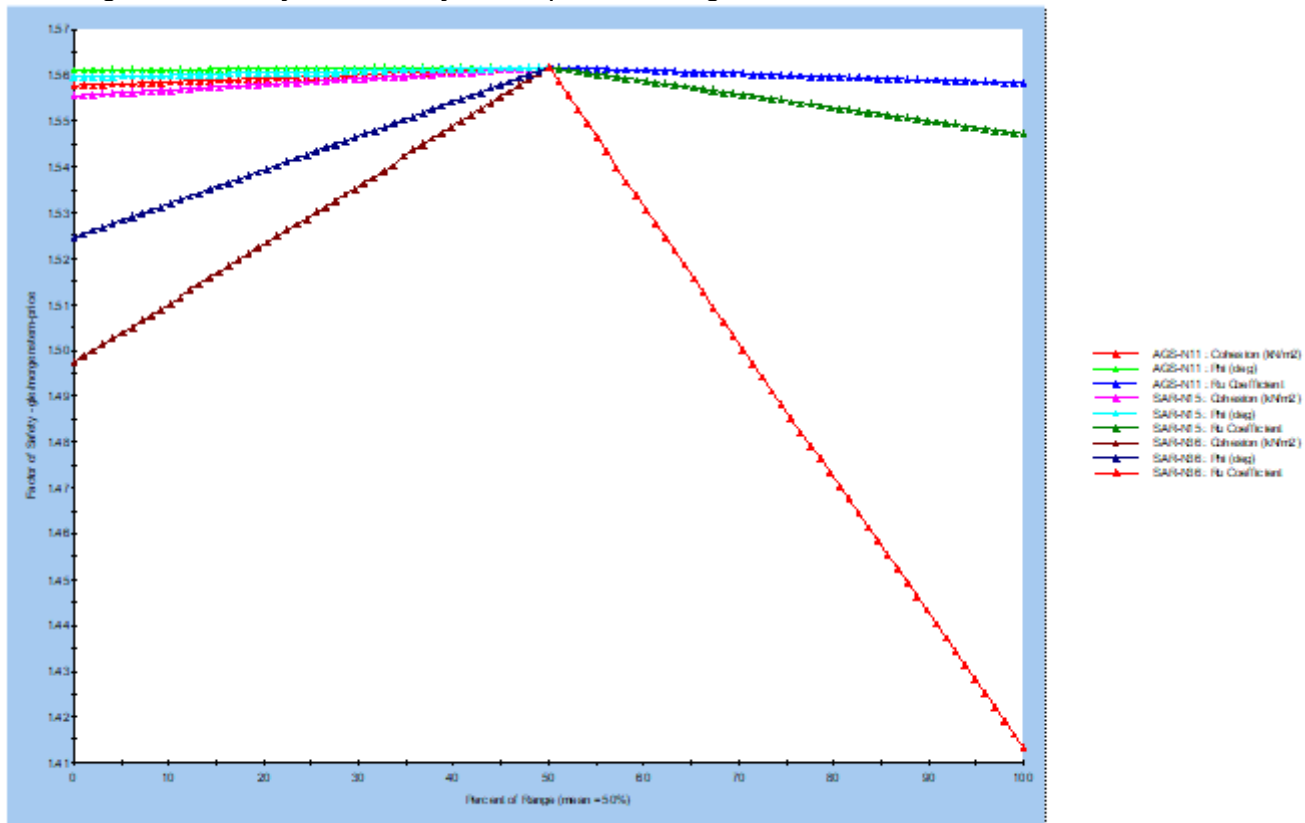
 Engenharia e Projetos contato@aja1mcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura		<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
			T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
					22185.PJF.RT.INF.001	23 / 60	0

Figura 16: Relação da variação dos parâmetros geotécnicos com os resultados de FS





## 12.0 CONTENÇÃO NA RUA ROSA SFFEIR

A solução em solo grampeado, foi concebida para aumentar o Fator de Segurança no corpo do talude, para que novas rupturas não ocorram e comprometam a estrutura de contenção projetada para recomposição da rua Rosa Sffeir, situada na crista do talude estabilizado com solo grampeado.

Os sistemas de contenção adequados à situação da rua Rosa Sffeir, são aqueles que, se apoiados no maciço em profundidade, garantem estabilidade para a contenção. Neste caso, as alternativas mais adequadas para a estrutura de contensão em questão, são:

- Muro atirantado;
- Muro em balanço com fundação em estacas.

Optou-se pelo muro atirantado por se tratar de uma estrutura mais segura, pois não utiliza o maciço subjacente para sua estabilidade, mas sim o interior do maciço adjacente ao eixo do muro.

 Engenharia e Projetos contate@a1mcengenharia.com.br	 <b>Juiz de Fora</b> Prefeitura	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22185.PJF.RT.INF.001	24 / 60	0

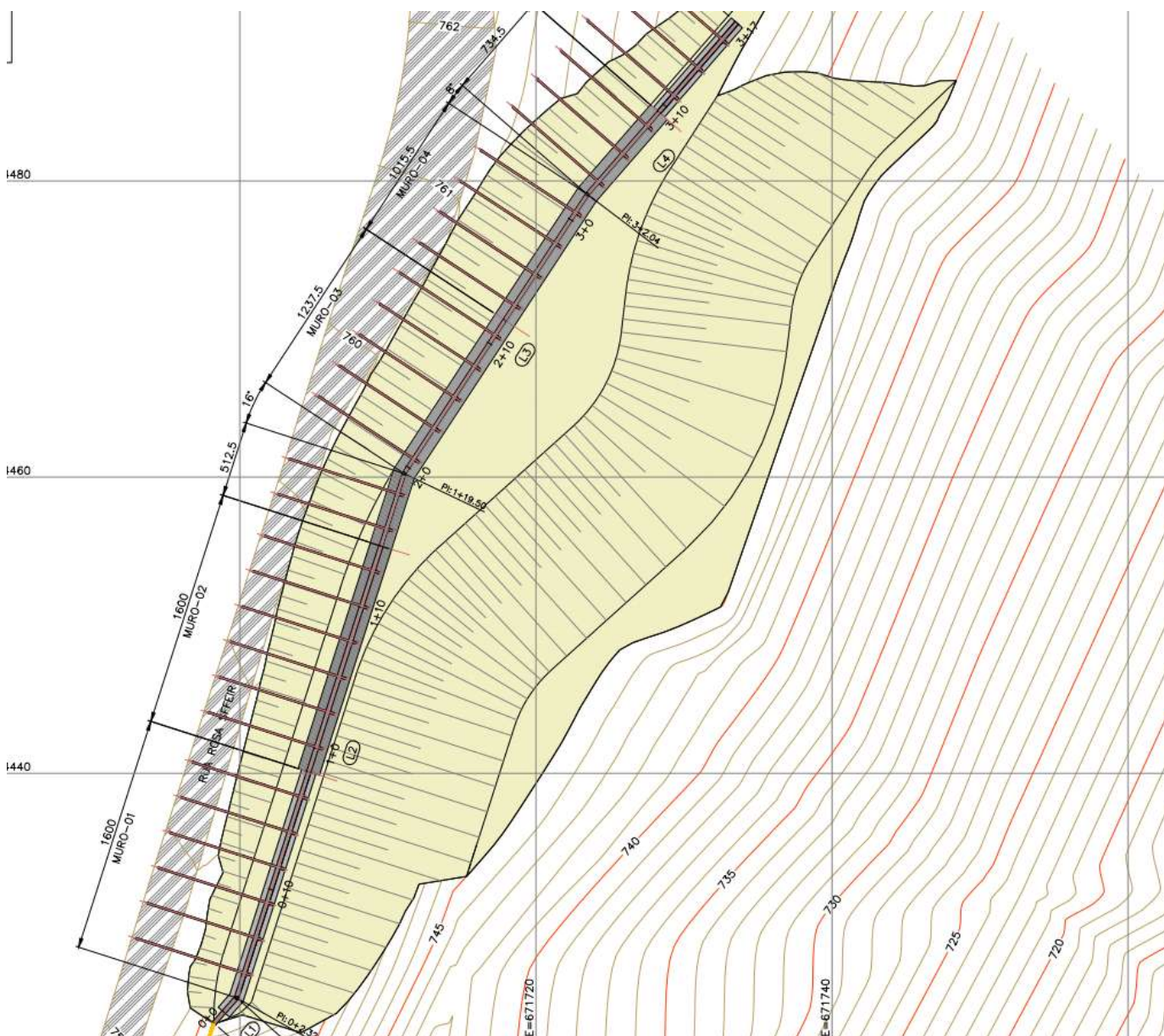


## 12.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CONTENÇÃO

Como solução para o sistema de contenção, foi adotado muro atirantado com 65,0 m de extensão.

A solução projetada consiste em um muro atirantado com fundação direta, altura variável de 2,4 m a 5,0 m. Na região entre 2,4 e 3,7 m o muro possui uma linha de tirante, enquanto na região entre 3,4 e 5,0 m o muro possui duas linhas de tirantes. Em ambas as situações os tirantes estão espaçados a 2,5 m.

Figura 17: Planta do muro de contenção





7738

2(AJUNTA)

1830 MURO-01

1600 MURO-02

2(AJUNTA)

1750 MURO-03

2(AJUNTA)

1750 MURO-04

2(AJUNTA)

800 MURO-05

UNTA DE POLIETILENO

762

760

758

756

754

752

750

0+0

0+10

1+0

1+10

2+0

2+10

3+0

3+10

3+17

ELEVACION	
EXISTENTE (m)	PROYECTADA (m)
754.22	754.00
754.34	754.00
754.88	754.00
754.00	754.00
754.53	754.00
754.88	754.00
754.49	754.00

PERFIL LONGITUDINAL - MURO-01 ● MURO-05

ESC. 1:200

O dimensionamento geométrico baseado na teoria do empuxo foi realizado pelo método de Rodio.

- Empuxo devido ao peso do solo  
Para determinação da força de empuxo atuante sobre o paramento do muro, foram adotados os seguintes parâmetros geotécnicos.  
Ângulo de atrito:  $25^\circ$   
Peso específico:  $1,8 \text{ tf/m}^3$   
Coesão: 0  
Coeficiente de empuxo ativo:  $k_a = \tan^2(45-25/2) = 0,41$   
 $E_s = 0,65 \times 1,8 \times 3,7^2 \times 0,41 = 6,57 \text{ tf/m/m}$
- Empuxo devido à sobrecarga atuante sobre contenção  
Sobrecarga:  $2,0 \text{ tf/m}^2$   
 $E_{sc} = 2,0 \times 0,41 = 0,82 \text{ tf/m/m}$
- Empuxo atuante na linha vertical de tirantes:  $6,57 + 0,82 = 7,39 \text{ tf/m/m}$
- Carga de trabalho dos tirantes  
Espaçamento dos tirantes:  $(2,5 \times 2,5) \text{ m}$   
Ângulo de inclinação dos tirantes:  $20^\circ$   
Ângulo de inclinação do empuxo:  $0^\circ$   
Número de tirantes por vertical: 1  
 $F_{adm} = (7,39 / \cos 20) \times (\cos 0 \times 2,5) / 1 = 19,66 \text{ tf}$

## Muro com 5,0 m altura

- Empuxo devido ao peso do solo  
Para determinação da força de empuxo atuante sobre o paramento do muro, foram adotados os seguintes parâmetros geotécnicos.  
Ângulo de atrito:  $25^\circ$   
Peso específico:  $1,8 \text{ tf/m}^3$   
Coesão: 0  
Coeficiente de empuxo ativo:  $k_a = \tan^2(45-25/2) = 0,41$   
 $E_s = 0,65 \times 1,8 \times 5,0^2 \times 0,41 = 11,99 \text{ tf/m/m}$
- Empuxo devido à sobrecarga atuante sobre contenção  
Sobrecarga:  $2,0 \text{ tf/m}^2$   
 $E_{sc} = 2,0 \times 0,41 = 0,82 \text{ tf/m/m}$
- Empuxo atuante na linha vertical de tirantes:  $11,99 + 0,82 = 12,81 \text{ tf/m/m}$
- Carga de trabalho dos tirantes  
Espaçamento dos tirantes:  $(2,5 \times 2,5) \text{ m}$   
Ângulo de inclinação dos tirantes:  $20^\circ$   
Ângulo de inclinação do empuxo:  $0^\circ$   
Número de tirantes por vertical: 2  
 $F_{adm} = (112,81 / \cos 20) \times (\cos 0 \times 2,5) / 2 = 17,04 \text{ tf}$

Para todo o muro foi adotado tirante monobarra ROCSOLO 1/ 1/8" carga trabalho  $20,6 \text{ tf} = 206 \text{ kN}$ .

Figura 19: Tabela de tirantes

Carga de trabalho ( kN )	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
169	Barra	SAS 670/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	336	68
200	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	462	72	385	60
200	Barra	TOR 20B	1 ø 31mm	642,0	5,00	449	70	384	60
206	Barra	SAS 650/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	408	66
206	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	448	84	400	75

## 12.3 ANÁLISE DE ESTABILIDADE GLOBAL DA CONTENÇÃO

O dimensionamento do comprimento da ancoragem foi realizado em conjunto com a análise de estabilidade global da contenção, considerando os seguintes critérios geométricos.

- Espaçamento mínimo entre ancoragem de 1,0 m e/ou 6 vezes o diâmetro da perfuração;
- Distância mínima de 3,0 m em relação a superfície de perfuração;
- Distância mínima de 0,15 vezes (75 cm) a altura da contenção em relação a superfície de ruptura com menor fator de segurança;
- Recobrimento de terra de pelo menos 5,0 m em relação ao centro da ancoragem;

Foram adotados os seguintes parâmetros no dimensionamento do muro atirantado:

Sobrecarga sobre o talude: 20 kPa;

Material dos tirantes: ROCSOLO 1 1/8";

Diâmetro dos tirantes: monobarra de 1 1/8";

Abertura do furo para instalação dos tirantes: 100 mm;

Comprimento dos tirantes / ancoragem / trecho livre:

Linha superior: 15,0 m / 7,5 m / 7,5 m;

Linha inferior: 12,0 m / 6,0 m / 6,0 m.

Inclinação dos tirantes em relação à horizontal: 20 graus;

Espaçamento vertical e horizontal entre tirantes: (2,5 x 2,5) m;

Resistência ao escoamento dos tirantes: 400,0 kN;

Tração admissível nos tirantes: 206 kN;

Coefficiente de minoração na adesão solo-tirante: 2,0;

Força de adesão solo-tirante: 33 kN/m.

Tabela 7 - Força de adesão solo-tirante

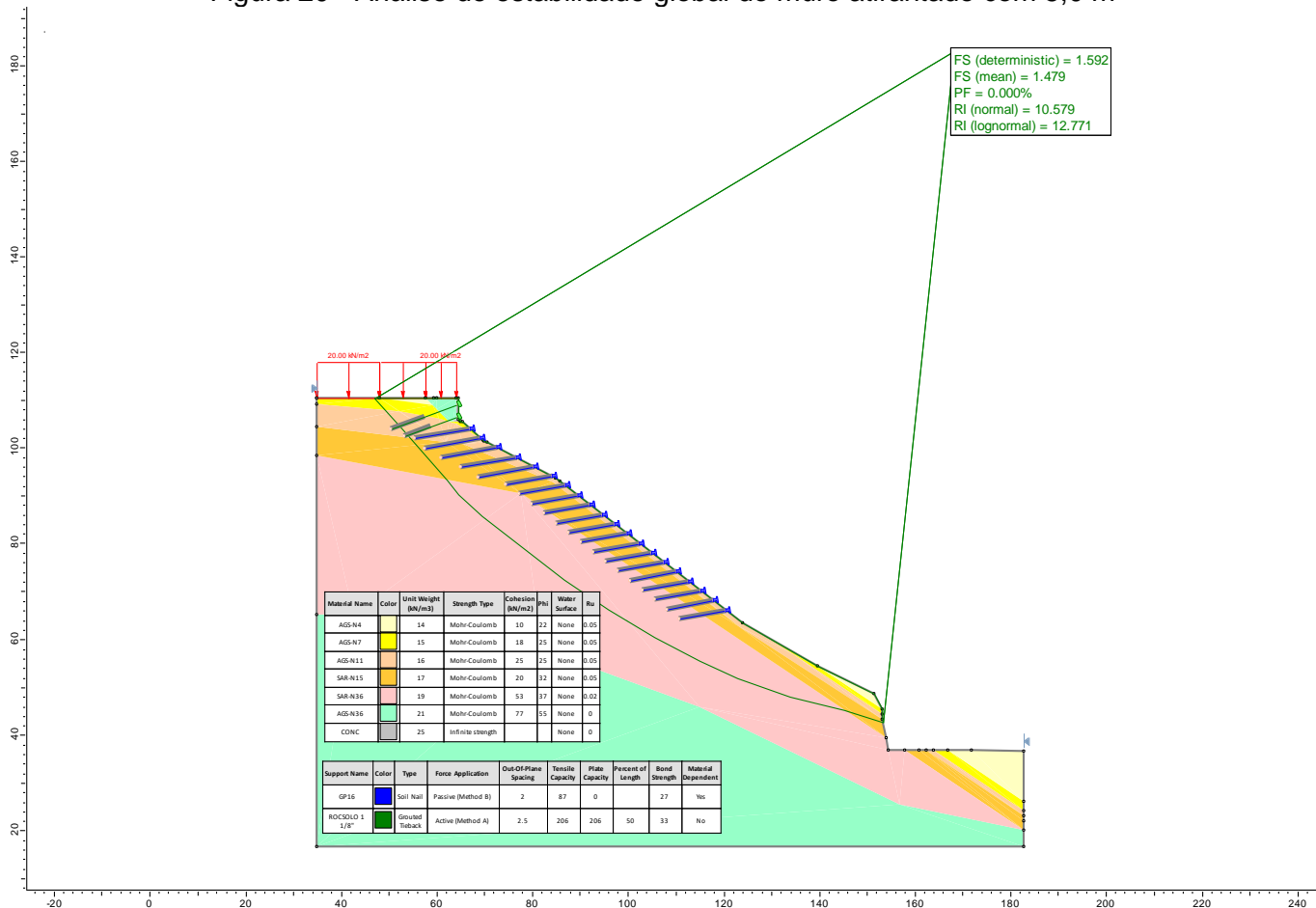
N	qs (kPa)	t (kN/m)	t adm(kN/m)
11	211	66	33

Adiante na Figura 20 é apresentado a análise de estabilidade para o muro atirantado com o trecho de 5 m de altura e duas linhas de tirantes. Como resultado foi obtido fator de segurança FS=1,592 (referência FS $\geq$ 1,5).

Realizando a variação nas propriedades dos materiais, para simular o efeito de aumento de umidade no maciço, o resultado de Fator de Segurança reduziu a FS=1,479 com probabilidade de ruptura de 0,000% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) e confiabilidade quanto a estabilidade do sistema de contenção de todo o talude de  $\beta$ =10,579 (Referência  $\beta$ >3,0). A Figura 20 apresenta estes resultados.

 Engenharia e Projetos contato@ajmcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22185.PJF.RT.INF.001	28 / 60	0

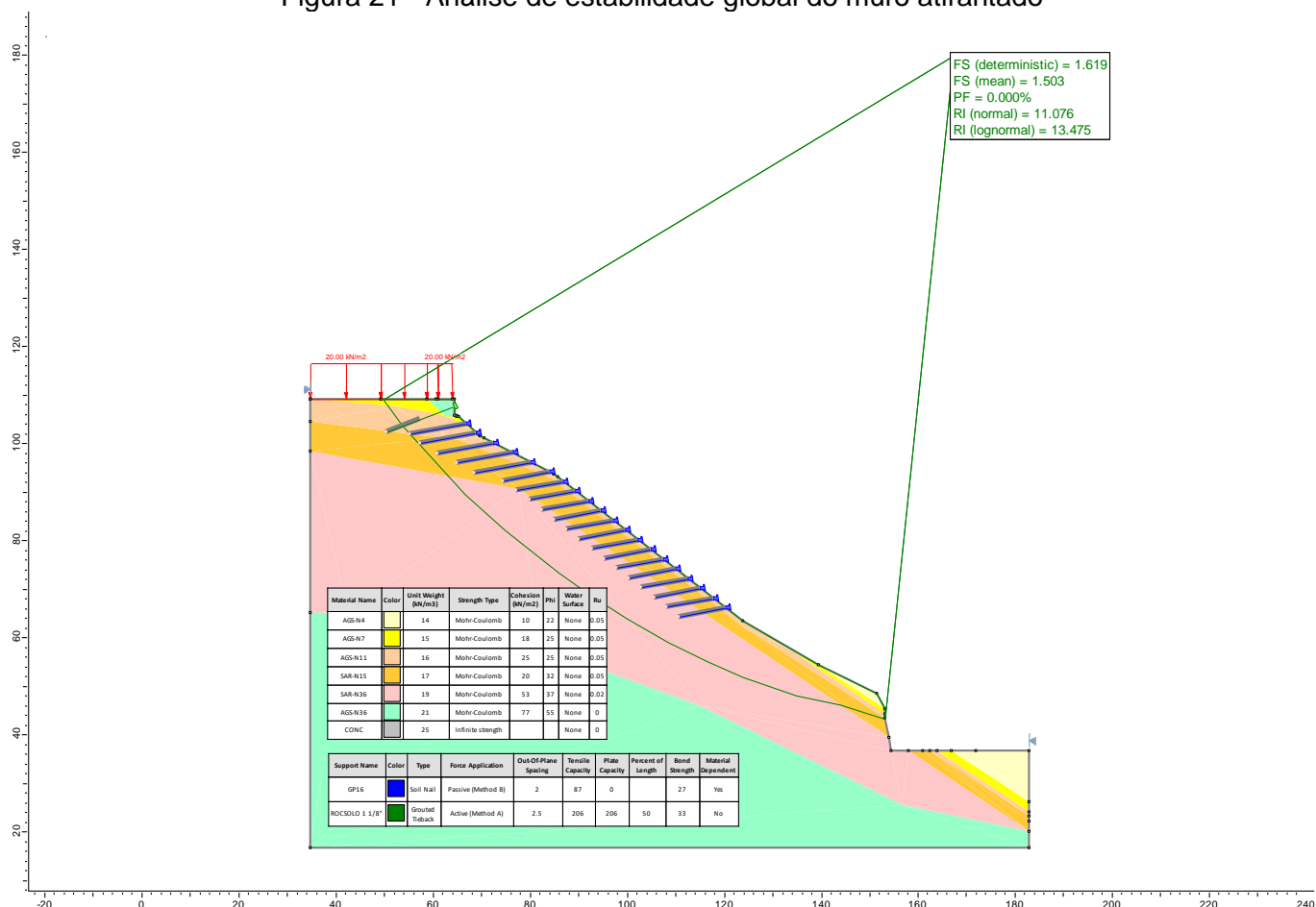
Figura 20 - Análise de estabilidade global do muro atirantado com 5,0 m



A Figura 21 apresenta a análise de estabilidade global para o muro atirantado com o até 3,7 m e uma linha de tirante. Como resultado foi obtido fator de segurança FS=1,619 (referência FS<sub>≥</sub>1,5).

Realizando a variação nas propriedades dos materiais, para simular o efeito de aumento de umidade no maciço, o resultado de Fator de Segurança reduziu a FS=1,503 com probabilidade de ruptura de 0,000% (Referência probabilidade < 10<sup>-3</sup>%) e confiabilidade β=11,076 (Referência β>3,0).

Figura 21 - Análise de estabilidade global do muro atirantado



## 12.4 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA CONTENÇÃO ATÉ 3,4 METROS

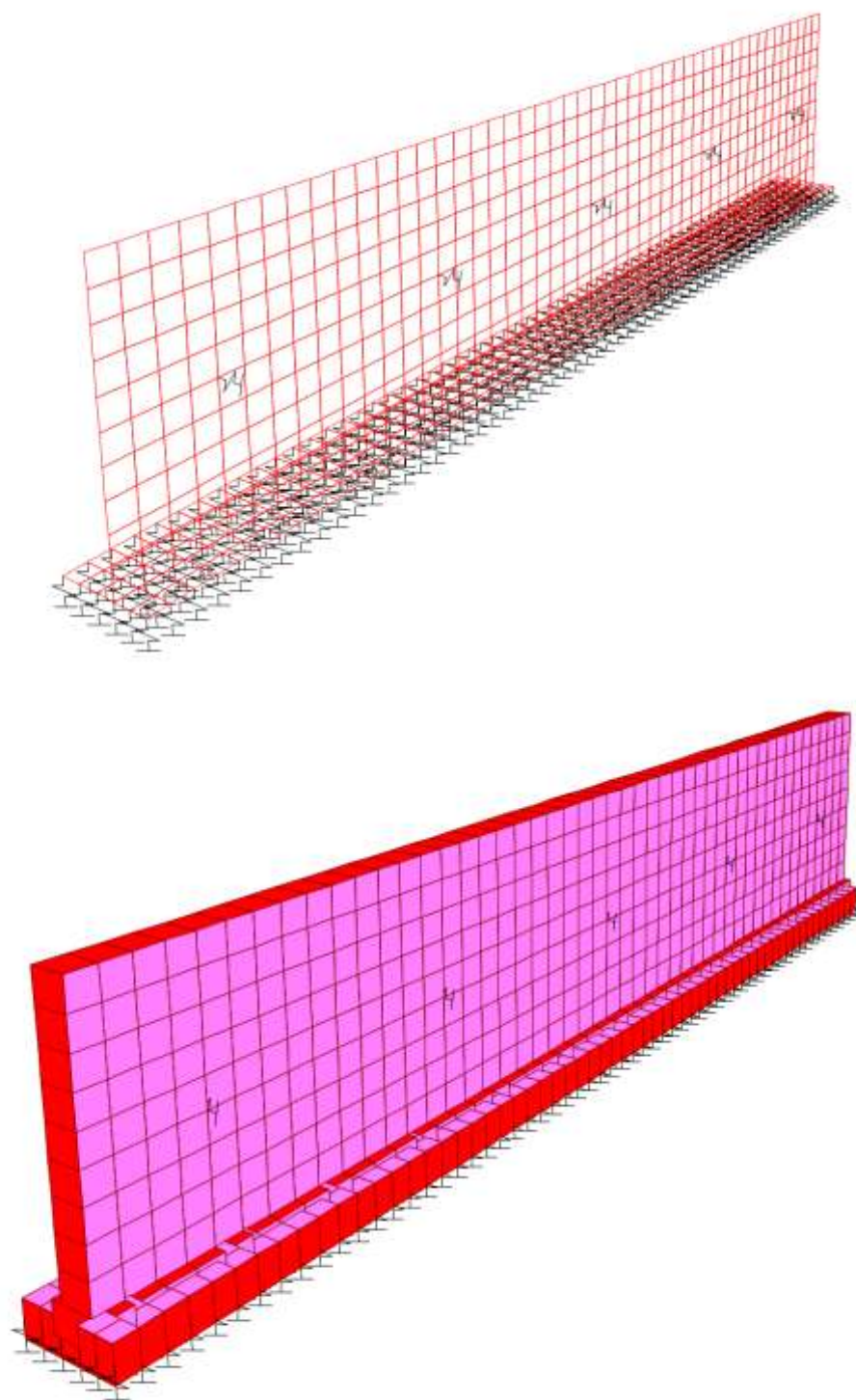
### 12.4.1 MODELO ESTRUTURAL

Altura de até 3,4 m e uma linha de tirantes

Para o dimensionamento estrutural da contenção, foi elaborado o modelo estrutural em elementos finitos com elementos de casca. Os tirantes são representados por elementos de mola espaçados a cada 3,4 m. A Figura 22 apresenta o modelo elaborado.



Figura 22 – Modelo estrutural muro atirantado



12.4.2 CARREGAMENTO

- Carga 1: Peso próprio da estrutura  
Carga lançada pelo próprio software mediante definição das propriedades dos materiais e geométricas dos elementos.  
Adotado:  
Concreto com peso específico  $\gamma_c = 2,5 \text{ tf/m}^2$   
Parede com espessura de 30 cm;
- Carga 2: Reação do tirante  
A carga atuante no muro é proveniente da incorporação de carga de cada tirante, assim foi adotado:  
Carga de trabalho do tirante: 20,0 tf  
Componente horizontal na parede:  $20\cos 20 = 18,79 \text{ tf}$   
Área de influência do tirante:  $2,5 \times 3,4 = 8,25 \text{ m}^2$   
Tensão uniforme distribuída na parede:  $18,79/8,25 = 2,27 \text{ tf/m}^2$   
Componente vertical do tirante atuante na parede:  $20\text{sen}20 = 6,84 \text{ tf}$

Figura 23 – Carregamento horizontal no muro

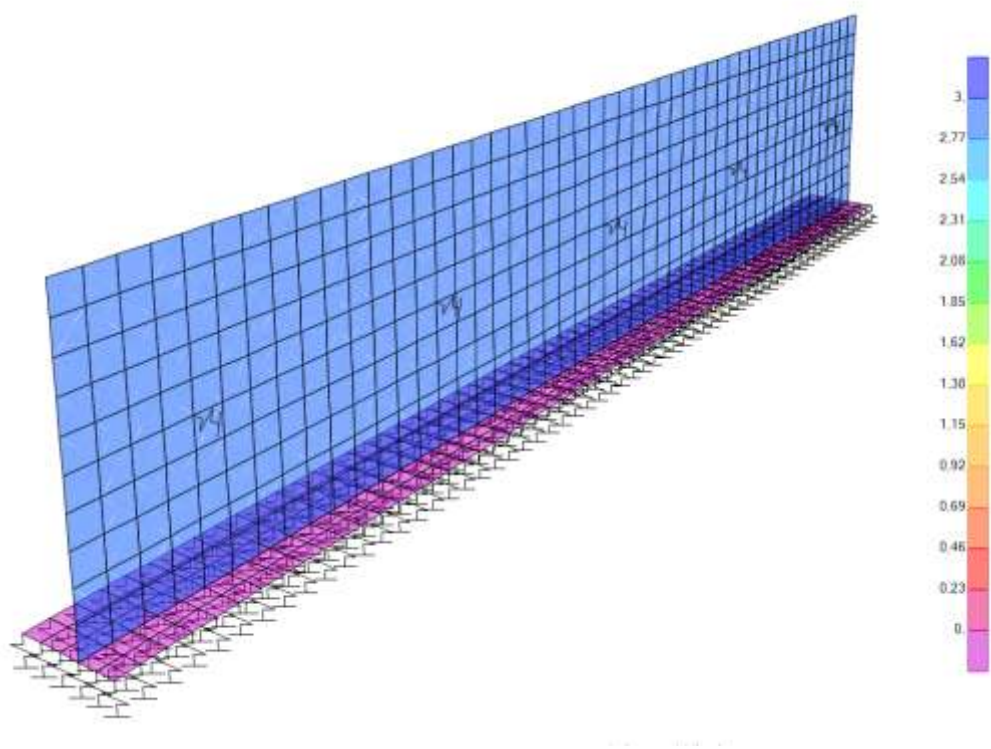
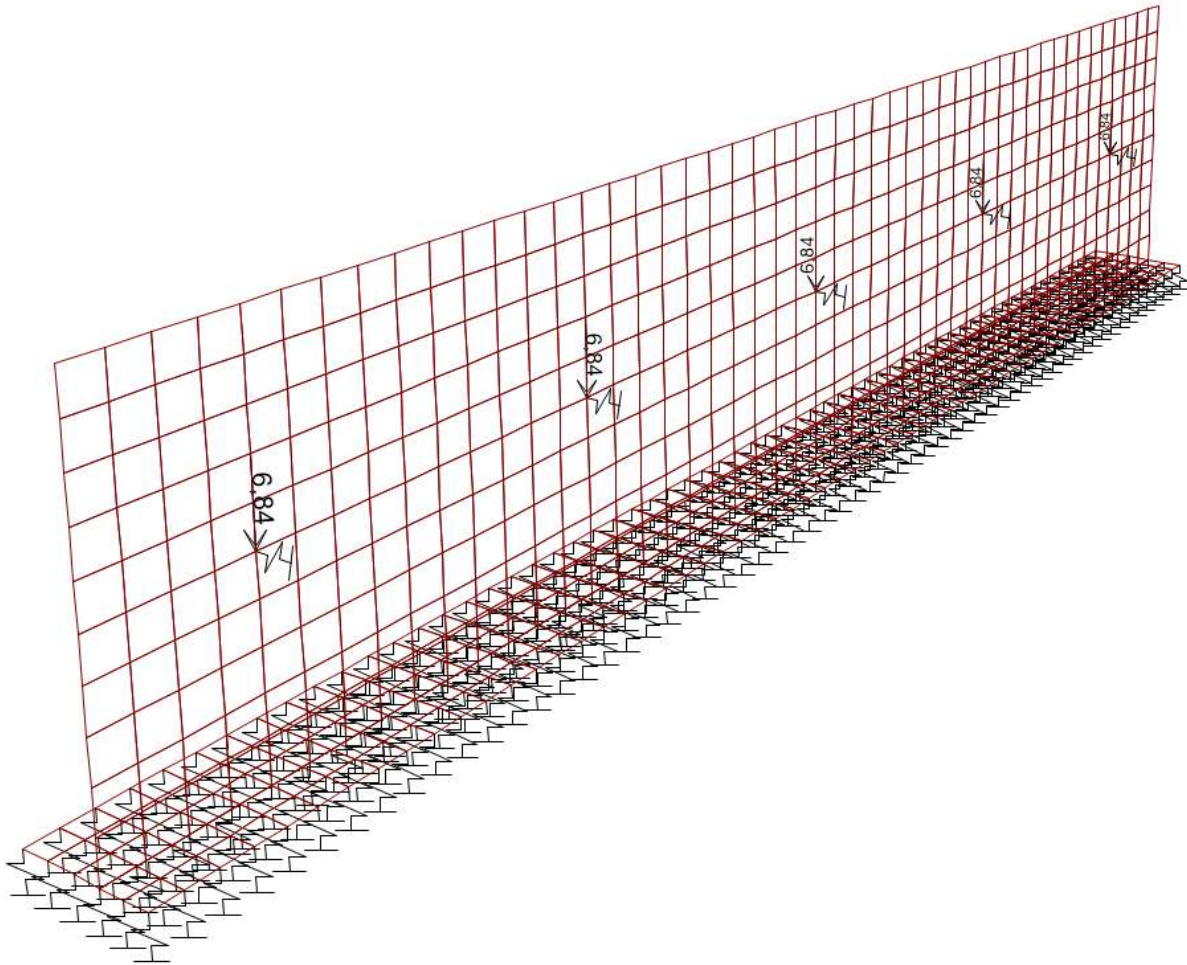


Figura 24 – Carregamento vertical no muro



### 12.4.3 COMBINAÇÕES DE CARGA

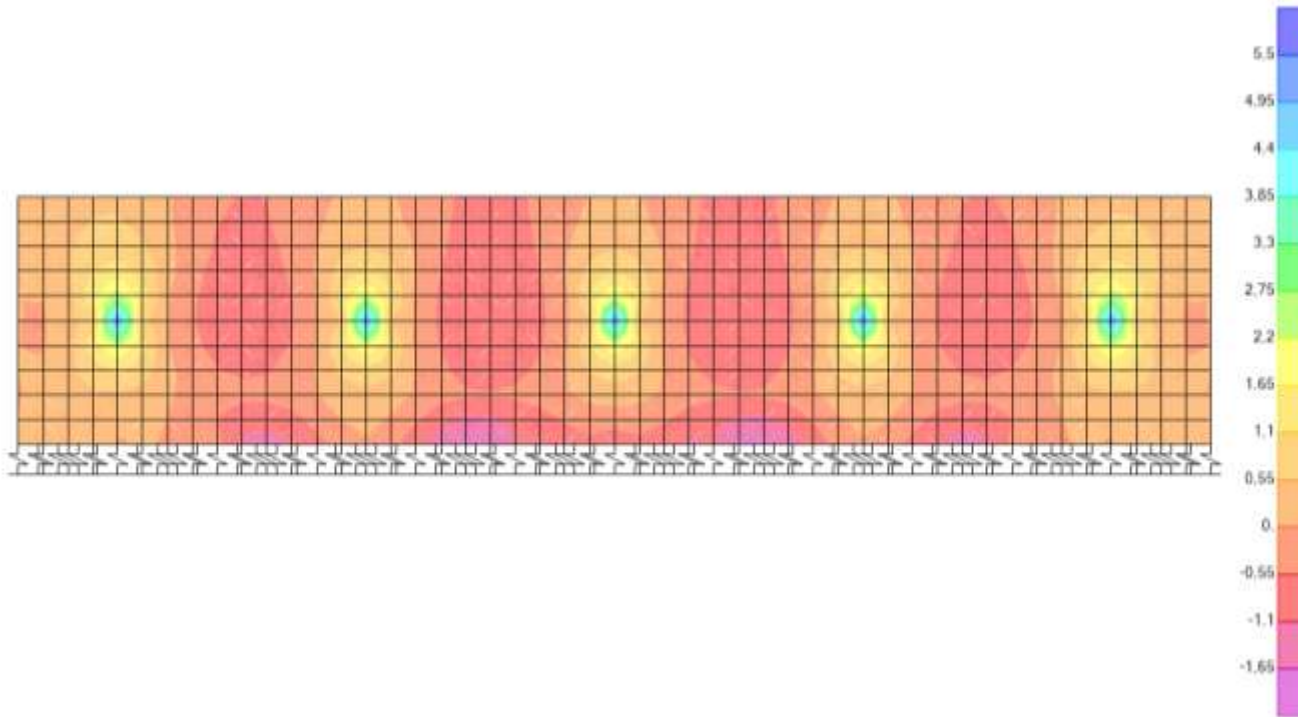
- Combinação 1: Carga 1+ Carga 2



12.4.4 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DA PAREDE DO MURO

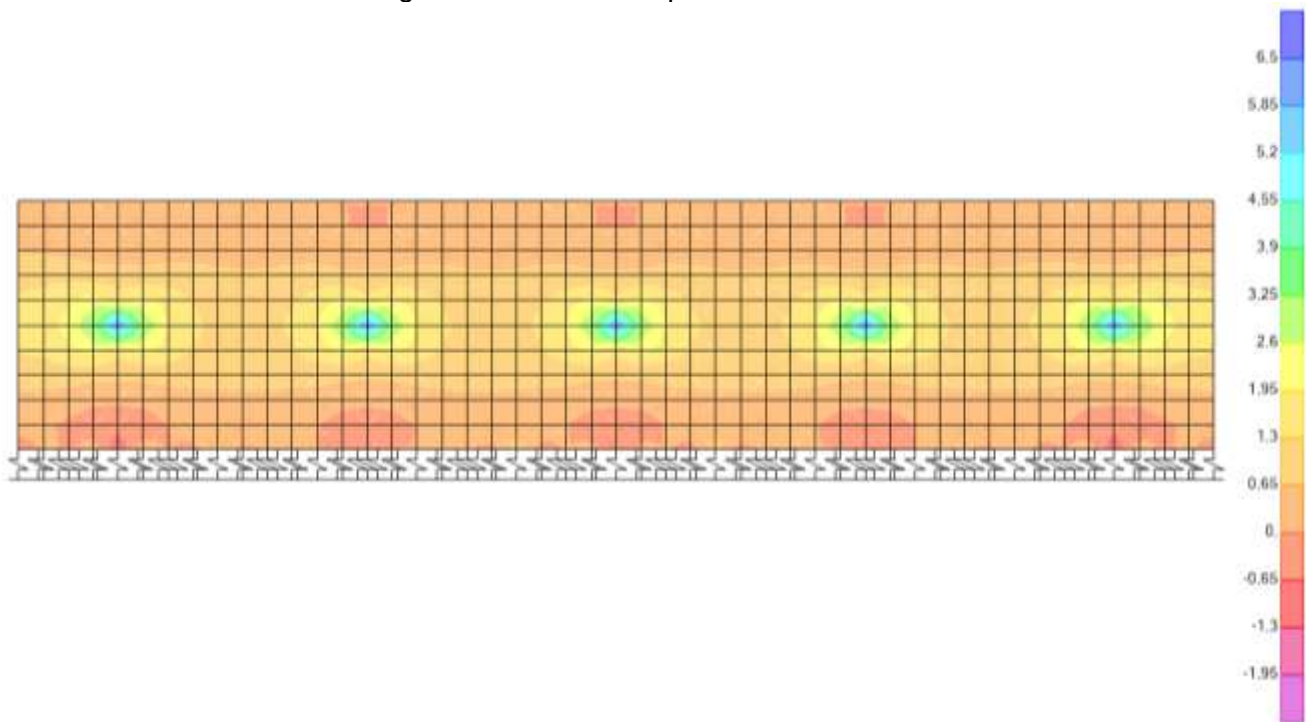
- Flexão em torno do eixo X

Figura 25 – Flexão no paramento do muro



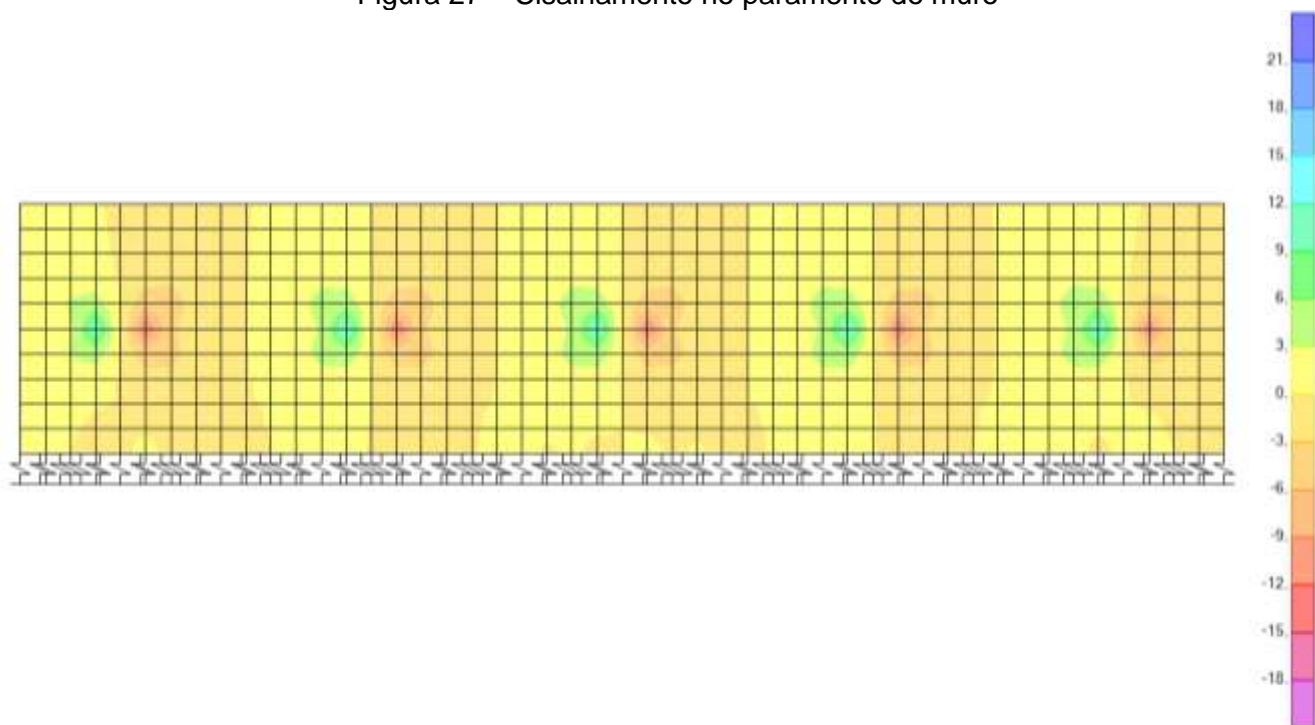
- Flexão em torno do eixo Y

Figura 26 – Flexão no paramento do muro



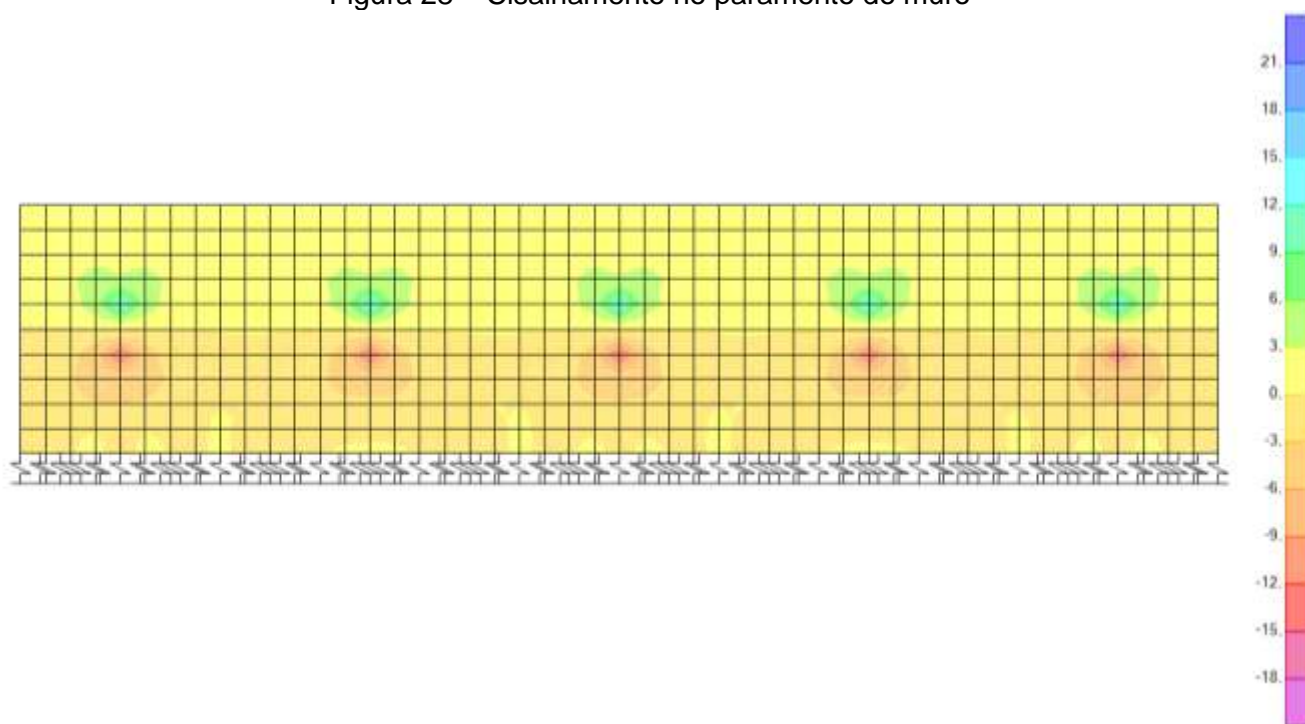
- Cortante no plano Y-X

Figura 27 – Cisalhamento no paramento do muro



- Cortante no plano Y-Z

Figura 28 – Cisalhamento no paramento do muro





- Dimensionamento estrutural

Figura 29 – Dimensionamento estrutural

DIMENSIONAMENTO DE LAJES PLANAS			
<b>DADOS DE ENTRADA</b>			
<b>Dados da seção transversal:</b>			
h = 30 cm	d' = 5 cm		
<b>Dados dos materiais:</b>			
fck = 300 kgf/cm <sup>2</sup>	fcd = 214 kgf/cm <sup>2</sup>	fctm = 28,96 kgf/cm <sup>2</sup>	
fyk = 5000 kgf/cm <sup>2</sup>	fyd = 4348 kgf/cm <sup>2</sup>	fctk,inf = 20,28 kgf/cm <sup>2</sup>	
Es = 2100000 kgf/cm <sup>2</sup>	Ecs = 260716 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>Esforços solicitantes:</b>			
Majoração dos esforços = 1,4			
Mx <sub>máx</sub> = 6100 kgf.m	Mx <sub>d</sub> = 8540 kgf.m		
My <sub>máx</sub> = 6200 kgf.m	My <sub>d</sub> = 8680 kgf.m		
Xx <sub>máx</sub> = 1000 kgf.m	Xx <sub>d</sub> = 1400 kgf.m		
Xy <sub>máx</sub> = 500 kgf.m	Xy <sub>d</sub> = 700 kgf.m		
Vx = 12100 kgf	Vxd = 16940 kgf		
Vy = 12300 Kgf	Vyd = 17220 kgf		
<b>DIMENSIONAMENTO</b>			
<b>Dimensionamento à Flexão:</b>		Asmin = 5,19 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 24cm
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
klim = 0,32	k = 0,075	klim = 0,32	k = 0,076
ka = 0,075		ka = 0,076	
As <sub>1</sub> = 8,18		As <sub>1</sub> = 8,32	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 8,18 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 15cm	As = 8,32 cm <sup>2</sup>	ø16 c/ 24cm
<b>Xx:</b>		<b>Xy:</b>	
klim = 0,32	k = 0,012	klim = 0,32	k = 0,006
ka = 0,012		ka = 0,006	
As <sub>1</sub> = 1,30		As <sub>1</sub> = 0,65	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 1,30 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 95cm	As = 0,65 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 190cm
<b>Prescrições:</b>			
S <sub>max</sub> = 60 cm	Adotado: 15 cm		
Diam <sub>max</sub> = 37,5 mm			
Diam <sub>max</sub> = 32,0 mm	OK!		
W <sub>k</sub> = 0,3 mm			
<b>Verificação da Fissuração:</b>			
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
As = 8,18 cm <sup>2</sup>		As = 8,3 cm <sup>2</sup>	
Diametro = 12,5 mm		Diametro = 16,0 mm	
S = 15 cm		S = 24 cm	
a <sub>w</sub> = 0,0022		a <sub>w</sub> = 0,0028	
Bcr = 100,00 cm		Bcr = 96,00 cm	
Hcr = 14,38 cm		Hcr = 17,00 cm	
Acr = 1438 cm <sup>2</sup>		Acr = 1632 cm <sup>2</sup>	
ρ <sub>total</sub> = 0,0057		ρ <sub>total</sub> = 0,0051	
Coef. 1 = 0,839		Coef. 1 = 0,950	
Coef. 2 = 1,292		Coef. 2 = 1,548	
Coef. = 0,839		Coef. = 0,950	
As <sub>fiss</sub> = 8,18 cm <sup>2</sup>	Adotado ø12,5 c/ 15cm	As <sub>fiss</sub> = 8,32 cm <sup>2</sup>	Adotado ø16 c/ 15cm

<b>Xx:</b>			<b>Xy:</b>		
As =	5,19	cm <sup>2</sup>	As =	5,19	cm <sup>2</sup>
Diametro =	12,5	mm	Diametro =	12,5	mm
S =	24	cm	S =	24	cm
a <sub>w</sub> =	0,0022		a <sub>w</sub> =	0,0022	mm
Bcr =	75,00	cm	Bcr =	75,00	cm
Hcr =	14,38	cm	Hcr =	14,38	cm
Acr =	1078	cm <sup>2</sup>	Acr =	1078	cm <sup>2</sup>
ρ <sub>rcal</sub> =	0,0048		ρ <sub>rcal</sub> =	0,0048	
Coef. 1 =	0,839		Coef. 1 =	0,839	
Coef. 2 =	1,399		Coef. 2 =	1,399	
Coef. =	0,839		Coef. =	0,839	
AS <sub>fixa</sub> =	5,19	cm <sup>2</sup>	AS <sub>fixa</sub> =	5,19	cm <sup>2</sup>
Adotado ø12,5 c/ 15cm			Adotado ø13 c/ 15cm		
<b>Momento de fissuração:</b>					
Mr =	6517	kgf.m	Myd <sub>serv</sub> =	6200	kgf.m
Mxd <sub>serv</sub> =	6100	kgf.m	Estádio I		Estádio I
Xxd <sub>serv</sub> =	1000	kgf.m	Estádio I		Estádio I
<b>Cálculo da Abertura de Fissura (Estádio I):</b>					
<b>Mx:</b>			<b>My:</b>		
As <sub>e</sub> =	8,59	cm <sup>2</sup>	As <sub>e</sub> =	14,07	cm <sup>2</sup>
Bcr =	100,00	cm	Bcr =	100,00	cm
Hcr =	14,38	cm	Hcr =	17,00	cm
Acr =	1438	cm <sup>2</sup>	Acr =	1700	cm <sup>2</sup>
ρ <sub>rcal</sub> =	0,0057		ρ <sub>rcal</sub> =	0,0049	
ρ <sub>r</sub> =	0,0060		ρ <sub>r</sub> =	0,0083	
σ <sub>si</sub> =	2956	kgf/cm <sup>2</sup>	σ <sub>si</sub> =	1835	kgf/cm <sup>2</sup>
w <sub>k1</sub> =	0,19	mm	w <sub>k1</sub> =	0,09	mm
w <sub>k2</sub> =	0,45	mm	w <sub>k2</sub> =	0,26	mm
OK!			OK!		
<b>Xx:</b>			<b>Xy:</b>		
As <sub>e</sub> =	8,59	cm <sup>2</sup>	As <sub>e</sub> =	8,59	cm <sup>2</sup>
Bcr =	100,00	cm	Bcr =	100,00	cm
Hcr =	14,38	cm	Hcr =	14,38	cm
Acr =	1438	cm <sup>2</sup>	Acr =	1438	cm <sup>2</sup>
ρ <sub>rcal</sub> =	0,0036		ρ <sub>rcal</sub> =	0,0036	
ρ <sub>r</sub> =	0,0060		ρ <sub>r</sub> =	0,0060	
σ <sub>si</sub> =	1876	kgf/cm <sup>2</sup>	σ <sub>si</sub> =	1876	kgf/cm <sup>2</sup>
w <sub>k1</sub> =	0,08	mm	w <sub>k1</sub> =	0,08	mm
w <sub>k2</sub> =	0,28	mm	w <sub>k2</sub> =	0,28	mm
OK!			OK!		
<b>Necessidade de armadura pra força cortante:</b>					
fctd =	14,48	kgf/cm <sup>2</sup>	fctd =	14,48	kgf/cm <sup>2</sup>
τrd =	3,62	kgf/cm <sup>2</sup>	τrd =	3,62	kgf/cm <sup>2</sup>
ρ1 =	0,003270		ρ1 =	0,003326	
Nsd1=	11350	kgf	Nsd1=	11550	kgf
Nsd2=	750	kgf	Nsd2=	750	kgf
σcp=	8,42	kgf/cm <sup>2</sup>	σcp=	7,54	kgf/cm <sup>2</sup>
k =	1,35		k =	1,35	
V <sub>Rd1</sub> =	19418	kgf	V <sub>Rd1</sub> =	19115	kgf
V <sub>sd</sub> =	16940	< 19418	V <sub>sd</sub> =	17220	< 19115
OK!			OK!		

- Verificação da punção do muro

Figura 30 – Verificação da punção

VERIFICAÇÃO DA PUNÇÃO EM LAJES - PILARES INTERNOS RETANGULARES			
<b>DADOS DE ENTRADA</b>			
<b>Dados do Carregamento:</b>		$\gamma_f =$	1,4
F =	20400 kgf	Fd =	28560 kgf
Mx =	6100 kgf.m	Mxd =	8540 kgf.m
My =	6200 kgf.m	Myd =	8680 kgf.m
<b>Dados da Laje:</b>			
h =	30 cm	d =	34,5 cm
C1 =	35 cm	C2 =	35 cm
<b>Armadura Aderente da Laje de Flexão:</b>			
$\phi_x =$	16,0 mm		
$N^o \phi =$	6		
$\rho_x =$	0,0014		
$\phi_y =$	16,0 mm		
$N^o \phi =$	6		
$\rho_y =$	0,0014		
$\rho =$	0,0014		
<b>Dados dos Materiais:</b>		$\gamma_c =$	1,4
fck =	300 kgf/cm <sup>2</sup>		
fywd =	3887,5 kgf/cm <sup>2</sup>		(< 3000 kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>DIMENSIONAMENTO</b>			
<b>Contornos:</b>			
U =	140 cm		
wp <sub>x</sub> =	1837,5 cm <sup>2</sup>		
wp <sub>y</sub> =	1837,5 cm <sup>2</sup>		
U' =	573,5 cm		
wp' <sub>x</sub> =	33298,44626 cm <sup>2</sup>		
wp' <sub>y</sub> =	33298,4 cm <sup>2</sup>		
U'' =	963,1 cm		
wp'' <sub>x</sub> =	94055,70232 cm <sup>2</sup>		
wp'' <sub>y</sub> =	94055,70232 cm <sup>2</sup>		
C1/C2 =	1,00		
kx =	0,60		
C2/C1 =	1,00		
Ky =	0,60		
<b>Verificação Superfície C: Biela de Compressão</b>			
$\tau_{sd} =$	22,21 kgf/cm <sup>2</sup>	<	$\tau_{rd} =$ 50,91 kgf/cm OK! Biela não comprimida
<b>Verificação Superfície C': Necessidade de Armadura</b>			
$\tau_{sd} =$	2,34 kgf/cm <sup>2</sup>	<	$\tau_{rd} =$ 3,73 kgf/cm OK! Não há necessidade de armadura
<b>Calculo da Armadura de Punção:</b>			
So =	17 cm		
Sr =	15 cm		
Se =	69 cm		
Asw =	0,00 cm <sup>2</sup>	0	ø10 c/ 17cm 1ºcarr e 15cm Demais Diam. OK!
<b>Verificação Superfície C'': Verificação da Armadura</b>			
$\tau_{sd} =$	1,18 kgf/cm <sup>2</sup>	<	$\tau_{rd} =$ 2,24 kgf/cm OK!

Dimensão mínima da placa de ancoragem: (350 x 350) mm para que não haja necessidade de armadura para punção na parede de 30 cm.

## 12.4.5 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DOS TIRANTES

### Reações nos tirantes

A Figura 30 apresenta as reações obtidas nos tirantes.

Figura 31 – Reação nos tirantes

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
	15	COMB1	Combination	0	-17,7315	0	0	0	0
	17	COMB1	Combination	0	-18,129	0	0	0	0
	18	COMB1	Combination	0	-18,2789	0	0	0	0
	19	COMB1	Combination	0	-18,129	0	0	0	0
	20	COMB1	Combination	0	-17,7315	0	0	0	0

Carga de trabalho do tirante adotado: 20,6 tf > 18,3 tf.

Figura 32 – Tabela de tirantes

Carga de trabalho ( kN )	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
169	Barra	SAS 670/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	336	68
200	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	462	72	385	60
200	Barra	TOR 20B	1 ø 31mm	642,0	5,00	449	70	384	60
206	Barra	SAS 650/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	408	66
206	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	448	84	400	75

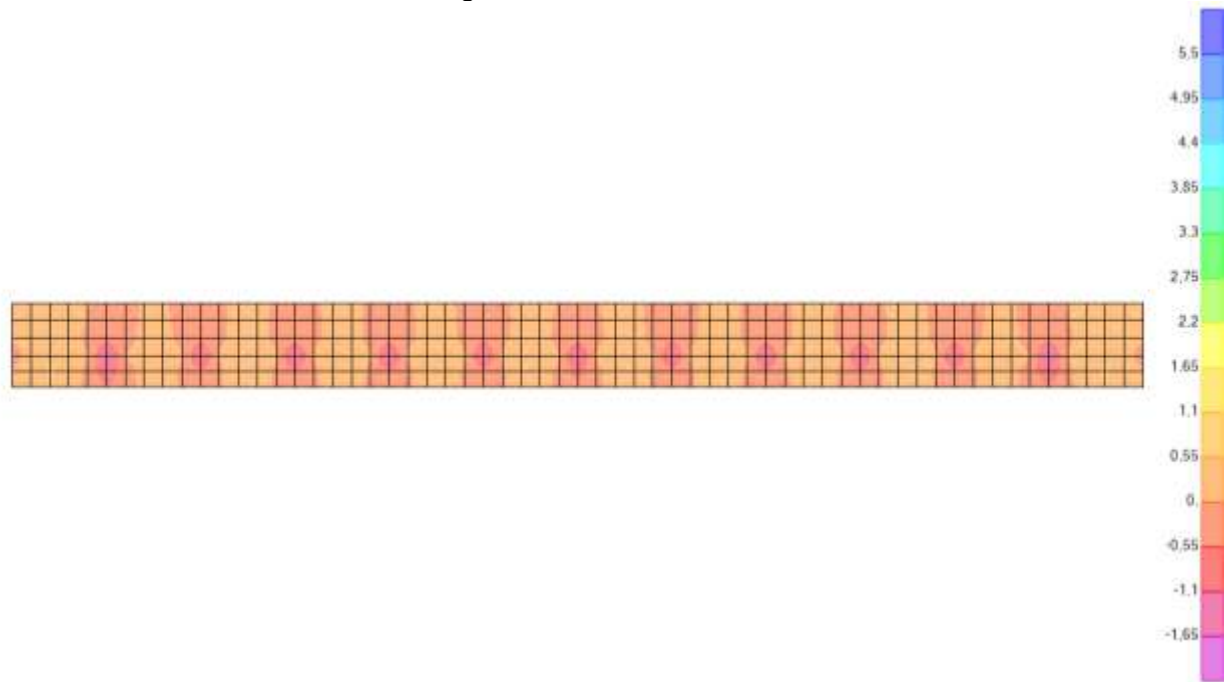
Faixa de incorporação: 80% a 100 % da carga de trabalho: 16,5 a 20,6 tf  
 Reação máxima nos tirantes do muro = 18,27 tf > 16,5 tf; 18,85 tf < 20,6 tf  
 Carga de incorporação adotada: Entre 18,3 tf e 20,6 tf.

	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
		SEQUENCIAL 22185.PJF.RT.INF.001	FOLHA 39 / 60	REVISÃO 0	Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C

12.4.6 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO

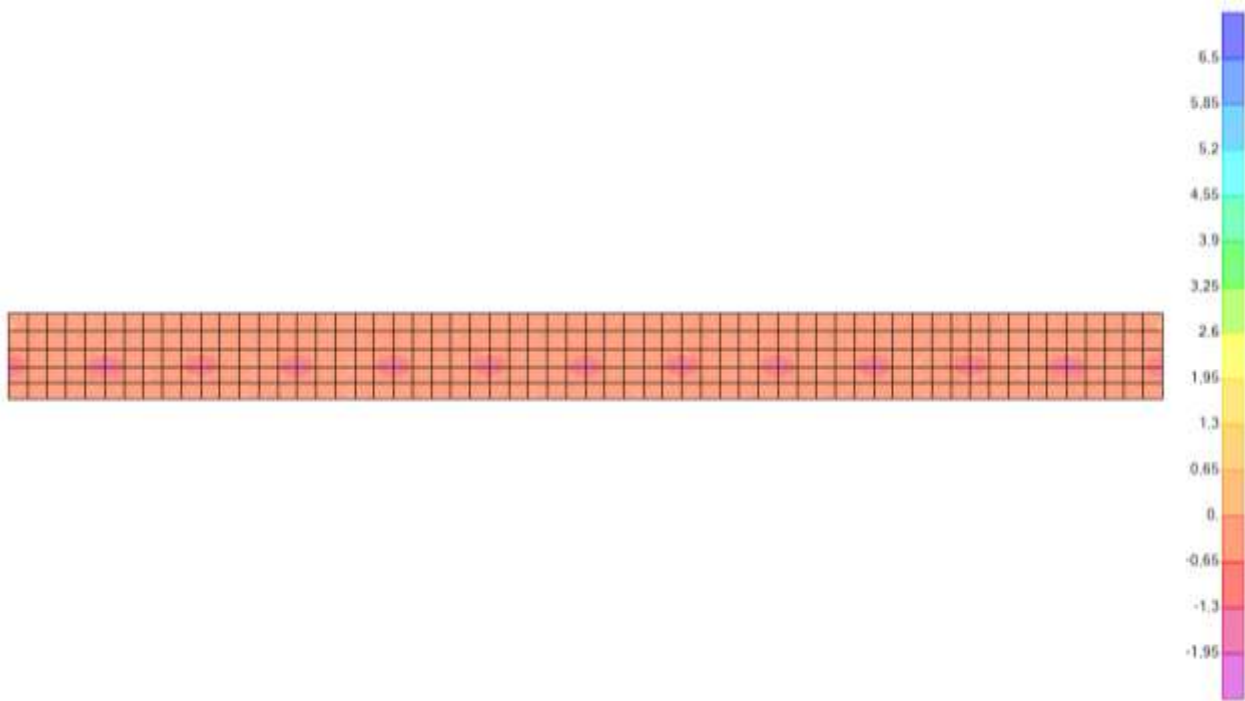
- Flexão em torno do eixo X

Figura 33 – Flexão na base do muro



- Flexão em torno do eixo Y

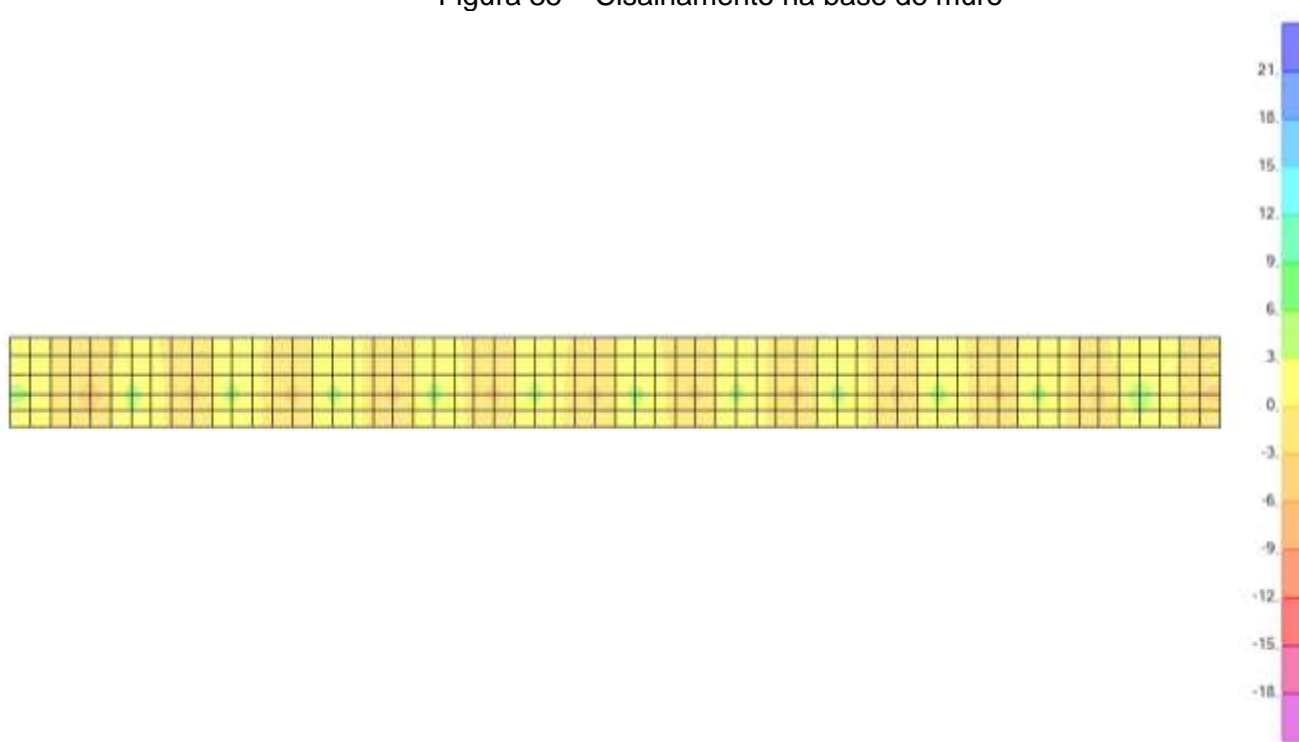
Figura 34 – Flexão na base do muro





- Cisalhamento no plano Z-Y

Figura 35 – Cisalhamento na base do muro



- Cisalhamento no plano Z-X

Figura 36 – Cisalhamento na base do muro

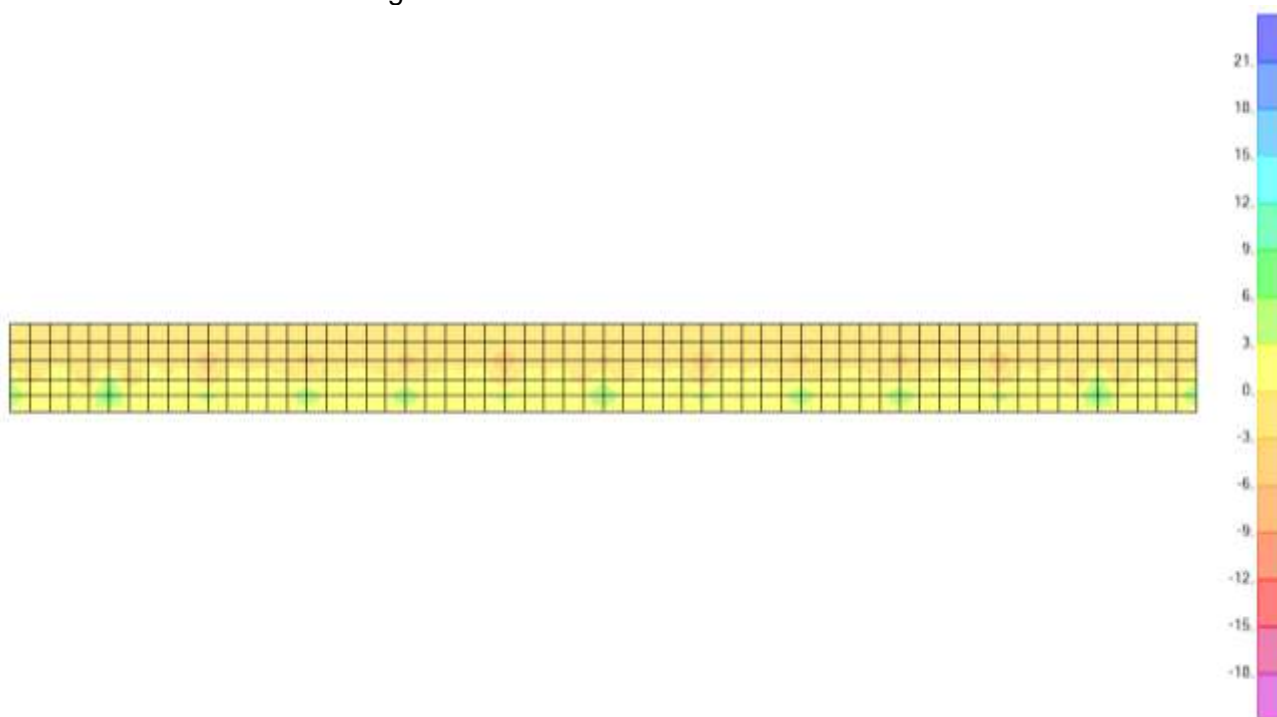


Figura 37 – Dimensionamento estrutural da base do muro

DIMENSIONAMENTO DE LAJES PLANAS			
<b>DADOS DE ENTRADA</b>			
<b>Dados da seção transversal:</b>			
h = 30 cm	d' = 5 cm		
<b>Dados dos materiais:</b>			
fck = 300 kgf/cm <sup>2</sup>	fcd = 214 kgf/cm <sup>2</sup>	fctm = 28,96 kgf/cm <sup>2</sup>	
fyk = 5000 kgf/cm <sup>2</sup>	fyd = 4348 kgf/cm <sup>2</sup>	fctk_inf = 20,28 kgf/cm <sup>2</sup>	
Es = 2100000 kgf/cm <sup>2</sup>	Ecs = 260716 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>Esforços solicitantes:</b>			
Majoração dos esforços = 1,4			
Mx <sub>máx</sub> = 1500 kgf.m	Mx <sub>d</sub> = 2100 kgf.m		
My <sub>máx</sub> = 1600 kgf.m	My <sub>d</sub> = 2240 kgf.m		
Xx <sub>máx</sub> = 200 kgf.m	Xx <sub>d</sub> = 280 kgf.m		
Xy <sub>máx</sub> = 350 kgf.m	Xy <sub>d</sub> = 490 kgf.m		
Vx = 6200 kgf	Vxd = 8680 kgf		
Vy = 6400 Kgf	Vyd = 8960 kgf		
<b>DIMENSIONAMENTO</b>			
<b>Dimensionamento à Flexão:</b>		Asmin = 5,19 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 24cm
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
klim = 0,32	k = 0,018	klim = 0,32	k = 0,020
ka = 0,018		ka = 0,020	
As <sub>1</sub> = 1,95		As <sub>1</sub> = 2,08	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 1,95 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 63cm	As = 2,08 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 59cm
<b>Xx:</b>		<b>Xy:</b>	
klim = 0,32	k = 0,002	klim = 0,32	k = 0,004
ka = 0,002		ka = 0,004	
As <sub>1</sub> = 0,26		As <sub>1</sub> = 0,45	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 0,26 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 476cm	As = 0,45 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 272cm
<b>Prescrições:</b>			
S <sub>max</sub> = 60 cm	Adotado: 15 cm		
Diam <sub>max</sub> = 37,5 mm			
Diam <sub>max</sub> = 32,0 mm	OK!		
W <sub>k</sub> = 0,3 mm			
<b>Verificação da Fissuração:</b>			
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
As = 5,19 cm <sup>2</sup>		As = 5,2 cm <sup>2</sup>	
Diametro = 12,5 mm		Diametro = 12,5 mm	
S = 24 cm		S = 24 cm	
a <sub>w</sub> = 0,0022		a <sub>w</sub> = 0,0022	
Bcr = 75,00 cm		Bcr = 75,00 cm	
Hcr = 14,38 cm		Hcr = 14,38 cm	
Acr = 1078 cm <sup>2</sup>		Acr = 1078 cm <sup>2</sup>	
ρ <sub>rcal</sub> = 0,0048		ρ <sub>rcal</sub> = 0,0048	
Coef. 1 = 0,839		Coef. 1 = 0,839	
Coef. 2 = 1,399		Coef. 2 = 1,399	
Coef. = 0,839		Coef. = 0,839	
As <sub>fiss</sub> = 5,19 cm <sup>2</sup>	Adotado ø12,5 c/ 15cm	As <sub>fiss</sub> = 5,19 cm <sup>2</sup>	Adotado ø13 c/ 15cm

<p><b>Xx:</b></p> <p>As = 5,19 cm<sup>2</sup></p> <p>Diametro = 12,5 mm</p> <p>S = 24 cm</p> <p>a<sub>w</sub> = 0,0022</p> <p>Bcr = 75,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1078 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0048</p> <p>Coef. 1 = 0,839</p> <p>Coef. 2 = 1,399</p> <p>Coef. = 0,839</p> <p>AS<sub>fix</sub> = 5,19 cm<sup>2</sup></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Adotado ø12,5 c/ 15cm</div>	<p><b>Xy:</b></p> <p>As = 5,19 cm<sup>2</sup></p> <p>Diametro = 12,5 mm</p> <p>S = 24 cm</p> <p>a<sub>w</sub> = 0,0022 mm</p> <p>Bcr = 75,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1078 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0048</p> <p>Coef. 1 = 0,839</p> <p>Coef. 2 = 1,399</p> <p>Coef. = 0,839</p> <p>AS<sub>fix</sub> = 5,19 cm<sup>2</sup></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Adotado ø13 c/ 15cm</div>
--	---

**Momento de fissuração:**

<p>Mr = 6517 kgf.m</p> <p>Mxd<sub>serv</sub> = 1500 kgf.m <b>Estádio I</b></p> <p>Xxd<sub>serv</sub> = 200 kgf.m <b>Estádio I</b></p>	<p>Myd<sub>serv</sub> = 1600 kgf.m <b>Estádio I</b></p> <p>Xyd<sub>serv</sub> = 350 kgf.m <b>Estádio I</b></p>
---	--

**Cálculo da Abertura de Fissura (Estádio I):**

<p><b>Mx:</b></p> <p>As<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup></p> <p>Bcr = 100,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1438 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0036</p> <p>ρ<sub>r</sub> = 0,0060</p> <p>σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>w<sub>k1</sub> = 0,08 mm <b>OK!</b></p> <p>w<sub>k2</sub> = 0,28 mm</p>	<p><b>My:</b></p> <p>As<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup></p> <p>Bcr = 100,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1438 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0036</p> <p>ρ<sub>r</sub> = 0,0060</p> <p>σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>w<sub>k1</sub> = 0,08 mm <b>OK!</b></p> <p>w<sub>k2</sub> = 0,28 mm</p>
--	--

<p><b>Xx:</b></p> <p>As<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup></p> <p>Bcr = 100,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1438 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0036</p> <p>ρ<sub>r</sub> = 0,0060</p> <p>σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>w<sub>k1</sub> = 0,08 mm <b>OK!</b></p> <p>w<sub>k2</sub> = 0,28 mm</p>	<p><b>Xy:</b></p> <p>As<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup></p> <p>Bcr = 100,00 cm</p> <p>Hcr = 14,38 cm</p> <p>Acr = 1438 cm<sup>2</sup></p> <p>ρ<sub>total</sub> = 0,0036</p> <p>ρ<sub>r</sub> = 0,0060</p> <p>σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>w<sub>k1</sub> = 0,08 mm <b>OK!</b></p> <p>w<sub>k2</sub> = 0,28 mm</p>
--	--

**Necessidade de armadura pra força cortante:**

<p>fctd = 14,48 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>τrd = 3,62 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>ρ1 = 0,000780</p> <p>Nsd1 = 5450 kgf carregamento SC</p> <p>Nsd2 = 750 kgf carregamento PP</p> <p>σcp = 5,75 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>k = 1,35</p> <p>V<sub>Rd1</sub> = 17201 kgf</p> <p>V<sub>sd</sub> = 8680 &lt; 17201 <b>OK!</b></p>	<p>fctd = 14,48 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>τrd = 3,62 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>ρ1 = 0,000833</p> <p>Nsd1 = 5650 kgf carregamento SC</p> <p>Nsd2 = 750 kgf carregamento PP</p> <p>σcp = 5,94 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>k = 1,35</p> <p>V<sub>Rd1</sub> = 17296 kgf</p> <p>V<sub>sd</sub> = 8960 &lt; 17296 <b>OK!</b></p>
--	--



## 12.4.7 VERIFICAÇÃO DA TENSÃO NO SOLO

Reações máximas de apoio:

Figura 38 – Reação de apoio na base do muro

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
►	1754	COMB1	Combination	0	0	0,3369	0	0	0
	1931	COMB1	Combination	0	0	0,3369	0	0	0
	1766	COMB1	Combination	0	0	0,3368	0	0	0
	1916	COMB1	Combination	0	0	0,3368	0	0	0
	1753	COMB1	Combination	0	0	0,3367	0	0	0
	1763	COMB1	Combination	0	0	0,3367	0	0	0
	1769	COMB1	Combination	0	0	0,3367	0	0	0
	1913	COMB1	Combination	0	0	0,3367	0	0	0
	1919	COMB1	Combination	0	0	0,3367	0	0	0

Reação de apoio máxima: 0,3369 tf

Dimensões do elemento: (0,2 x 0,2) m

Tensão no solo:  $0,3369 / (0,2 \times 0,2) = 8,4 \text{ tf}$  <  $10,0 \text{ tf/m}^2$

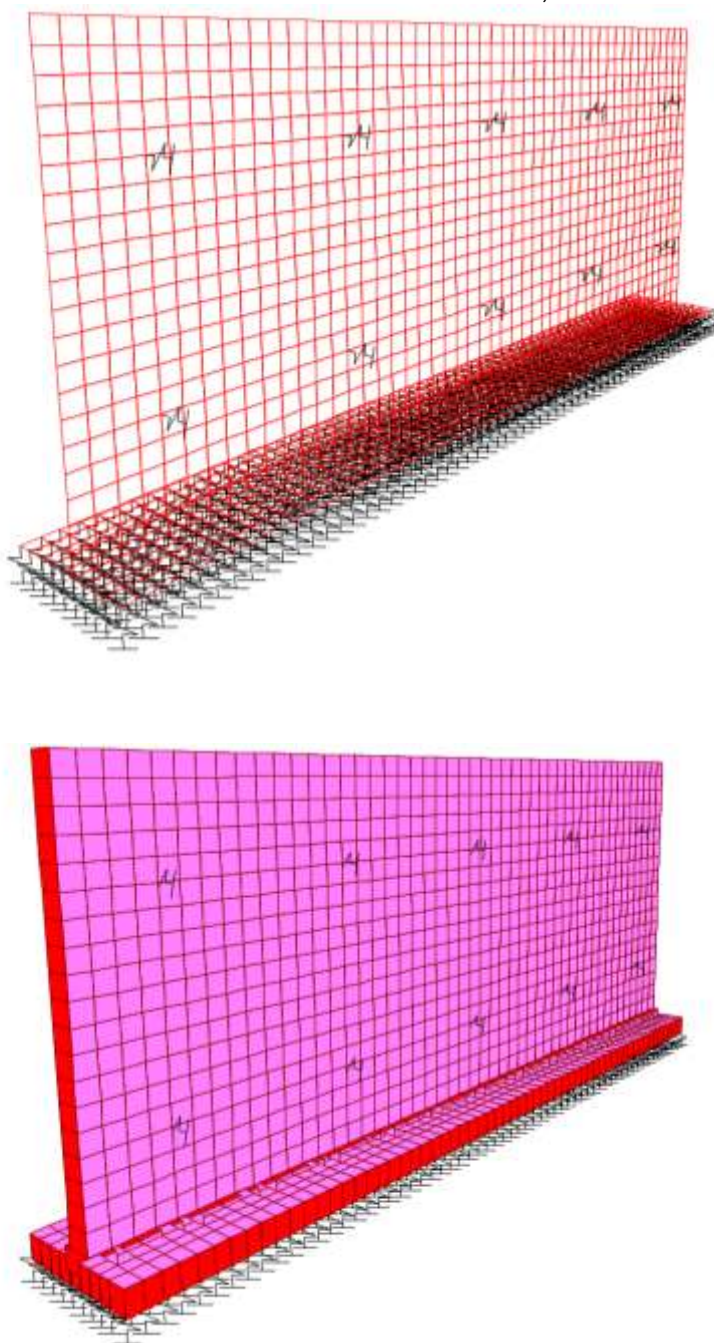
## 12.5 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA CONTENÇÃO DE 5,0 METROS

### 12.5.1 MODELO ESTRUTURAL

Altura até 5,0 m e duas linhas de tirantes.

Para o dimensionamento estrutural da contenção, foi elaborado o modelo estrutural em elementos finitos com elementos de casca. Os tirantes são representados por elementos de mola espaçados a cada 2,5 m. A Figura 39 apresenta o modelo elaborado.

Figura 39 – Modelo estrutural do muro com 5,5 m de altura





## 12.5.2 CARREGAMENTO

- Carga 1: Peso próprio da estrutura**  
 Carga lançada pelo próprio software mediante definição das propriedades dos materiais e geométricas dos elementos.  
 Adotado:  
 Concreto com peso específico  $\gamma_c = 2,5 \text{ tf/m}^2$   
 Parede com espessura de 30 cm;
- Carga 2: Reação do tirante**  
 A carga atuante no muro é proveniente da incorporação de carga de cada tirante, assim foi adotado:  
 Carga de trabalho do tirante: 20,0 tf  
 Componente horizontal na parede:  $20\cos 20 = 18,79 \text{ tf}$   
 Área de influência do tirante:  $2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ m}^2$   
 Tensão uniforme distribuída na parede:  $18,79/6,25 = 3,0 \text{ tf/m}^2$   
 Componente vertical do tirante atuante na parede:  $20\sin 20 = 6,84 \text{ tf}$

Figura 40 – Carregamento horizontal no muro

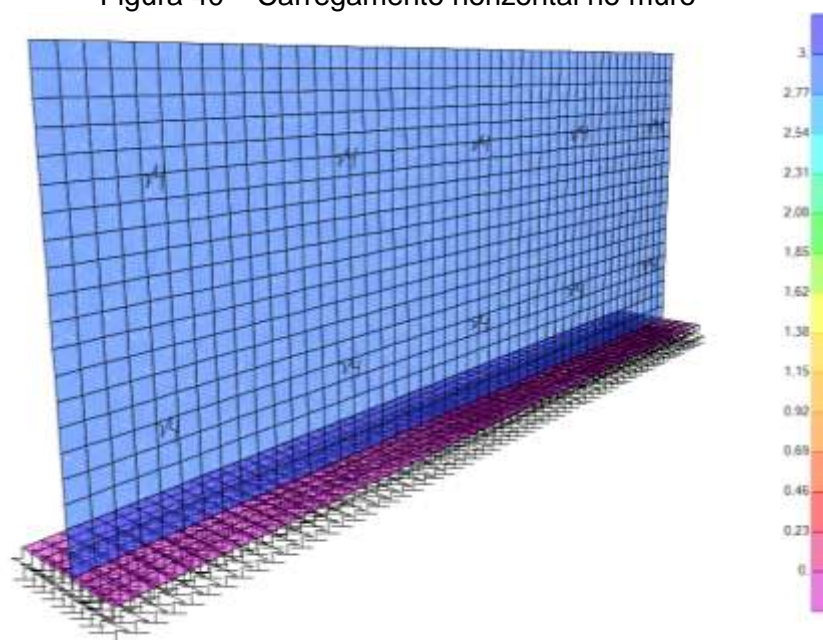
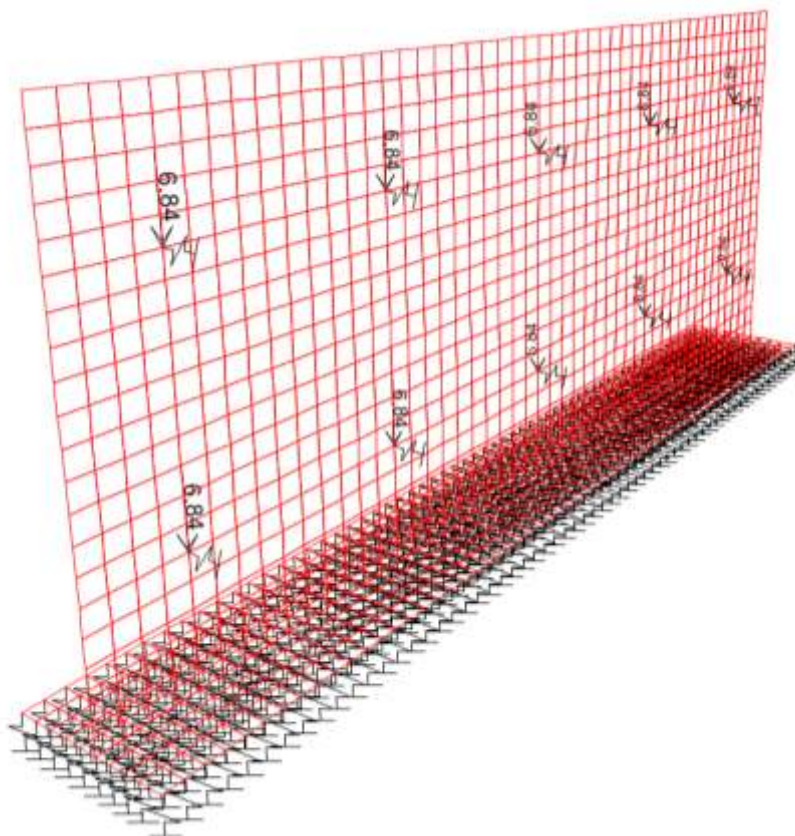


Figura 41 – Carregamento vertical no muro



### 12.5.3 COMBINAÇÕES DE CARGA

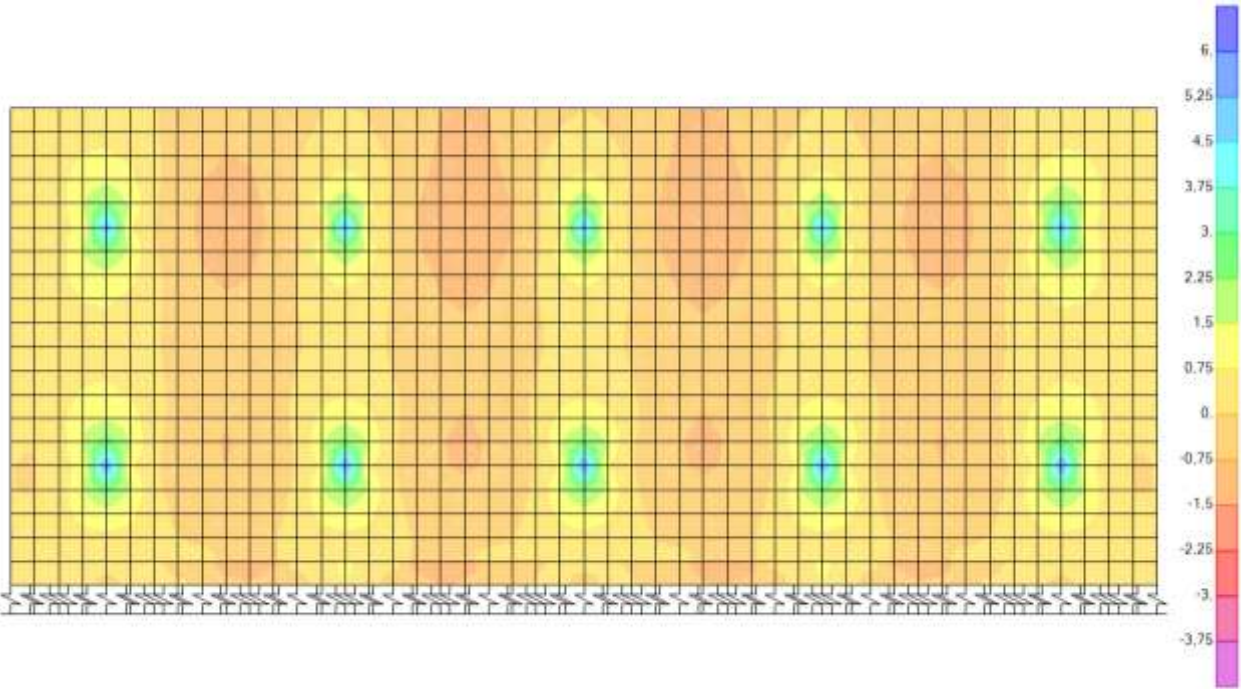
- Combinação 1: Carga 1+ Carga 2

### 12.5.4 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DA PAREDE DO MURO

- Flexão em torno do eixo X

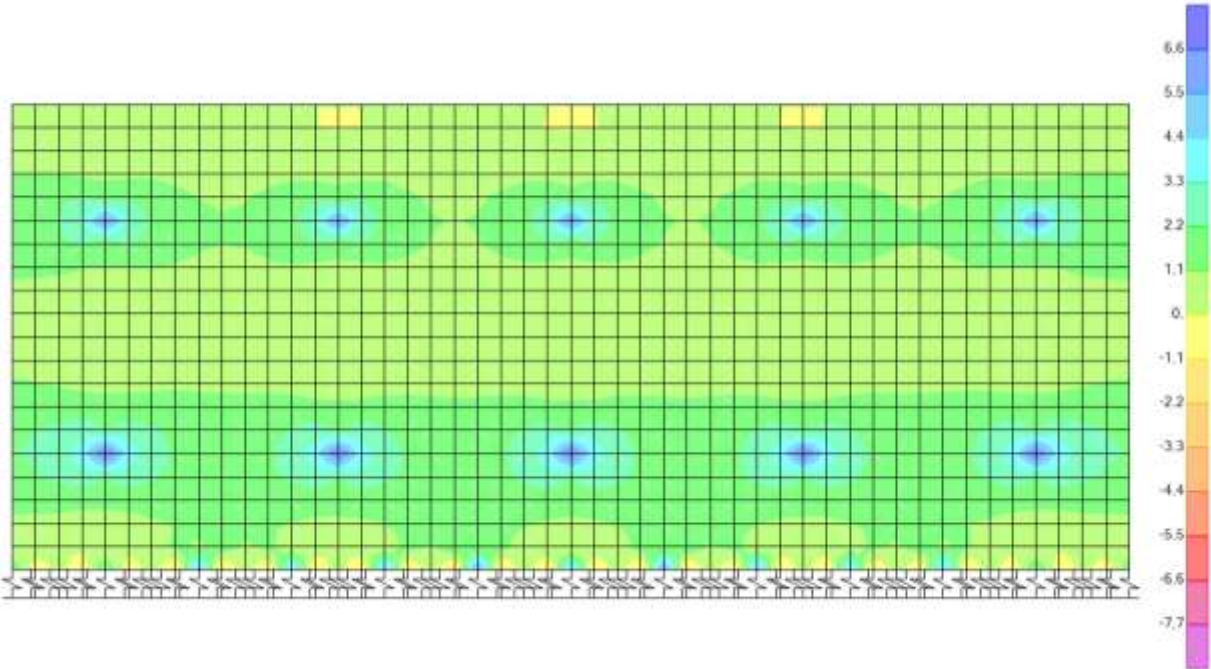
 <b>A1MC</b> Engenharia e Projetos contato@aj1mcengenharia.com.br	<b>Juiz de Fora</b> Prefeitura 	<b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b>			
		T   E   SEQUENCIAL 22185.PJF.RT.INF.001	FOLHA 47 / 60	REVISÃO 0	

Figura 42 – Flexão no paramento do muro



- Flexão em torno do eixo Y

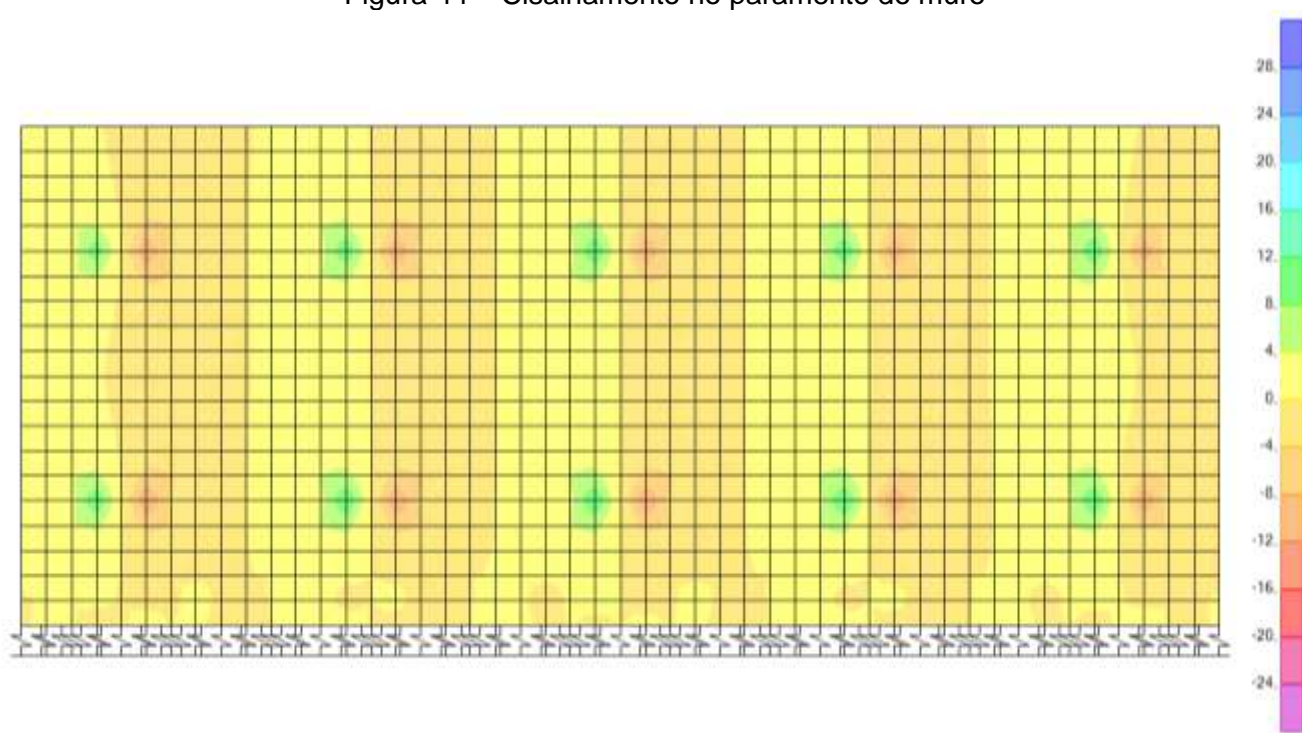
Figura 43 – Flexão no paramento do muro





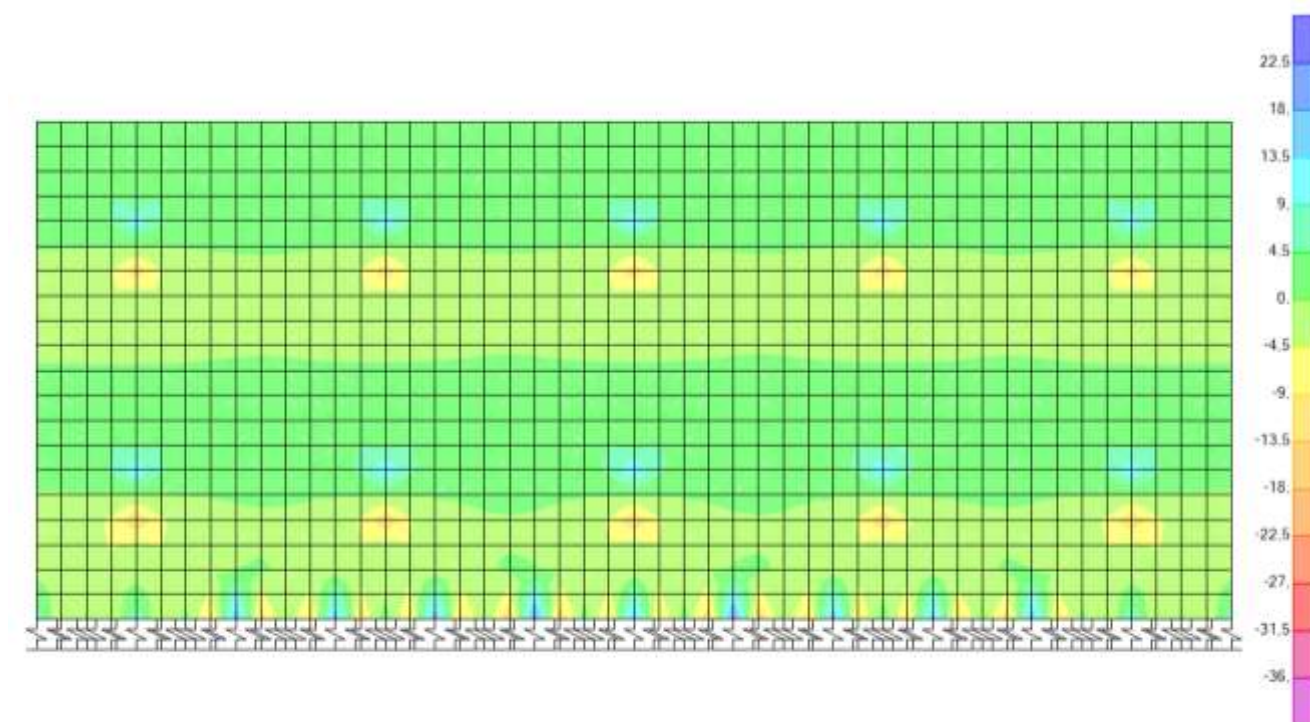
- Cortante no plano Y-X

Figura 44 – Cisalhamento no paramento do muro



- Cortante no plano Y-Z

Figura 45 – Cisalhamento no paramento do muro



- Dimensionamento estrutural

Figura 46 – Dimensionamento do muro a flexão e cisalhamento

DIMENSIONAMENTO DE LAJES PLANAS									
<b>DADOS DE ENTRADA</b>									
<b>Dados da seção transversal:</b>									
h =	30 cm	d' =	5 cm						
<b>Dados dos materiais:</b>									
fck =	300 kgf/cm <sup>2</sup>	fcd =	214 kgf/cm <sup>2</sup>	fctm =	28,96 kgf/cm <sup>2</sup>				
fyk =	5000 kgf/cm <sup>2</sup>	fyd =	4348 kgf/cm <sup>2</sup>	fctk,inf =	20,28 kgf/cm <sup>2</sup>				
Es =	2100000 kgf/cm <sup>2</sup>	Ecs =	260716 kgf/cm <sup>2</sup>						
<b>Esforços solicitantes:</b>									
Majoração dos esforços = 1,4									
Mx <sub>máx</sub> =	5700 kgf.m	Mx <sub>d</sub> =	7980 kgf.m						
My <sub>máx</sub> =	7100 kgf.m	My <sub>d</sub> =	9940 kgf.m						
Xx <sub>máx</sub> =	1100 kgf.m	Xx <sub>d</sub> =	1540 kgf.m						
Xy <sub>máx</sub> =	250 kgf.m	Xy <sub>d</sub> =	350 kgf.m						
Vx =	12800 kgf	Vxd =	17920 kgf						
Vy =	12950 Kgf	Vyd =	18130 kgf						
<b>DIMENSIONAMENTO</b>									
<b>Dimensionamento à Flexão:</b>									
				Asmin =	5,19 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 24cm			
<b>Mx:</b>									
klim =	0,32	k =	0,070						
ka =	0,070								
As <sub>1</sub> =	7,62								
As <sub>2</sub> =	0,00								
As =	7,62 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 16cm							
<b>My:</b>									
klim =	0,32	k =	0,087						
ka =	0,087								
As <sub>1</sub> =	9,58								
As <sub>2</sub> =	0,00								
As =	9,58 cm <sup>2</sup>	ø16 c/ 21cm							
<b>Xx:</b>									
klim =	0,32	k =	0,014						
ka =	0,014								
As <sub>1</sub> =	1,43								
As <sub>2</sub> =	0,00								
As =	1,43 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 86cm							
<b>Xy:</b>									
klim =	0,32	k =	0,003						
ka =	0,003								
As <sub>1</sub> =	0,32								
As <sub>2</sub> =	0,00								
As =	0,32 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 381cm							
<b>Prescrições:</b>									
S <sub>max</sub> =	60 cm	Adotado:	15 cm						
Diam <sub>max</sub> =	37,5 mm								
Diam <sub>max</sub> =	32,0 mm	OK!							
W <sub>k</sub> =	0,3 mm								
<b>Verificação da Fissuração:</b>									
<b>Mx:</b>					<b>My:</b>				
As =	7,62 cm <sup>2</sup>				As =	9,6 cm <sup>2</sup>			
Diametro =	12,5 mm				Diametro =	16,0 mm			
S =	16 cm				S =	21 cm			
a <sub>w</sub> =	0,0022				a <sub>w</sub> =	0,0028			
Bcr =	100,00 cm				Bcr =	96,00 cm			
Hcr =	14,38 cm				Hcr =	17,00 cm			
Acr =	1438 cm <sup>2</sup>				Acr =	1632 cm <sup>2</sup>			
P <sub>total</sub> =	0,0053				P <sub>total</sub> =	0,0059			
Coef. 1 =	0,839				Coef. 1 =	0,950			
Coef. 2 =	1,336				Coef. 2 =	1,447			
Coef. =	0,839				Coef. =	0,950			
As <sub>fiss</sub> =	7,62 cm <sup>2</sup>	Adotado ø12,5 c/ 15cm			As <sub>fiss</sub> =	9,58 cm <sup>2</sup>	Adotado ø16 c/ 15cm		



**Xx:**  
 As = 5,19 cm<sup>2</sup>  
 Diametro = 12,5 mm  
 S = 24 cm  
 a<sub>w</sub> = 0,0022  
 Bcr = 75,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1078 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0048  
 Coef. 1 = 0,839  
 Coef. 2 = 1,399  
 Coef. = 0,839  
 AS<sub>fiss</sub> = 5,19 cm<sup>2</sup>

Adotado ø12,5 c/ 15cm

**Xy:**  
 As = 5,19 cm<sup>2</sup>  
 Diametro = 12,5 mm  
 S = 24 cm  
 a<sub>w</sub> = 0,0022 mm  
 Bcr = 75,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1078 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0048  
 Coef. 1 = 0,839  
 Coef. 2 = 1,399  
 Coef. = 0,839  
 AS<sub>fiss</sub> = 5,19 cm<sup>2</sup>

Adotado ø13 c/ 15cm

**Momento de fissuração:**

Mr = 6517 kgf.m  
 Mxd<sub>serv</sub> = 5700 kgf.m **Estádio I**  
 Xxd<sub>serv</sub> = 1100 kgf.m **Estádio I**

Myd<sub>serv</sub> = 7100 kgf.m **Estádio II**  
 Xyd<sub>serv</sub> = 250 kgf.m **Estádio I**

**Cálculo da Abertura de Fissura (Estadio I):**

**Mx:**  
 AS<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1438 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0053  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0060  
 σ<sub>si</sub> = 2754 kgf/cm<sup>2</sup>  
 w<sub>k1</sub> = 0,17 mm **OK!**  
 w<sub>k2</sub> = 0,42 mm

**My:**  
 AS<sub>e</sub> = 14,07 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 17,00 cm  
 Acr = 1700 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0056  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0083  
 σ<sub>si</sub> = 2115 kgf/cm<sup>2</sup>  
 w<sub>k1</sub> = 0,13 mm  
 w<sub>k2</sub> = 0,30 mm

**Xx:**  
 AS<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1438 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0036  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0060  
 σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup>  
 w<sub>k1</sub> = 0,08 mm **OK!**  
 w<sub>k2</sub> = 0,28 mm

**Xy:**  
 AS<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1438 cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>rcal</sub> = 0,0036  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0060  
 σ<sub>si</sub> = 1876 kgf/cm<sup>2</sup>  
 w<sub>k1</sub> = 0,08 mm **OK!**  
 w<sub>k2</sub> = 0,28 mm

**Cálculo da Abertura de Fissura (Estadio II):**

**Mx:**  
 AS<sub>e</sub> = 8,59 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 14,38 cm  
 Acr = 1438 cm<sup>2</sup>  
 α<sub>e</sub> = 8,05  
 A = 0,69  
 B = 34,60  
 X<sub>II</sub> = 5,23 cm  
 I<sub>II</sub> = 31813 cm<sup>4</sup>  
 σ<sub>si</sub> = 2853 kgf/cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0060  
 w<sub>k1</sub> = 0,18 mm  
 w<sub>k2</sub> = 0,43 mm

**My:**  
 AS<sub>e</sub> = 14,07 cm<sup>2</sup>  
 Bcr = 100,00 cm  
 Hcr = 17,00 cm  
 Acr = 1700 cm<sup>2</sup>  
 α<sub>e</sub> = 8,05  
 A = 1,13  
 B = 56,68  
 X<sub>II</sub> = 6,48 cm  
 I<sub>II</sub> = 47953 cm<sup>4</sup>  
 σ<sub>si</sub> = 2209 kgf/cm<sup>2</sup>  
 ρ<sub>r</sub> = 0,0083  
 w<sub>k1</sub> = 0,14 mm **OK!**  
 w<sub>k2</sub> = 0,32 mm

**Necessidade de armadura pra força cortante:**

$f_{ctd} =$	14,48	kgf/cm <sup>2</sup>	$f_{ctd} =$	14,48	kgf/cm <sup>2</sup>
$\tau_{rd} =$	3,62	kgf/cm <sup>2</sup>	$\tau_{rd} =$	3,62	kgf/cm <sup>2</sup>
$\rho_1 =$	0,003047		$\rho_1 =$	0,003833	
$N_{sd1} =$	12050	kgf	$N_{sd1} =$	12200	kgf
		carregamento SC			carregamento SC
$N_{sd2} =$	750	kgf	$N_{sd2} =$	750	kgf
		carregamento PP			carregamento PP
$\sigma_{cp} =$	8,90	kgf/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{cp} =$	7,94	kgf/cm <sup>2</sup>
$k =$	1,35		$k =$	1,35	
$V_{Rd1} =$	19492	kgf	$V_{Rd1} =$	19513	kgf
$V_{ad} =$	17920	< 19492	$V_{ad} =$	18130	< 19513
		<b>OK!</b>			<b>OK!</b>



Figura 47 – Verificação da punção do muro

VERIFICAÇÃO DA PUNÇÃO EM LAJES - PILARES INTERNOS RETANGULARES			
<b>DADOS DE ENTRADA</b>			
<b>Dados do Carregamento:</b>		$\gamma_f =$	1,4
F =	20400 kgf	Fd =	28560 kgf
Mx =	5700 kgf.m	Mxd =	7980 kgf.m
My =	7100 kgf.m	Myd =	9940 kgf.m
<b>Dados da Laje:</b>			
h =	30 cm	d =	34,5 cm
C1 =	35 cm	C2 =	35 cm
<b>Armadura Aderente da Laje de Flexão:</b>			
$\phi_x =$	16,0 mm		
Nº $\phi =$	6		
$\rho_x =$	0,0014		
$\phi_v =$	16,0 mm		
Nº $\phi =$	6		
$\rho_v =$	0,0014		
$\rho =$	0,0014		
<b>Dados dos Materiais:</b>		$\gamma_c =$	1,4
fck =	300 kgf/cm <sup>2</sup>		
fywd =	3887,5 kgf/cm <sup>2</sup>		(< 3000 kgf/cm <sup>2</sup> )

Laje: altura = h

DIMENSIONAMENTO	
<b>Contornos:</b>	
U =	140 cm
wp <sub>x</sub> =	1837,5 cm <sup>2</sup>
wp <sub>y</sub> =	1837,5 cm <sup>2</sup>
U' =	573,5 cm
wp' <sub>x</sub> =	33298,44626 cm <sup>2</sup>
wp' <sub>y</sub> =	33298,4 cm <sup>2</sup>
U''' =	963,1 cm
wp'' <sub>x</sub> =	94055,70232 cm <sup>2</sup>
wp'' <sub>y</sub> =	94055,70232 cm <sup>2</sup>
C1/C2 =	1,00
kx =	0,60
C2/C1 =	1,00
Ky =	0,60
<b>Verificação Superfície C: Biela de Compressão</b>	
$\tau_{sd} =$	22,87 kgf/cm <sup>2</sup> < $\tau_{rd} =$ 50,91 kgf/cm OK! Biela não comprimida
<b>Verificação Superfície C': Necessidade de Armadura</b>	
$\tau_{sd} =$	2,38 kgf/cm <sup>2</sup> < $\tau_{rd} =$ 3,73 kgf/cm OK! Não há necessidade de armadura
<b>Calculo da Armadura de Punção:</b>	
So =	17 cm
Sr =	15 cm
Se =	69 cm
Asw =	0,00 cm <sup>2</sup> 0 ø10 c/ 17cm 1ºcarr e 15cm Demais Diam. OK!
<b>Verificação Superfície C'': Verificação da Armadura</b>	
$\tau_{sd} =$	1,19 kgf/cm <sup>2</sup> < $\tau_{rd} =$ 2,24 kgf/cm OK!

Dimensão mínima da placa de ancoragem: (350 x 350) mm para que não haja necessidade de armadura para punção na parede de 30 cm.

## 12.5.5 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DOS TIRANTES

### Reações nos tirantes

A Figura 48 apresenta as reações obtidas nos tirantes.

Figura 48 – Reações nos tirantes

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
▶	3	COMB1	Combination	0	-16,982	0	0	0	0
	5	COMB1	Combination	0	-17,5002	0	0	0	0
	7	COMB1	Combination	0	-17,6886	0	0	0	0
	9	COMB1	Combination	0	-17,5002	0	0	0	0
	11	COMB1	Combination	0	-16,982	0	0	0	0
	15	COMB1	Combination	0	-18,4863	0	0	0	0
	17	COMB1	Combination	0	-18,7591	0	0	0	0
	18	COMB1	Combination	0	-18,8561	0	0	0	0
	19	COMB1	Combination	0	-18,7591	0	0	0	0
	20	COMB1	Combination	0	-18,4863	0	0	0	0

Carga de trabalho do tirante adotado: 20,6 tf.

Figura 49 – Tabela de tirantes

Carga de trabalho ( kN )	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
169	Barra	SAS 670/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	336	68
200	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	462	72	385	60
200	Barra	TOR 20B	1 ø 31mm	642,0	5,00	449	70	384	60
206	Barra	SAS 650/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	408	66
206	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	448	84	400	75

Faixa de incorporação: 80% a 100 % da carga de trabalho: 16,5 a 20,6 tf

Reação máxima nos tirantes do muro = 18,85 tf > 16,5 tf ; 18,85 tf < 20,6 tf

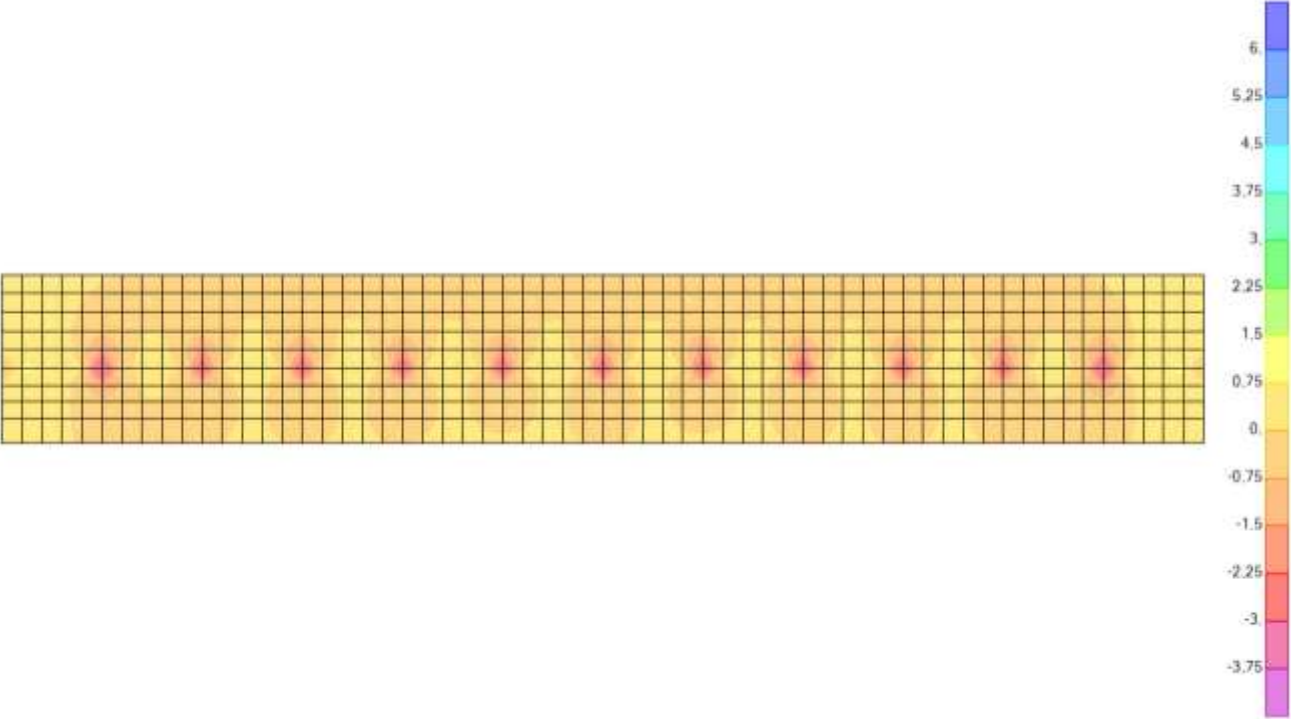
Carga de incorporação adotada: Entre 18,5 tf e 20,6 tf.

 <p><b>A1MC</b> Engenharia e Projetos contato@ajmcengenharia.com.br</p>	<p><b>Juiz de Fora</b> Prefeitura</p> 	<p><b>Prefeitura Municipal de Juiz de Fora</b></p>			
		<p>SEQUENCIAL</p> <p>22185.PJF.RT.INF.001</p>	<p>FOLHA</p> <p>54 / 60</p>	<p>REVISÃO</p> <p>0</p>	<p>Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA</p> <p>Para verificar a validade das assinaturas, acesse <a href="https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C">https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C</a> e informe o código 05AC-FF66-0D4C-9A1C</p>

12.5.6 RESULTADOS E DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO

- Flexão em torno do eixo X

Figura 50 – Flexão na base do muro

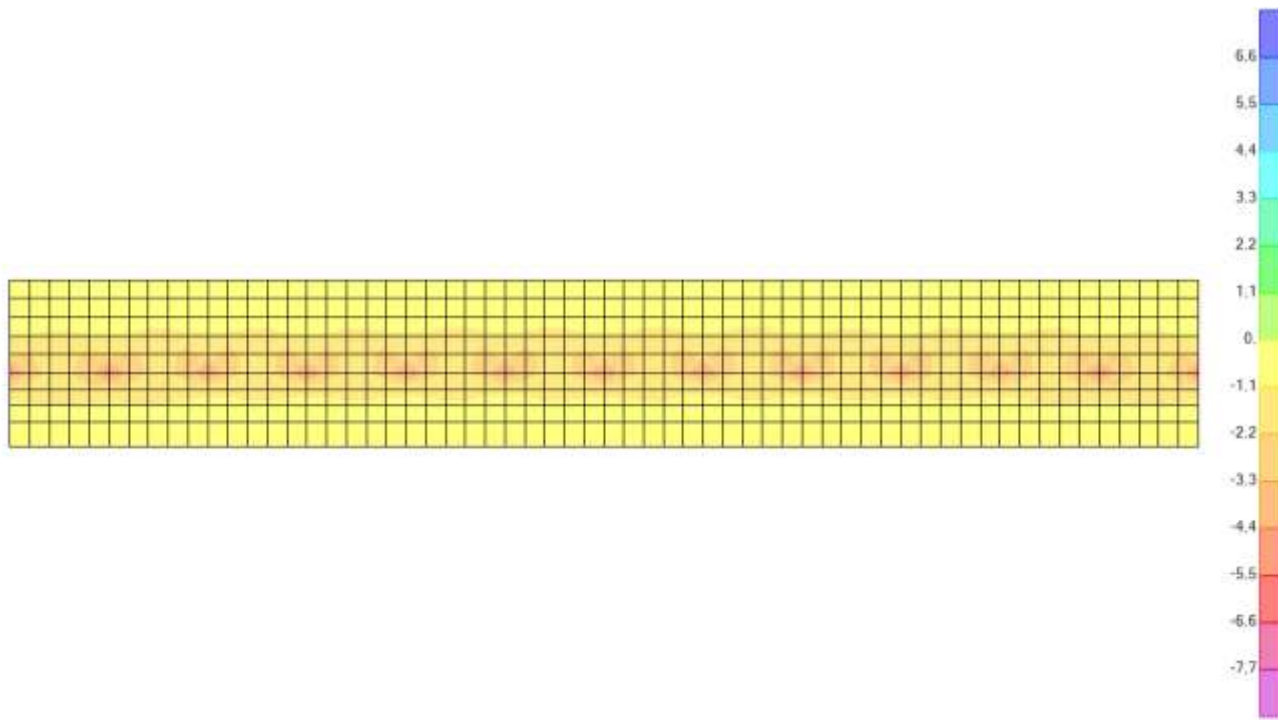


- Flexão em torno do eixo Y

Figura 51 – Flexão na base do muro

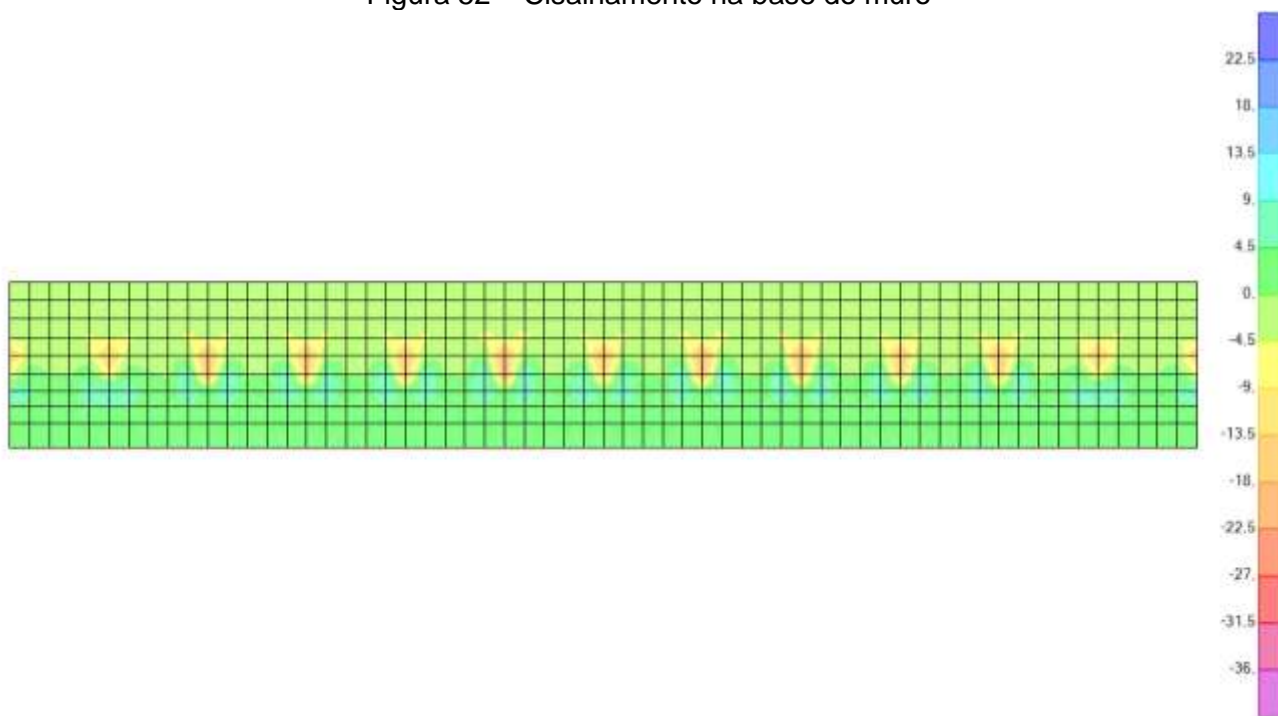






- Cisalhamento no plano Z-Y

Figura 52 – Cisalhamento na base do muro



- Cisalhamento no plano Z-X

Figura 53 – Cisalhamento na base do muro

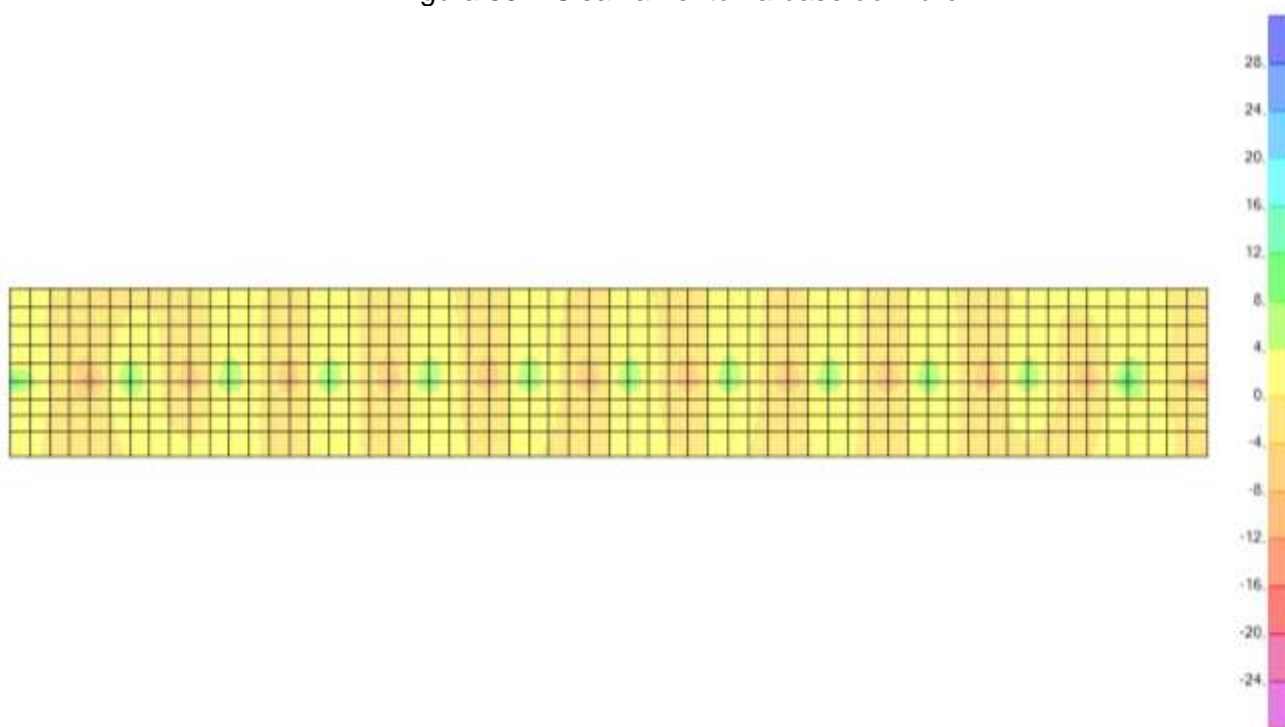


Figura 54 – Dimensionamento estrutural da base do muro

DIMENSIONAMENTO DE LAJES PLANAS			
<b>DADOS DE ENTRADA</b>			
<b>Dados da seção transversal:</b>			
h = 45 cm	d' = 5 cm		
<b>Dados dos materiais:</b>			
fck = 300 kgf/cm <sup>2</sup>	fcd = 214 kgf/cm <sup>2</sup>	fctm = 28,96 kgf/cm <sup>2</sup>	
fyk = 5000 kgf/cm <sup>2</sup>	fyd = 4348 kgf/cm <sup>2</sup>	fctk_inf = 20,28 kgf/cm <sup>2</sup>	
Es = 2100000 kgf/cm <sup>2</sup>	Ecs = 260716 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>Esforços solicitantes:</b>			
Majoração dos esforços = 1,4			
Mx <sub>máx</sub> = 4700 kgf.m	Mx <sub>d</sub> = 6580 kgf.m		
My <sub>máx</sub> = 3750 kgf.m	My <sub>d</sub> = 5250 kgf.m		
Xx <sub>máx</sub> = 1100 kgf.m	Xx <sub>d</sub> = 1540 kgf.m		
Xy <sub>máx</sub> = 250 kgf.m	Xy <sub>d</sub> = 350 kgf.m		
Vx = 10300 Kgf	Vxd = 14420 kgf		
Vy = 21350 Kgf	Vyd = 29890 kgf		
<b>DIMENSIONAMENTO</b>			
<b>Dimensionamento à Flexão:</b>			
		Asmin = 7,79 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 16cm
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
klim = 0,32	k = 0,023	klim = 0,32	k = 0,018
ka = 0,023		ka = 0,018	
As <sub>1</sub> = 3,83		As <sub>1</sub> = 3,05	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 3,83 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 32cm	As = 3,05 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 40cm
<b>Xx:</b>		<b>Xy:</b>	
klim = 0,32	k = 0,005	klim = 0,32	k = 0,001
ka = 0,005		ka = 0,001	
As <sub>1</sub> = 0,89		As <sub>1</sub> = 0,20	
As <sub>2</sub> = 0,00		As <sub>2</sub> = 0,00	
As = 0,89 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 138cm	As = 0,20 cm <sup>2</sup>	ø12,5 c/ 609cm
<b>Prescrições:</b>			
S <sub>max</sub> = 90 cm	Adotado: 15 cm		
Diam <sub>max</sub> = 56,25 mm			
Diam <sub>max</sub> = 40,0 mm	OK!		
W <sub>k</sub> = 0,3 mm			
<b>Verificação da Fissuração:</b>			
<b>Mx:</b>		<b>My:</b>	
As = 7,79 cm <sup>2</sup>		As = 7,8 cm <sup>2</sup>	
Diametro = 12,5 mm		Diametro = 12,5 mm	
S = 16 cm		S = 16 cm	
a <sub>w</sub> = 0,0022		a <sub>w</sub> = 0,0022	
Bcr = 100,00 cm		Bcr = 100,00 cm	
Hcr = 14,38 cm		Hcr = 14,38 cm	
Acr = 1438 cm <sup>2</sup>		Acr = 1438 cm <sup>2</sup>	
P <sub>rcal</sub> = 0,0054		P <sub>rcal</sub> = 0,0054	
Coef. 1 = 0,839		Coef. 1 = 0,839	
Coef. 2 = 1,322		Coef. 2 = 1,322	
Coef. = 0,839		Coef. = 0,839	
As <sub>fiss</sub> = 7,79 cm <sup>2</sup>	Adotado ø12,5 c/ 15cm	As <sub>fiss</sub> = 7,79 cm <sup>2</sup>	Adotado ø13 c/ 15cm

**Xx:**  
 $A_s = 7,79 \text{ cm}^2$   
Diametro = 12,5 mm  
 $S = 16 \text{ cm}$   
 $a_w = 0,0022$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
Coef. 1 = 0,839  
Coef. 2 = 1,322  
Coef. = 0,839  
 $A_{s_{fiss}} = 7,79 \text{ cm}^2$

Adotado  $\phi 12,5 \text{ c/ } 15 \text{ cm}$

**Xy:**  
 $A_s = 7,79 \text{ cm}^2$   
Diametro = 12,5 mm  
 $S = 16 \text{ cm}$   
 $a_w = 0,0022 \text{ mm}$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
Coef. 1 = 0,839  
Coef. 2 = 1,322  
Coef. = 0,839  
 $A_{s_{fiss}} = 7,79 \text{ cm}^2$

Adotado  $\phi 13 \text{ c/ } 15 \text{ cm}$

**Momento de fissuração:**

$M_r = 14863 \text{ kgf.m}$   
 $M_{xd_{serv}} = 4700 \text{ kgf.m}$   
 $X_{xd_{serv}} = 1100 \text{ kgf.m}$

**Estádio I**

**Estádio I**

$M_{yd_{serv}} = 3750 \text{ kgf.m}$   
 $X_{yd_{serv}} = 250 \text{ kgf.m}$

**Estádio I**

**Estádio I**

**Cálculo da Abertura de Fissura (Estádio I):**

**Mx:**  
 $A_{s_e} = 8,59 \text{ cm}^2$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
 $\rho_r = 0,0060$   
 $\sigma_{si} = 2814 \text{ kgf/cm}^2$   
 $w_{k1} = 0,17 \text{ mm}$   
 $w_{k2} = 0,43 \text{ mm}$

**OK!**

**My:**  
 $A_{s_e} = 8,59 \text{ cm}^2$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
 $\rho_r = 0,0060$   
 $\sigma_{si} = 2814 \text{ kgf/cm}^2$   
 $w_{k1} = 0,17 \text{ mm}$   
 $w_{k2} = 0,43 \text{ mm}$

**OK!**

**Xx:**  
 $A_{s_e} = 8,59 \text{ cm}^2$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
 $\rho_r = 0,0060$   
 $\sigma_{si} = 2814 \text{ kgf/cm}^2$   
 $w_{k1} = 0,17 \text{ mm}$   
 $w_{k2} = 0,43 \text{ mm}$

**OK!**

**Xy:**  
 $A_{s_e} = 8,59 \text{ cm}^2$   
 $B_{cr} = 100,00 \text{ cm}$   
 $H_{cr} = 14,38 \text{ cm}$   
 $A_{cr} = 1438 \text{ cm}^2$   
 $\rho_{rcal} = 0,0054$   
 $\rho_r = 0,0060$   
 $\sigma_{si} = 2814 \text{ kgf/cm}^2$   
 $w_{k1} = 0,17 \text{ mm}$   
 $w_{k2} = 0,43 \text{ mm}$

**OK!**

**Necessidade de armadura pra força cortante:**

$f_{ctd} = 14,48 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\tau_{rd} = 3,62 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\rho_1 = 0,000957$   
 $N_{sd1} = 9175 \text{ kgf}$  carregamento SC  
 $N_{sd2} = 1125 \text{ kgf}$  carregamento PP  
 $\sigma_{cp} = 7,17 \text{ kgf/cm}^2$   
 $k = 1,20$   
 $V_{Rd1} = 25819 \text{ kgf}$   
 $V_{sd} = 14420 < 25819$  **OK!**

$f_{ctd} = 14,48 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\tau_{rd} = 3,62 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\rho_1 = 0,000762$   
 $N_{sd1} = 20225 \text{ kgf}$  carregamento SC  
 $N_{sd2} = 1125 \text{ kgf}$  carregamento PP  
 $\sigma_{cp} = 14,85 \text{ kgf/cm}^2$   
 $k = 1,20$   
 $V_{Rd1} = 30295 \text{ kgf}$   
 $V_{sd} = 29890 < 30295$  **OK!**

## 12.5.7 VERIFICAÇÃO DA TENSÃO NO SOLO

Reações máximas de apoio.

Figura 55 – Reações de apoio na base do muro

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Tonf	F2 Tonf	F3 Tonf	M1 Tonf-m	M2 Tonf-m	M3 Tonf-m
29	COMB1	Combination	0	0	0,3361	0	0	0
30	COMB1	Combination	0	0	0,3361	0	0	0
1588	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1589	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1590	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1591	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1592	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1593	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1641	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1642	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1643	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1644	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1645	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1646	COMB1	Combination	0	0	0,336	0	0	0
1594	COMB1	Combination	0	0	0,3359	0	0	0
1640	COMB1	Combination	0	0	0,3359	0	0	0

Reação de apoio máxima: 0,3361 tf

Dimensões do elemento: (0,2 x 0,2) m

Tensão no solo:  $0,3361 / (0,2 \times 0,2) = 8,4 \text{ tf}$  <  $10 \text{ tf/m}^2$





## VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS



Código para verificação: 05AC-FF66-0D4C-9A1C

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



LINCOLN SANTOS LIMA (CPF 382.XXX.XXX-00) em 18/05/2023 16:21:09 (GMT-03:00)

Papel: Parte

Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

<https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/05AC-FF66-0D4C-9A1C>