



REVISÕES							
Nº	DESCRIÇÃO	FIRMA	OS	DESENHADO	VERIFICADO	APROVADO	DATA
0	EMISSION INICIAL	A1MC	-	A1MC	A1MC	A1MC	05/02/23

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	ELABORADO	VERIFIC.	APROV.	AUT.	DATA
	A1MC	A1MC	A1MC	A1MC	05/02/23
Nº PROJ: 22016.PJF.MC.GEO.002					REVISÃO: 0

	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.
---	--

Prefeitura Municipal de Juiz de Fora Bairro Borboletas Memoria de calculo		PROJEÇÃO
CONTRATO 01.2022.016	ORDEM DE SERVIÇO -	

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

FORMATO A 4	ESCALA --	22016.PJF.MC.GEO.002	REVISÃO 0
	TOTAL DE FOLHAS 21		

SUMÁRIO

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	4
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	Objetivos Específicos.....	4
3.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3.1.	Localização da área de estudo	5
3.2.	Geologia	6
3.3.	Geotecnia.....	6
3.3.1.	Sondagem	6
3.3.2.	Perfil Geotécnico.....	6
4.	METODOLOGIA E NORMAS.....	8
5.	PREMISSAS DE PROJETO, ANÁLISE GEOTÉCNICA E RESULTADOS	8
5.1.	Descrição do Projeto	8
5.2.	Geometria de Projeto:	13
5.3.	Drenagem	13
5.4.	Proteção com Biomanta	13
5.5.	Tirantes	13
5.6.	Drenos Horizontais Profundos	14
6.	MEMORIAL DESCRITIVO DOS CALCULOS	14
6.1.	Dimensionamento dos Tirantes	16
6.2.	Comprimento do trecho ancorado.....	16
6.3.	Análises de estabilidade	17
6.4.	Dimensionamento Estrutural	19

LISTA DE FIGURAS

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
Figura 1	- Localização da área de estudo.	5
Figura 2	- Recorte de Mapa Geológico da Área de Estudo.	6
Figura 3	- Perfil Geológico – geotécnico Parametrizado.	7
Figura 4	- Arranjo Geral do Projeto com vista das cortinas (CA-1 e CA-2) bem como da terraplenagem.	10
Figura 5	- Arranjo Geral do Projeto com vista da cortina - CA-1 bem como da terraplenagem e drenagem superficial.	11
Figura 6	- Arranjo Geral do Projeto com vista da cortina - CA-2 bem como da terraplenagem e drenagem superficial.	11
Figura 7	- Vista Frontal Cortina CA-1.	12
Figura 8	- Vista Frontal Cortina CA-2.	12
Figura 9	- Seção transversal tipo - CA-1 e CA-2.	12
Figura 10	- Perfil Geológico – geotécnico Parametrizado com sua análise de estabilidade.	15
Figura 11	- Perfil Geológico – geotécnico, parametrizado e conoformado com a proposta do projeto.	15
Figura 12	- Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Taludes).	18
Figura 13	- Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Região da Cortina).	19
Figura 14	- Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Região da Cortina).	20

 Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura 	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		T E SEQUENCIAL FOLHA REVISÃO	22016.PJF.MC.GEO.002 3 / 21 0		

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Motivado por movimentações de “terra” ocorridas em uma encosta que possui na região do seu pé a rua José Lourenço, na cidade de Juiz de Fora-MG, deu-se início há uma campanha investigativa de engenharia geotécnica com finalidade de desenvolver projetos de engenharia visando a estabilização destas áreas. Existem nesta rua três pontos com necessidade de intervenção para as quais se busca uma solução de engenharia que relacione a viabilidade técnica e econômica por meio de estruturas de contenção que estabilizem a região afetada e consequentemente garanta a segurança para os trasuantes da localidade.

Dados Iniciais do projeto:


Proprietário	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora
Obra	Estabilização de taludes e projeto de contenção
Local Obra	Rua José Lourenço, Borboleta, Juiz de Fora, Minas Gerais- CEP: 36035689

2. OBJETIVOS

Este memorial tem como objetivo fornecer os elementos utilizados para concepção dos projetos de estabilização da encosta situada na Rua José Lourenço, na cidade de Juiz de Fora-MG, visando fornecer os elementos básicos do projeto e o seu orçamento executivo de modo a restituir as condições de segurança na região.

2.1. Objetivos Específicos

- Conceber um modelo geotécnico representativo da área de estudo;
- Avaliar a estabilidade do talude em condições naturais;
- Propor ajustes geométricos para formação de um talude estável;
- Dimensionar uma estrutura de contenção em Cortina Atirantada;
- Avaliar a estabilidade do talude em condições pós intervenção (computacionalmente); e
- Apresentar um orçamento básico para a obra.

 contato@a1mcengenharia.com.br		Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	4 / 21	0

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Buscando entender a localização da área de estudo, o meio físico local e suas principais características geológicas geotécnicas foi desenvolvido uma campanha inicial por meio de levantamento topográfico e de realização de ensaios geotécnicos por meio de sondagem de simples reconhecimento tipo SPT. Ainda levando em consideração o levantamento topográfico previamente realizado e com base em estudo bibliográfico foi possível realizar a caracterização geológica da área.

3.1. Localização da área de estudo

A área objeto, encontra-se localizada no município de Juiz de fora na Zona da Mata mineira, a sudeste da capital (Belo Horizonte) distando cerca de 283 km. O Acesso ao município se faz pelas rodovias BR-040 e BR-267. A primeira rodovia liga Juiz de Fora as capitais Belo Horizonte (272 Km ao norte da cidade), Rio de Janeiro (180 Km ao sul da cidade) e Brasília (1.007 Km a noroeste da cidade). A segunda rodovia liga Juiz de Fora, principalmente, as cidades vizinhas da Zona da Mata e dá acesso a BR-116. Os acidentes geotécnicos estão localizados segundo informações do Google Maps na rua José Lourenço no bairro Borboleta, conforme pode ser vislumbrado na Figura 1.

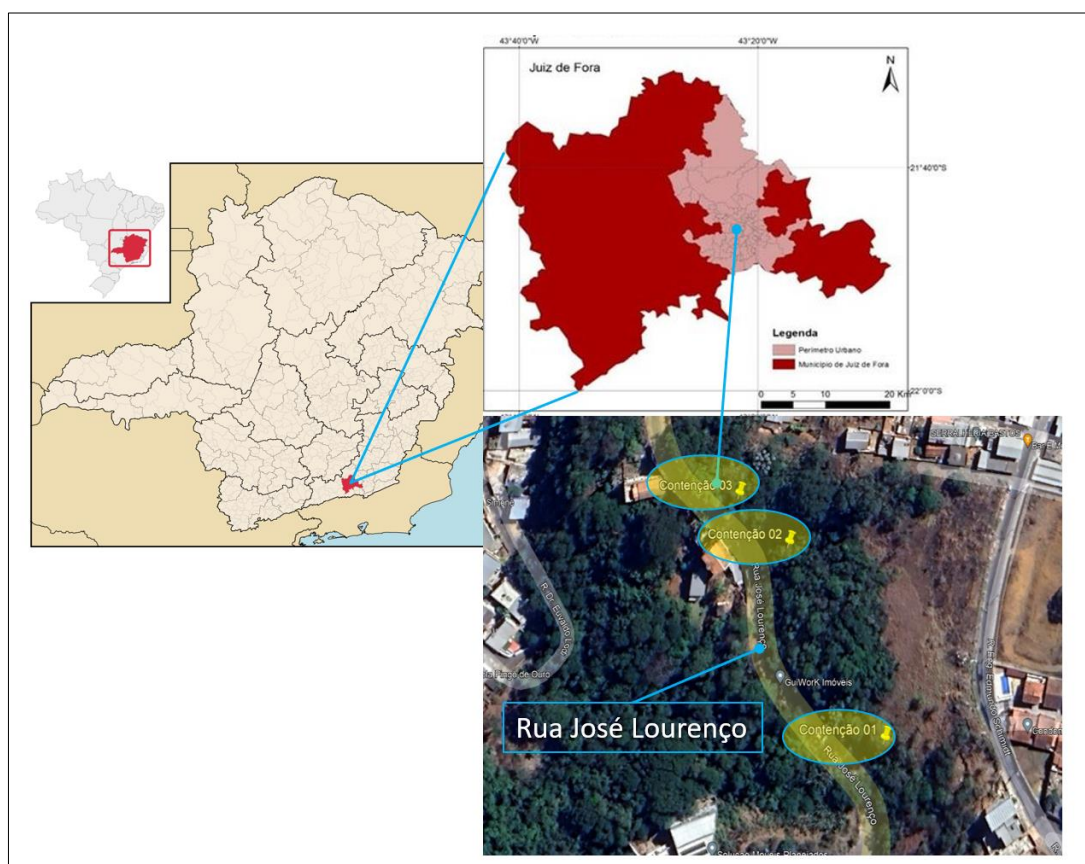


Figura 1 - Localização da área de estudo.

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	 Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	5 / 21	0

3.2. Geologia

Conforme mapa geológico, Figura 2, a base litológica da região é constituída de (Sillimanita)-granada-biotita gnaiss, com intercalações de quartzito impuro, rocha calcissilicática, anfibolito e gondito. As análises das rochas no bairro Borboleta aponta para biotita-gnaiss, sendo o material de intemperismo classificado como autóctone. Predomina na região direções de descontinuidade NO-SE e NE-SO, mergulhando W e E, com ângulos de mergulho de 15° a 20°, aparecendo também em destaque ângulos de mergulho de 35° a 40°.

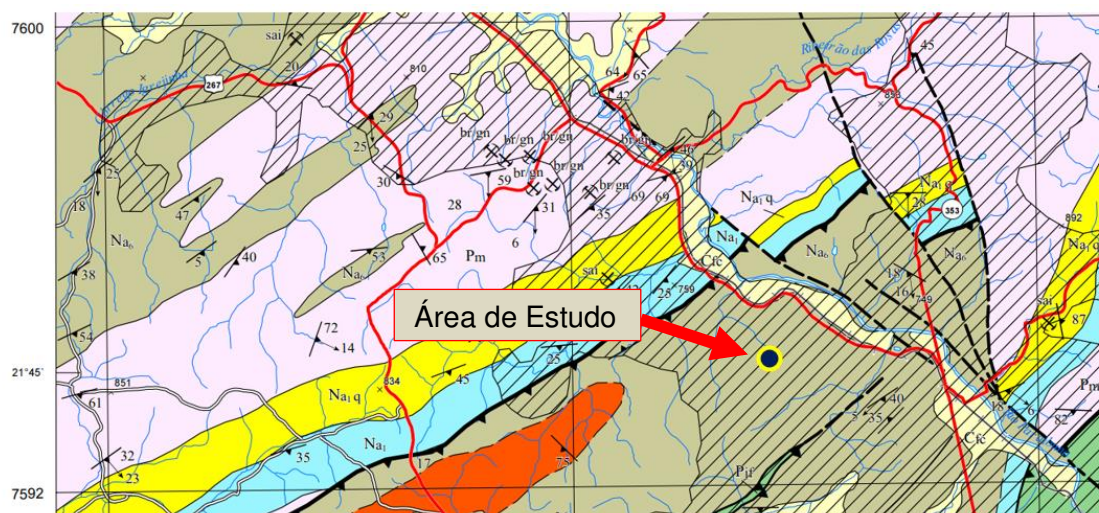


Figura 2 - – Recorte de Mapa Geológico da Área de Estudo.

3.3. Geotecnia

3.3.1. Sondagem

Conforme laudo de sondagem, na área de estudo é encontrado, geotecnicamente, na superfície do topo do talude uma camada média, de seis (6) metros de solo, constituída de argila siltosa de consistência muito mole na superfície a rija na maior profundidade de cor marrom com pigmentos variegados. Abaixo dessa camada segundo perfil intempérico é encontrada uma camada de solo com presença de pedregulhos com dois (2) metros de espessura em média, com textura predominante de silte argiloso de consistência rija a dura e cor marrom. Por tanto a área é pedologicamente constituída de um solo residual maduro de biotita gnaisse, pouco espesso.

3.3.2. Perfil Geotécnico

Geotecnicamente o perfil trata-se de um solo residual, com textura predominante argila siltosa, apresentando topo rochoso raso, ou seja, de pouca profundidade com cerca de 9 m (na média) dividido

em duas camadas em função da compactidade. Por meio de correlações paramétricas propostas por Godoy (1983) e Berberian (2013) é possível estimar que o solo na superfície e em condições efetivas apresente peso específico aparente na ordem de 18 kN/m³, coesão efetiva com valores na ordem de 10,5 kPa e ângulo atrito de 19,6°, ver Figura 3. Este perfil apresenta vulnerabilidade (susceptibilidade) à erosão laminar e um comportamento mecânico muito instável a cortes em taludes devido as discontinuidades reliqueares existentes. Na maioria do tempo apresenta um comportamento não saturado, mas sobre condições pluviométricas duradouras a sua camada superior pode apresentar uma queda brusca da sucção e consequentemente vir a saturar apresentando-se como um material de baixa resistência que em condições de ruptura poderia apresentar-se sobre solicitações não drenadas. Ainda por se tratar de um perfil pré-adensado as análises de resistência geotécnica podem ser efetuadas em condições efetivas. Um resumo geotécnico do perfil encontrado na área de estudo pode ser vislumbrado na Figura 3, cuja base de concepção se deu por intermédio das sondagens a percussão (SPT's) avaliando tanto a textura como os valores de NSPT das camadas ou seja a concepção geotécnica do perfil foi desenvolvida com base na média dos NSPT's levando em consideração também a textura do material e a topografia.

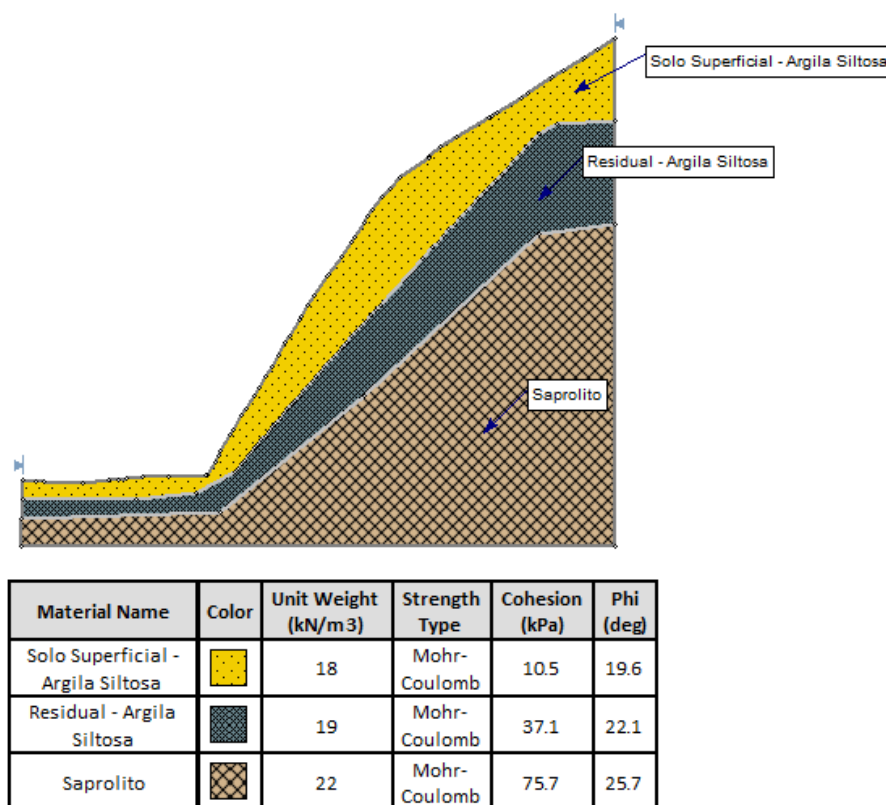


Figura 3 – Perfil Geológico – geotécnico Parametrizado.

4. METODOLOGIA E NORMAS

Para a execução deste memorial foram realizadas as seguintes etapas de investigação: visita técnica a área impactada, análise das sondagens tipo SPT e estudo da topografia da área. Permitindo a definição de um perfil geotécnico de projeto, o desenvolvimento de um projeto de terraplenagem para estabilização da encosta e execução da análise de estabilidade geotécnica dos talude com a cortina atirantada proposta para região do pé do talude, bem como da condição global envolvendo o talude abatido com a cortina atirantada.

Como referência para o desenvolvimento dos estudos utilizou-se os seguintes documentos:

- Levantamento Topográfico
- Laudos de Sondagem

Prova de Conceito

Ainda visando atender as normas vigentes os documentos gerados foram concebidos com base nas normas relacionadas abaixo e utilizadas na sua revisão mais recente, como base de instruções e procedimentos.

NBR - 6484:2020 - Sondagem de Simples reconhecimentos com SPT – Método de ensaio

NBR - 6502:2022 - Rochas e Solos

NBR - 8044: 2018 - Projeto geotécnico - Procedimento

NBR - 11682:2009 - Estabilidade de encosta

NBR - 6122:2019 - Projeto e execução de fundações



NBR - 6118:2019 - Versão Corrigida: 2014 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento

NBR - 5629:2018 - Tirantes ancorados no terreno — Projeto e execução

5. PREMISSAS DE PROJETO, ANÁLISE GEOTÉCNICA E RESULTADOS



5.1. Descrição do Projeto

Visando atender a melhoria da estabilidade e por se tratar de movimentações ligeiramente planares de camadas bastante espessas de solo, residual, com presença de estrutura reliqueares, preliminarmente é indicado a aplicação de uma cortina atirantada na base do talude, que inclusive apresenta grande altura e um recorte do terrapleno a montante da cortina atirantada, visando retirada de solo mais frágil e que ainda deverá ser tratado com biomanta, após terraplenagem, para trata-lo contra possibilidade

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	 Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	8 / 21	0

de erosões assim como a construção de uma canaleta de proteção da crista e canaleta lateral do talude visando a disciplina do excedente pluviométrico. A cortina deverá dispor de drenos horizontais profundos (DHP's) para drenar eventuais sistema de infiltração pluviométrica e ou níveis d'água não levantados pela sondagem e que possam comprometer o funcionamento da estrutura, também deverá compor o sistema de drenagem barbacãs. O projeto conta com 02 cortinas projetadas em concreto armado e com altura em relação a vertical de 9 metros e comprimentos variáveis, nas diferentes zonas instáveis denominas de CA1 e CA2.

As análises de estabilidade foram realizadas limitando-se a seção mais crítica da região, analisando a estabilidade localmente do talude e da cortina bem como a estabilidade global da encosta. O projeto elaborado buscou soluções que atendessem os critérios de estabilidade de acordo com a ABNT NBR 5629:2018 – Tirantes ancorados no terreno – Projeto e Execução. As cortinas em concreto armado foram projetadas conforme critérios estabelecidos na ABNT NBR 6118:2018 e deverão ser executadas com concreto com fck de 30 MPa com armadura CA-50. Na Figura 4 é ilustrada o arranjo geral do projeto, nas Figuras 5 e 6, uma ilustração mais proxima da região de cortina CA-1 e CA-2, a vista frontal da cortina CA-1 e CA-2 é vista nas Figuras 7 e 8 respectivamente e a seção típica para a cortina CA-1 e CA-2 pode ser visualizada na Figura 9.

 A1MC Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura 	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
	T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
			22016.PJF.MC.GEO.002	9 / 21	0

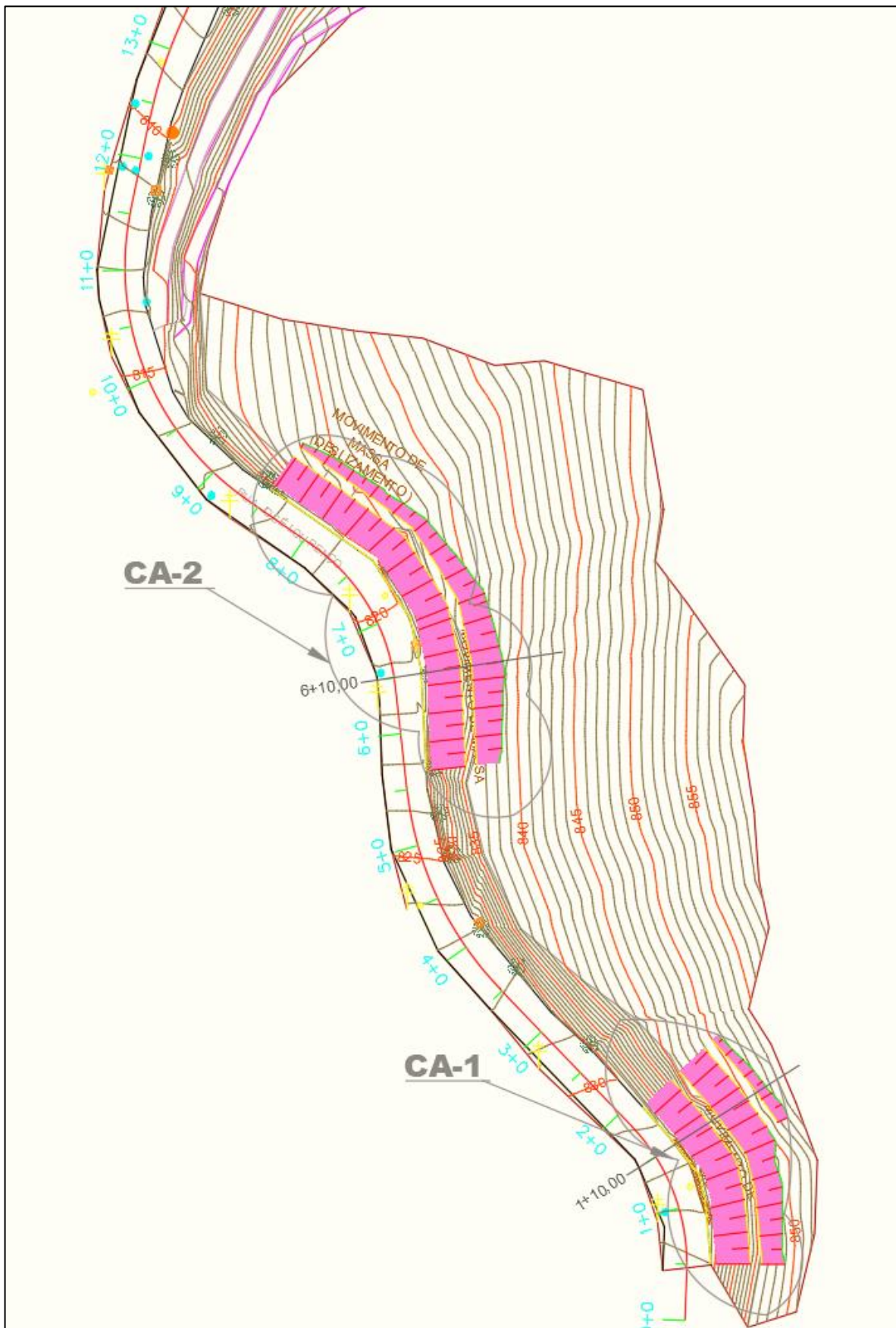


Figura 4 – Arranjo Geral do Projeto com vista das cortinas (CA-1 e CA-2) bem como da terraplenagem.

A1MC_φ Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		SEQUENCIAL		FOLHA	REVISÃO
		22016.PJF.MC.GEO.002		10 / 21	0

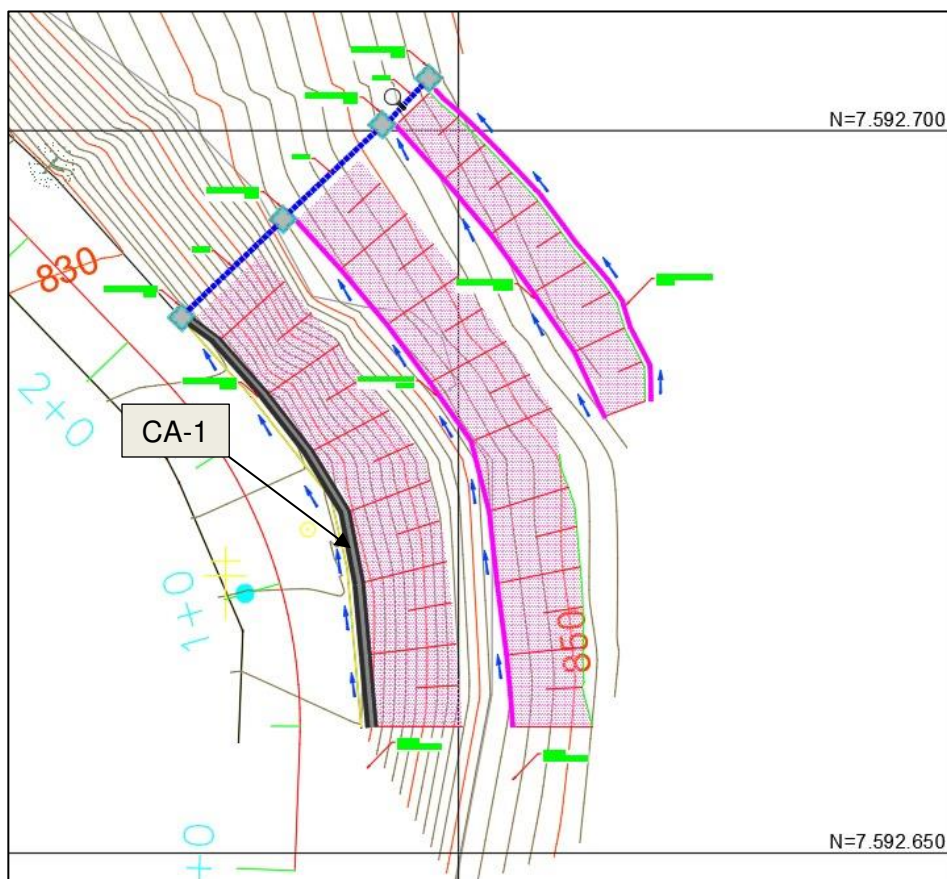


Figura 5 – Arranjo Geral do Projeto com vista da cortina - CA-1 bem como da terraplenagem e drenagem superficial.

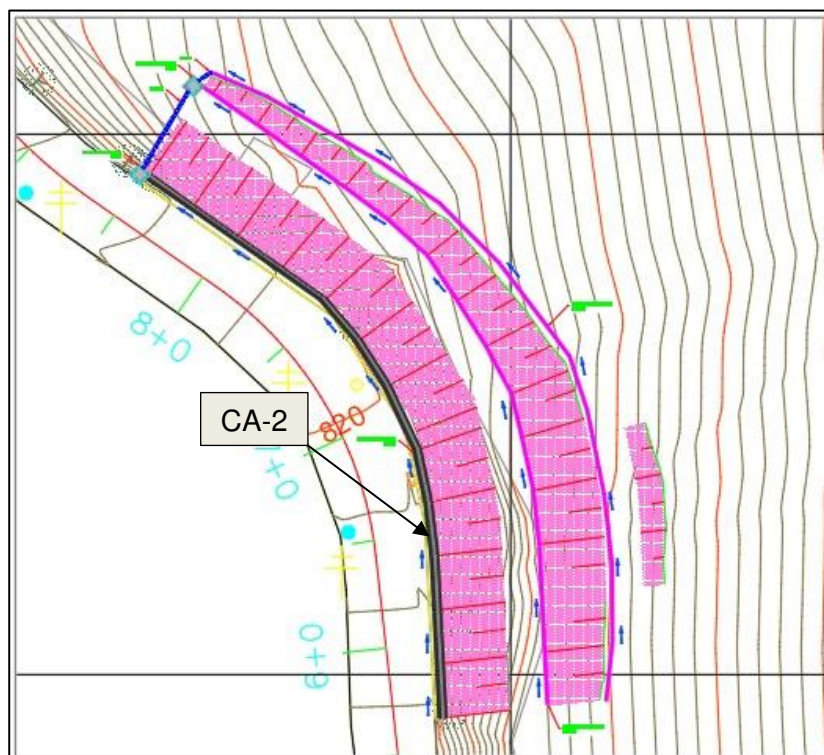


Figura 6 – Arranjo Geral do Projeto com vista da cortina - CA-2 bem como da terraplenagem e drenagem superficial.

A1MC Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		SEQUENCIAL		FOLHA	REVISÃO
		22016.PJF.MC.GEO.002		11 / 21	0

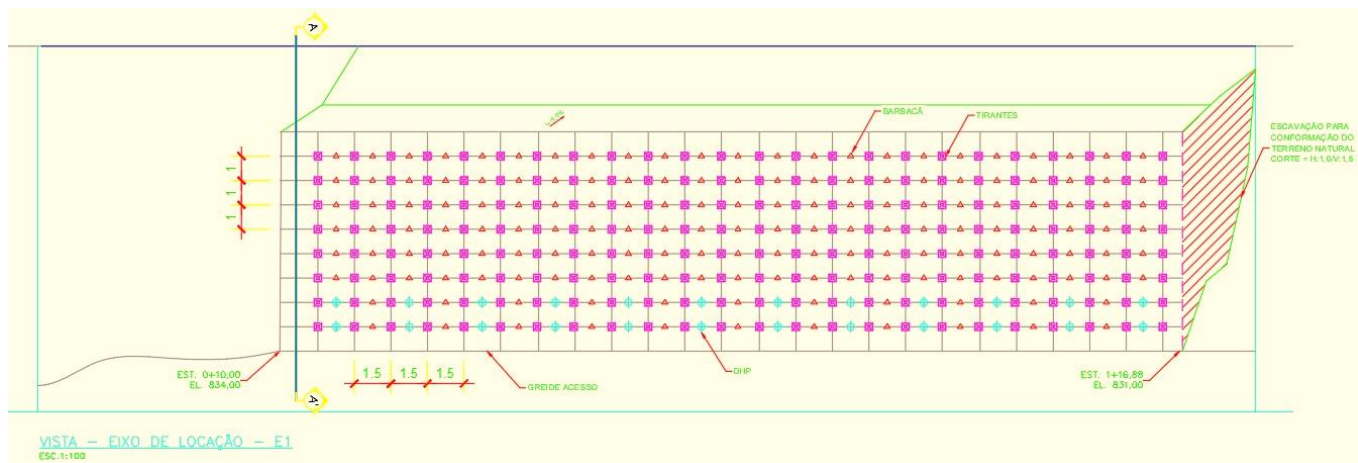


Figura 7 – Vista Frontal Cortina CA-1.

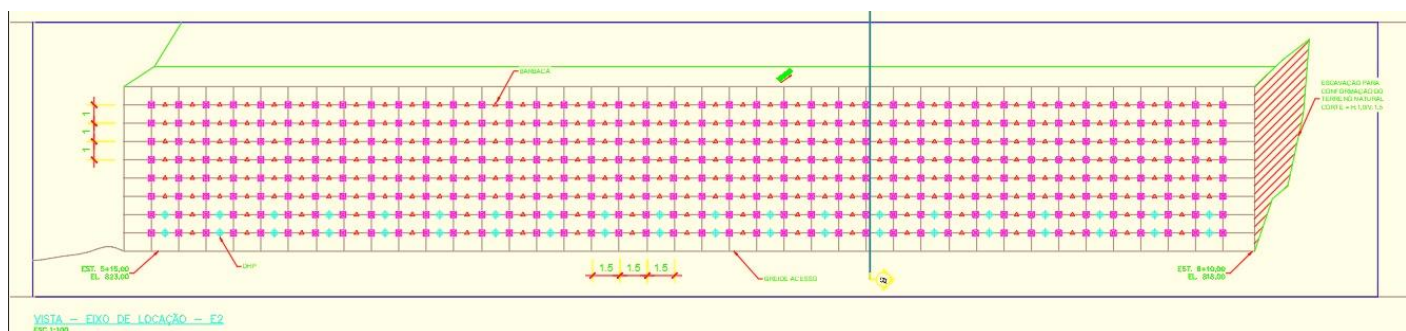


Figura 8 – Vista Frontal Cortina CA-2.

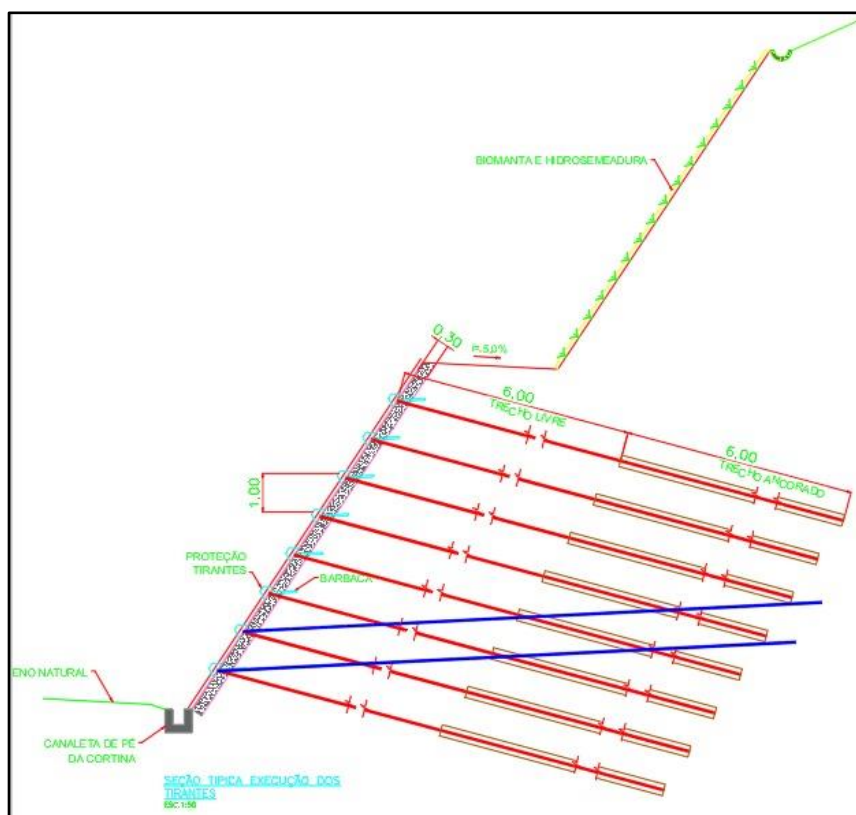


Figura 9 – Seção transversal típica - CA-1 e CA-2.

A1MC_φ Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		T E SEQUENCIAL 22016.PJF.MC.GEO.002	FOLHA 12 / 21	REVISÃO 0	

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/80FO-5149-2FD9-4FF9> e informe o código 80FO-5149-2FD9-4FF9



5.2. Geometria de Projeto:

Visando uma melhor estabilização, menor volume de corte e aterro, foram adotadas as seguintes premissas: geometricamente após terraplenagem o talude assumira altura de 9 metros entre banquetas; inclinação de 1,5:1 (V:H); as banquetas terão 3,5 metros de largura inclinadas para montante com 5% e a cortina atirantada irá acompanhar o primeiro nível do talude (na base), mantendo-se a inclinação do mesmo.

5.3. Drenagem

Na crista da área intervida deverá ser construída uma canaleta de proteção, a qual descarregará o excedente pluviométrico nas canaletas laterais (tipo meia cana) que receberá também o excedente da área do talude, cujo o fluxo de escoamento ocorrerá no encontro da banqueta com a face do talude.



5.4. Proteção com Biomanta

Visando a estabilização dos taludes contra processos erosivos propõe-se a aplicação de biomanta. As biomantas são constituídas por fibras flexivas de vegetais desidratadas, que são entrelaçadas por meio de costura com o uso de fios resistentes degradáveis de polipropileno. Assim, a biomanta tem a função de proteger o solo contra erosão, facilitar o afloramento da vegetação previamente inserida no solo por hidrossemeadura, bem como a manutenção dos nutrientes que estes vegetais necessitam para desenvolvimento e crescimento. Dessa forma essa combinação visa a inserção de uma camada vegetal, e principalmente prevenir o arraste de sedimentos provocados pelos altos índices pluviométricos da região que agravam as patologias identificadas.

A Biomanta deverá **OBRIGATORIAMENTE** ser fixada sobre o talude com uso de grampo metálicos com diâmetro de 3.4 mm – Aço CA-50, fazendo o transpasse na aplicação da Biomanta igual a 20 cm, o comprimento dos grampos pode variar de tamanho mas penetrando no solo no mínimo 12 cm. A instalação da Biomanta deve ser iniciada do topo do talude para sua base, garantindo que a biomanta fique aderida ao solo.

5.5. Tirantes

Os tirantes deverão ser executados conforme detalhes executivos apresentados nos desenhos de projeto. Devem ser realizados ensaios de recebimento em todos os tirantes. Em relação aos ensaios de qualificação, devem ser realizados a execução em no mínimo 1% dos tirantes da obra. Dessa forma,

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	 Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	13 / 21	0


para o presente projeto, deve ser realizado um total de 5 (cinco) ensaios de qualificação, sendo 02 (dois ensaios) na cortina CA-1 e (três ensaios) na cortina CA-2. Os procedimentos devem seguir aos critérios estabelecidos na ABNT NBR 5629:2018. O diâmetro estabelecido do furo é de 100 mm.

5.6. Drenos Horizontais Profundos

O sistema de drenagem horizontal profunda (DHP's) deverá ser realizado com profundidade mínima de 15 metros com espaçamento conforme apresentado no projeto. Os detalhes executivos são apresentados nos desenhos (projeto anexo).

6. MEMORIAL DESCRITIVO DOS CALCULOS

O projeto elaborado buscou soluções que atendessem os critérios de estabilidade de acordo com a NBR ABNT 5629:2018 – Tirantes ancorados no terreno – Projeto e Execução. Para o presente projeto, as análises de estabilidade foram realizadas limitando-se a seção mais crítica, analisando inicialmente a condição natural da estabilidade global da encosta, conforme pode ser vislumbrado pela Figura 10 cujo resultado demonstra que na condição atual o talude encontra-se instável, com fator de segurança abaixo do recomendado. Os fatores de segurança foram estabelecidos conforme os critérios apresentados na NBR ABNT 5629:2018 norma esta que estabelece os critérios mínimos para as análises local e global. Para o caso de obras permanentes, caso do projeto em questão é estabelecido que devem ser atendidos os fatores de segurança mínimos a depender dos riscos envolvidos. Em relação ao nível de segurança contra danos a vidas humanos, adotou-se um risco médio, haja visto que a presença de pessoas na área é do tipo trasuente por se tratar de uma via urbana e o nível de segurança contra danos materiais e ambientais também foi considerado médio, devido ao impacto econômico que poderia ocorrer caso ocorresse algum problema como a interdição e interrupção da via. Dessa forma levando em consideração as diretrizes da norma, para a região objeto desse estudo, o FS (Fator de segurança) mínimo deve ser de 1,4. Assim como naturalmente (sem implantação da infraestrutura projetada) o talude apresenta fator abaixo do adotado (1,4), o mesmo é considerado instável (Figura 10).

<div><div>A1MC_φ</div><div>Engenharia e Projetos</div><div>contato@a1mcengenharia.com.br</div></div>	<div>Juiz de Fora</div> <div>Prefeitura</div> <div></div>	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	14 / 21	0

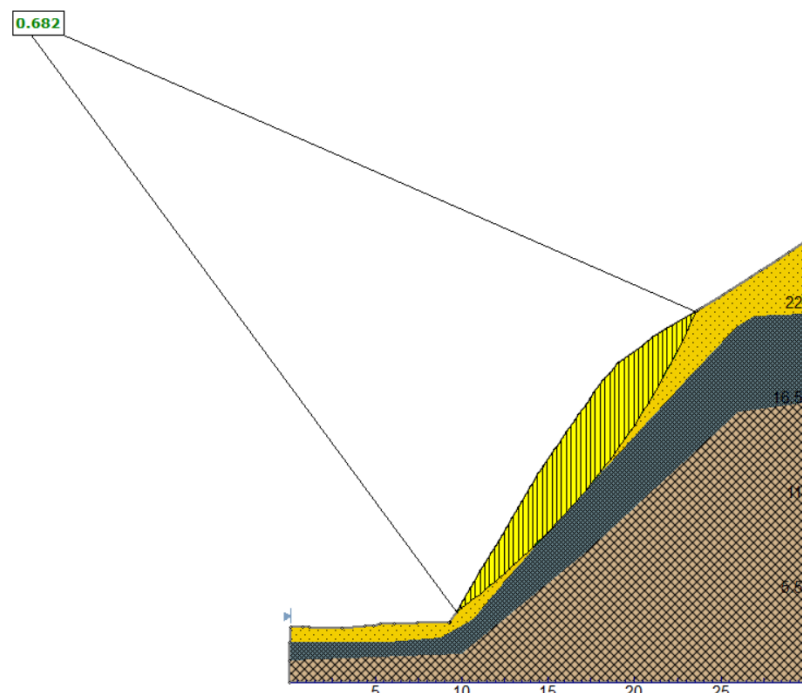


Figura 10 – Perfil Geológico – geotécnico Parametrizado com sua análise de estabilidade.

Considerando a implantação da solução proposta verifica-se de acordo com os parâmetros de resistência adotados por meio de parametrização conforme o item 3.3.2 e a implantação da geometria de terraplenagem detalhada com disposição da cortina atirantada, que a seção crítica assume a forma apresenta na Figura 11.

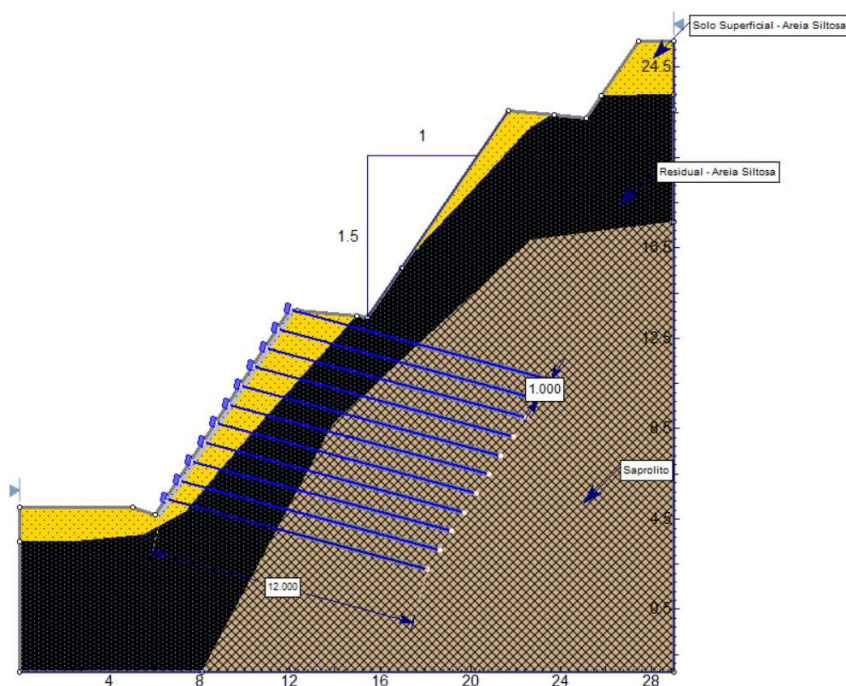


Figura 11 – Perfil Geológico – geotécnico, parametrizado e conoformado com a proposta do projeto.

A1MC_φ Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		T E SEQUENCIAL		FOLHA	REVISÃO
		22016.PJF.MC.GEO.002		15 / 21	0

6.1. Dimensionamento dos Tirantes

Conforme estabelecido na NBR 5629:2018 a seção do tirante deve ser calculada a partir do esforço máximo no qual será submetido. Para tirantes permanentes a norma estabelece a Equação 1:

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{1,75} \times 0,9 \quad (1)$$

Onde:

σ_{adm} : é igual à tensão admissível no aço expresso em MPa; e

f_{yk} : é igual à resistência característica do aço ao escoamento expresso em MPa.

Para o presente projeto foi estabelecido o Tirante com barra de aço CA-50 com $\varnothing=32$ mm. O mesmo poderá ser substituído por barra do tipo DYWIDAG ou similar, desde que atenda aos requisitos mínimos para os fatores de segurança. Dessa forma, têm-se os seguintes resultados:

- $\sigma_{adm} = 500 \times 0,9 / 1,75 = 257,14$ MPa; e

- Carga do Tirante = $\sigma_{adm} \times \text{Área transversal do Tirante} = 206,81$ KN.

6.2. Comprimento do trecho ancorado

Conforme estabelecido na NBR 5629:2018 o comprimento do trecho ancorado do tirante deve ser estabelecido em projeto, cujo desempenho deve ser verificado por meio de ensaios e ajustado conforme necessidade. Para o dimensionamento da capacidade de carga do bulbo dos tirantes foi utilizado a equação proposta por Porto (2015), que correlaciona a resistência ao cisalhamento do bulbo com solo (q_s), utilizando o valor do NSPT médio na região de ancoragem. O autor propõe a Equação 3 para estimativa do valor de resistência ao cisalhamento (q_s em kN/m²). Em relação a capacidade de carga do bulbo (TL em kN), foi adotado a Equação 2, conforme segue a seguir:



$$TL = \pi \cdot D_s \cdot L_a \cdot q_s \quad (2)$$

Onde:

D_s : é o diâmetro médio do bulbo (m); e

L_a : é o comprimento do bulbo de ancoragem em (m).

$$q_s = 10 \cdot k \cdot \left(\frac{NSPT}{3} + 1 \right) \quad (3)$$

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	 Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	16 / 21	0

Onde:

k: é o coeficiente de ancoragem de acordo com o tipo de solo (argila siltosa: 1,97); e



NSPT: média do NSPT na região do bulbo de ancoragem.

Foi considerado o NSPT médio de 20 para o dimensionamento da capacidade de carga do bulbo no qual os tirantes estarão ancorados. Através da Equação 3 proposta por Porto (2015) obteve-se um qs igual a 151 kN/m² e a capacidade de carga do Bulbo aproximadamente igual a 284 kN, por tanto com um comprimento ancorado igual a 6 metros e diâmetro médio do bulbo igual a 100 mm, têm-se a capacidade de carga do bulbo por metro TL/m igual a 31,6 kN/m ao aplicar um fator de segurança igual a 1,5 sobre o resultado final. Entretanto de modo conservador, em função da geologia local que apresenta estruturas relíquias na forma de descontinuidades planares, foi adotado um valor de TL/m igual a 15 kN/m, até por que as análises foram realizadas apenas com dados de SPT.

6.3. Análises de estabilidade

As análises de estabilidade foram realizadas considerando rupturas não circulares com FS calculado pelo método de Spencer para região não ancorada, Bishop simplificado (mais conservador) para a região com os tirantes, critério de ruptura de Mohr-Coulomb, materiais homogêneos e isotrópicos e demais critérios e premissas apresentados anteriormente.

Os resultados das análises, para a condição após a execução das cortinas e terraplenagem estão apresentados nas Figuras 12 e 13, que atenderam ao fator mínimo de segurança adotado no projeto igual a 1,4.

 Engenharia e Projetos contato@a1mcengenharia.com.br	 Juiz de Fora Prefeitura	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	17 / 21	0

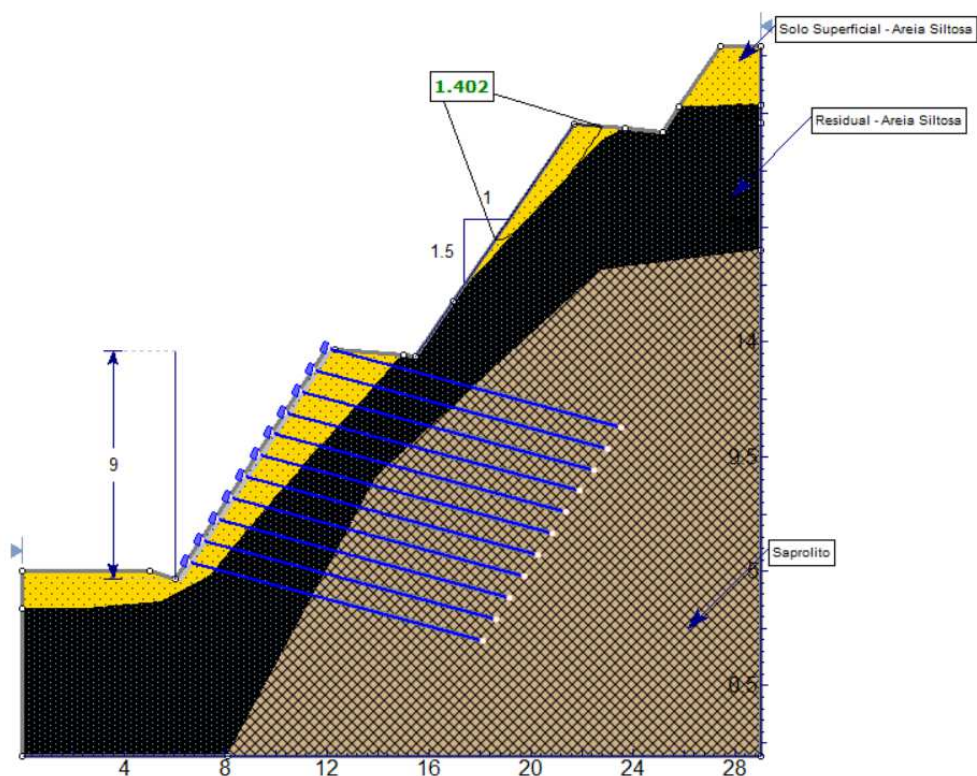


Figura 12 – Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Taludes).

Para região com a implantação de uma malha de tirantes, de 1,0 m na vertical x 1,5 m na horizontal, com 12,0 metros de profundidade dos quais 6,0 metros constitui o bulbo de ancoragem, instalados a 15° de inclinação com a horizontal, obteve-se localmente um fator de segurança igual 2,7 atendendo os requisitos mínimos estabelecidos pela norma conforme pode ser visualizado pela Figura 13. As especificações apresentadas anteriormente foram adotadas e analisadas no software Slide Rocscience Inc. versão 9.014.

 A1MC_φ Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura 	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		T E SEQUENCIAL 22016.PJF.MC.GEO.002	FOLHA 18 / 21	REVISÃO 0	

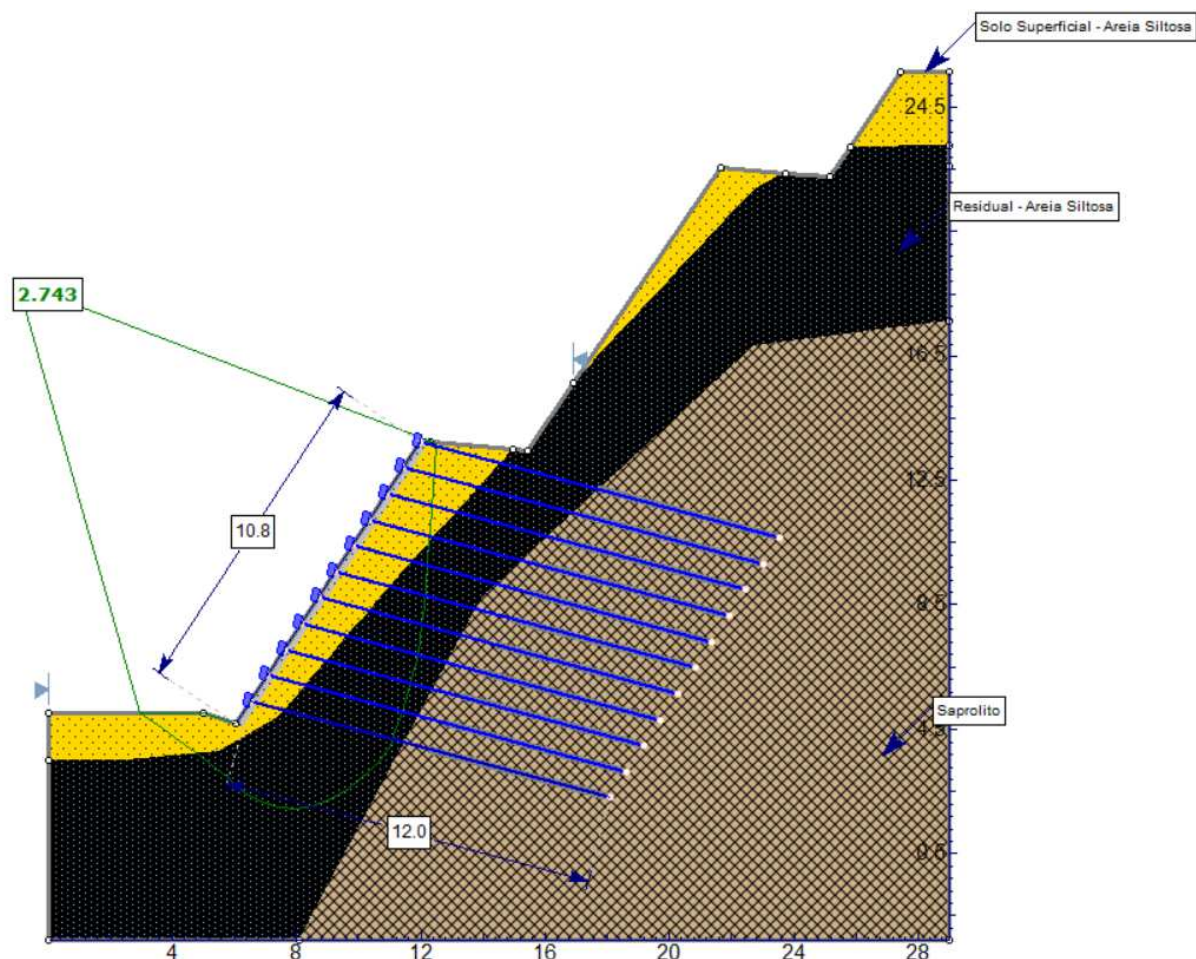


Figura 13 – Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Região da Cortina).

6.4. Dimensionamento Estrutural

O dimensionamento estrutural das cortinas foi realizado com base na NBR 6118:2014, adotando-se um concreto da classe 30 (C30), e armadura CA-50. Visando simplificar os calculos mas a favor da segurança a estrutura foi dimensionado considerando-a na posição vertical, nessas condições o valor máximo da força de cisalhamento foi de 77,31 kN/m e o Momento máximo igual 18,99 kN/m. Conforme pode ser visto nos diagramas da Figura 14, a seguir.

 A1MC_φ Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	Juiz de Fora Prefeitura 	Prefeitura Municipal de Juiz de Fora			
		T E SEQUENCIAL 22016.PJF.MC.GEO.002	FOLHA 19 / 21	REVISÃO 0	

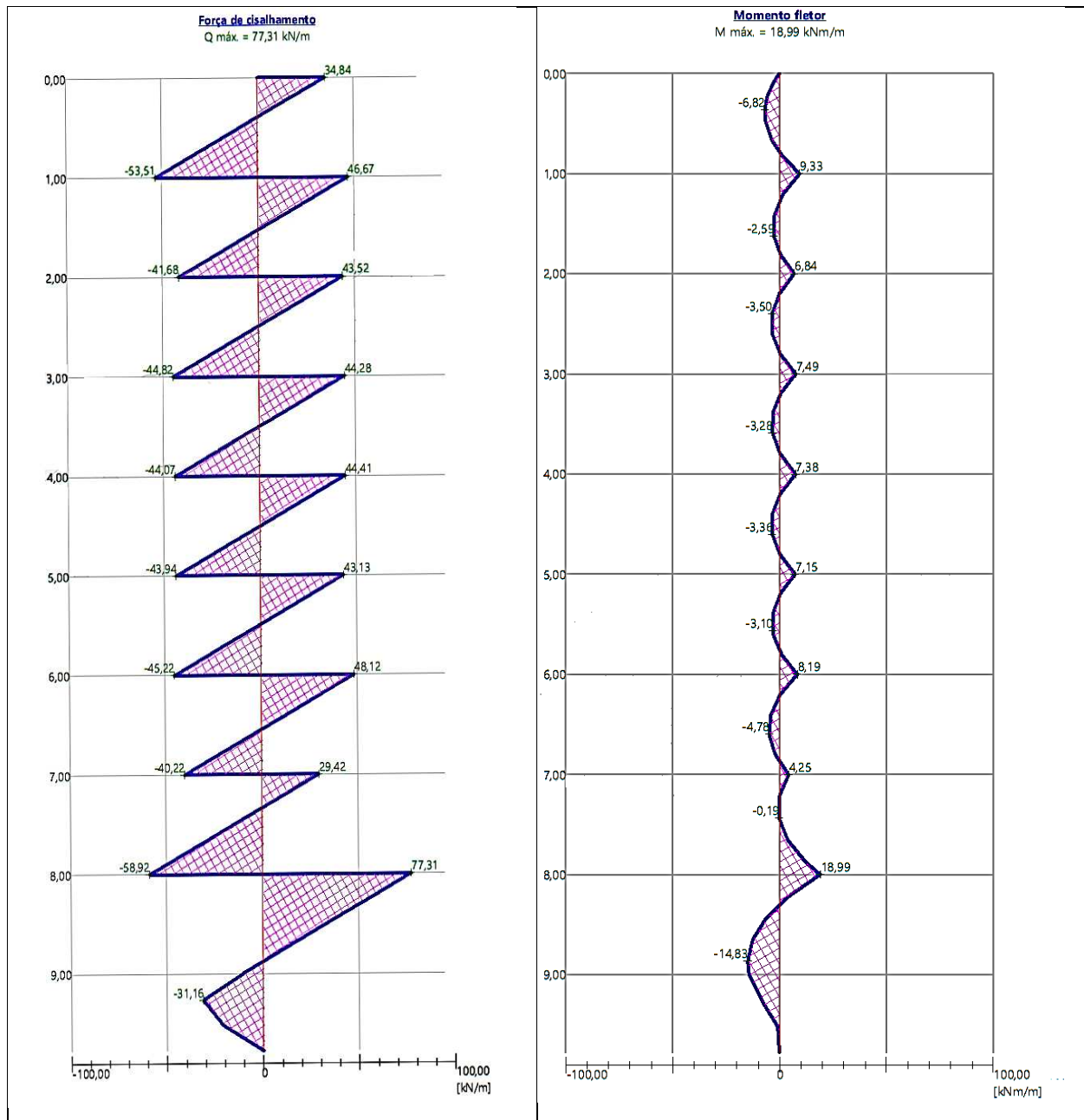




Figura 14 – Seção característica – Análise de estabilidade na Condição após intervenções (Região da Cortina).


O momento fletor máximo resistente de cálculo (MRd) considerando a disposição de 4 barras de 12 mm por metro aplicadas verticalmente em relação a seção transversal do muro (com 30 cm de largura), amarradas por duas barras de 16 mm a cada metro, em cada face do muro, isto é, repetindo a disposição relatada em cada face do muro a estrutura é capaz de suportar 74,27 kN.m/m (MRd) e uma força de cisalhamento última de cálculo (VRd) igual a 367,8 kN/m. Como pode ser visto as solicitações máximas para momento (18,99 kN.m/m) e cortante (77,31 kN.m/m) são inferiores as capacidades de resistência calculadas. Ainda visando redução da fissuração deverá ser disposto na mesma direção da armadura de 16 mm, uma armadura de 6.2 mm afastada de 15 cm, excetuando-se os pontos onde


ja haverá a barra de 16 mm, em ambas as faces. Foi adotado cobertura de 50 mm considerando uma classe de agressividade igual a IV.

 Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br		Prefeitura Municipal de Juiz de Fora				
		T	E	SEQUENCIAL	FOLHA	REVISÃO
				22016.PJF.MC.GEO.002	21 / 21	0



REVISÕES							
Nº	DESCRIÇÃO	FIRMA	OS	DESENHADO	VERIFICADO	APROVADO	DATA
0	EMISSÃO INICIAL	A1MC	-	A1MC	A1MC	A1MC	14/02/22
1	INSERIDO DOIS LOCAIS	A1MC	-	A1MC	A1MC	A1MC	30/03/23

 <p>A1MC Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br</p>	ELABORADO	VERIFIC.	APROV.	AUT.	DATA
	-	-	-	-	14/02/22
Nº PROJ: 22016.PJF.RE.SDG.002					REVISÃO: 1

 <p>JUIZ DE FORA PREFEITURA</p>	<p>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.</p>
---	---

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA/MG INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA JUIZ DE FORA/MG RUA JOSÉ LOURENÇO		PROJEÇÃO
CONTRATO 016/2022	ORDEM DE SERVIÇO -	

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

FORMATO A 4	ESCALA --	22016.PJF.RE.SDG.002	REVISÃO 1
	TOTAL DE FOLHAS 20		

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao>

SUMÁRIO


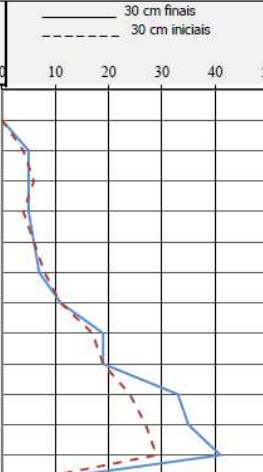
1	RELATÓRIOS DE CAMPO	3
1.1	SPT 01.....	3
1.1.1	Boletim sondagem a percussão	3
1.2	SPT 02.....	8
1.2.1	Boletim sondagem a percussão	8
1.3	ST-01	11
1.3.1	Boletim sondagem a trado	11
1.4	FOTOS	16

1 RELATÓRIOS DE CAMPO

1.1 SPT 01

1.1.1 Boletim sondagem a percussão

A1MC Engenharia e Projetos										Cliente: Prefeitura de Juiz de Fora/ MG Obra: Construção Civil Local: Rua José Lourenço - Juiz de Fora/MG									
Relatório de Sondagem										Nº 030/2023									
Furo SP 01 Cota 114,000										SPT - Standard Penetration Test Camadas - Classificação dos solos									
Revestimento										30 cm finais 30 cm iniciais									
Método cravação																			
Cota relação R.N.																			
NA Inc.																			
NA Final																			
Índice de SPT inicial/30cm																			
Índice SPT final/30cm																			
Amostrador																			
Prof. Camadas (m)																			
2.0																			
Tubo de aço																			
CA																			
109																			
104																			
99																			
94																			
89																			
84																			
79																			
Não foi encontrado N.A.																			
1																			
4																			
5																			
5																			
5																			
8																			
12																			
13																			
19																			
22																			
26																			
28																			
5,00																			
8,00																			
11,45																			
Argila pouco siltosa, pouco arenosa de consistência mole a média de cor marrom.																			
Silte arenoso de consistência pouco compacto a medianamente compacto de cor marrom com pigmentos variegados.																			
Alteração de rocha siltosa de consistência compacta a muito compacta de cor variegada.																			
↑ Furo terminado e impenetrável																			
Nível d'água																			
Amostrador																			
Revestimento Ø 2 3/8 "																			
Peso 65,0 kg																			
Data de execução																			
Início 06/03/2023																			
término 07/03/2023																			
Digitar																			
Eric Bedeschi																			
Engº																			
Ladir Gonçalves Nogueira																			
13/03/2023 Folha 01																			

										Cliente: Prefeitura de Juiz de Fora/MG Obra: Construção Civil Local: Rua Jose Lourenço- Juiz de Fora/MG			
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem				
									Furo	SP 01			
								Cota 100,000					
								SPT - Standard Penetration Test					
								Camadas - Classificação dos solos					
4.0	Trado Helicoidal	95						6,00	Argila pouco siltosa de consistência mole a média de cor marrom.				
											4	5	1
											6	5	2
											4	5	3
											6	6	4
											8	7	5
											11	11	6
											17	19	7
											19	19	8
											24	33	9
											27	35	10
											29	41	11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23
													24
													25
													26
													27
													28
													29
													30
													31
													32
													33
													34
													35
													36
													37
		38											
Nível d'água		Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução							
NA Inic. m 07/03/2023		Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg		Início 07/03/2023							
NA Final m 08/03/2023		Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm		término 07/03/2023							
Digitar		Eric N. Bedeschi		Engº		Ladir Gonçalves Nogueira							
						13/03/2023 Folha 01							



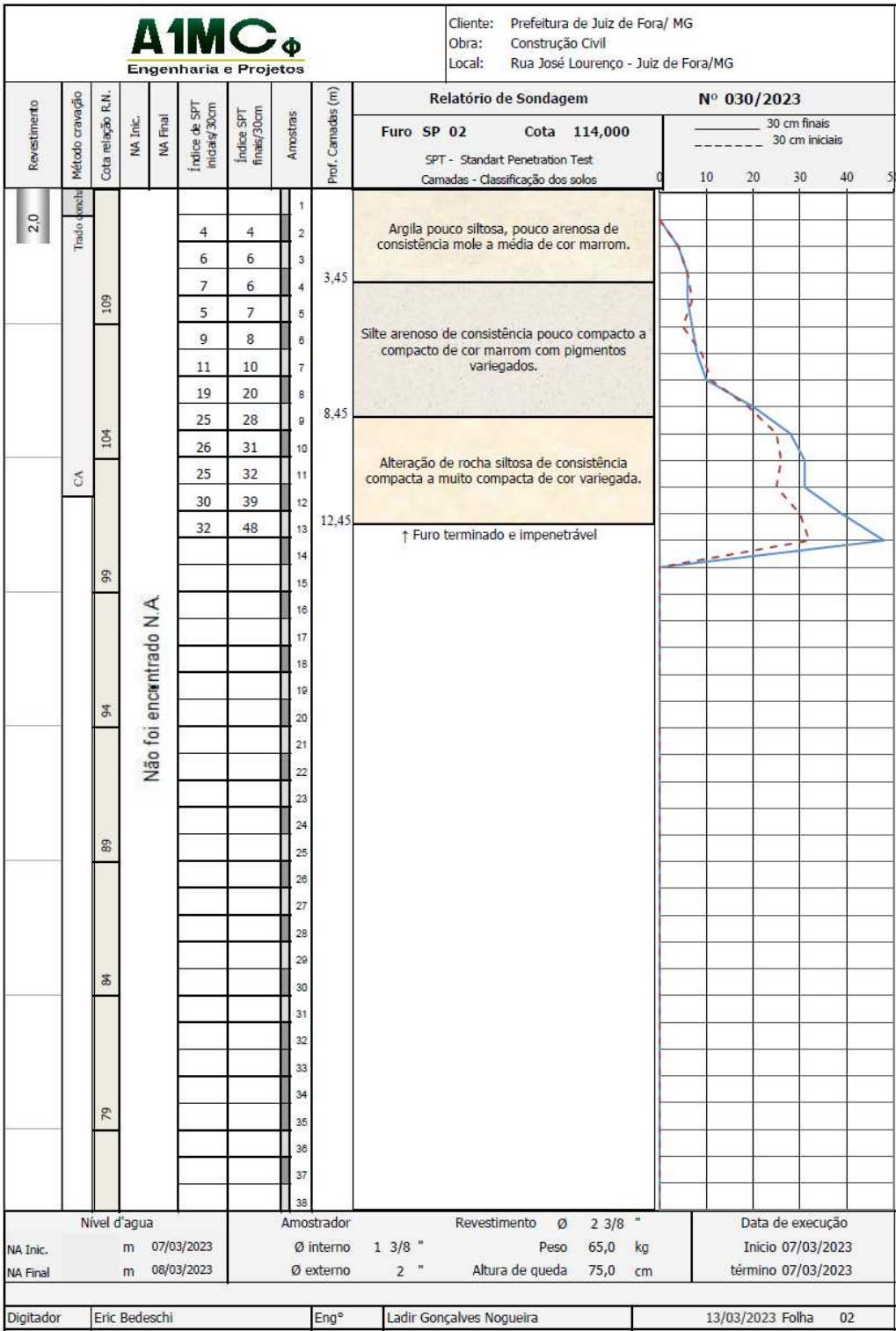
[illegible]

[illegible]






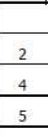
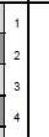
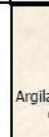
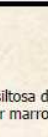
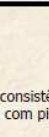
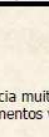











[illegible]

1.2 SPT 02

1.2.1 Boletim sondagem a percussão



Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/80F0-5149-2FD9-4FF9> e informe o código 80F0-5149-2FD9-4FF9

										Cliente: Prefeitura de Juiz de Fora/ MG Obra: Construção Civil Local: R. José Lourenço, 1688																																																																																																																																																																																																																																																													
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT Iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem Nº 513/22																																																																																																																																																																																																																																																														
									Furo SP 02	Cota 100,000																																																																																																																																																																																																																																																													
																																																																																																																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																																																																																																																							


1.3 ST-01

1.3.1 Boletim sondagem a trado

A1MC Engenharia e Projetos		IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA				
Projeto / Interessado Pref. Juiz de Fora			Trecho Rua José Lourenço, 1688 - São Pedro			
Amostra D	Furo ST - 01	Profundidade (m) 0,00 - 2,00	Registro N° 9652			
Operador Vicent		Supervisor Thiago	Data de recebimento da amostra 25/11/2022			
QUADRO RESUMO - AMOSTRA DE SOLO						
ENSAIO	SIGLA	NORMA	RESULTADO			
Massa específica dos grãos	(MES)	NBR 6508	3.460			g/cm³
Limite de liquidez, de plasticidade	LL/LP	NBR 6459 NBR 7180	LL	LP	IP	
			26%	21%	9%	
Granulometria conjunta	(GPS)	NBR 7181	Argila	Silte	Areia	Ped.
			25%	27%	33%	15%
Obs.:						Aprovado:

 A1MC Engenharia e Projetos contato@almcengenharia.com.br	 JUIZ DE FORA PREFEITURA	PREFEITURA DE JUIZ DE FORA/MG			
		T E SEQUENCIAL 22016.PJF.RE.SDG.002	FOLHA 11 / 20	REVISÃO 1	


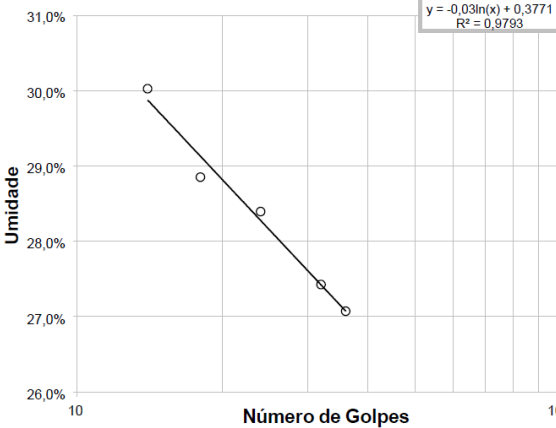
Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/80F0-5149-2FD9-4FF9>


		MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (NBR 6508)					
Projeto / Interessado Pref.Juiz de Fora/ MG			Trecho Rua José Lourenço, 1688 - São Pedro				
Amostra D	Furo ST - 01	Profundidade (m) 0,00 - 2,00	Registro Nº 9652				
Operador Vicent		Cálculos Thiago	Data 21/12/2022				
Determinação nº		1	2	3	4	5	6
Picnômetro nº		2	2	2			
M_{pic+s+w} = M₂		(g)	426,25	456,78	469,90		
Temperatura - T		(°C)	30,0	26,4	24,8		
M_{pic+w} a T°C = M₁		(g)	376,98	377,34	347,48		
ρ_w a T°C		(g/cm³)	0,9902	0,9969	0,9906		
M_{solo}		(g)	120,00				
w		(%)	2,6%				
M_s		(g)	116,88				
ρ_s		(g/cm³)	2,890	2,930	2,930		
Utilizar valor na média		(s/n)	s	s	S	s	
ρ_s (para compor a média)		(g/cm³)	2,752	2,843	2,876		
ρ_s (médio)		(g/cm³)	2,823				
TEOR DE UMIDADE							
Determinação Nº		1	2	3	4	5	6
Cápsula Nº		125	127	874			
M_{c+s+w}		(g)	81,48	81,16	81,92		
M_{c+s}		(g)	80,15	80,00	80,54		
M_c		(g)	14,41	14,71	10,24		
M_s		(g)	65,84	65,19	70,20		
M_w		(g)	1,13	1,12	1,39		
w		(%)	1,8%	1,8%	2,1%		
Utilizar valor na média		(s/n)	s	s	s		
w (para compor a média)		(%)	2,5%	2,7%	2,8%		
w_{médio}		(%)	2,66%				
Secagem da Amostra:		Ao ar		Remoção de ar:		Fervura	
Obs.:					Aprovado:		

 Engenharia e Projetos contato@aimcengenharia.com.br	 JUIZ DE FORA PREFEITURA	PREFEITURA DE JUIZ DE FORA/MG			
		T E SEQUENCIAL 22016.PJF.RE.SDG.002	FOLHA 12 / 20	REVISÃO 1	

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
 Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/80FO-5149-2FD9-4FF9>



		LIMITES DE CONSISTÊNCIA (NBR 6459; NBR 7180)						
Projeto / Interessado Pref. Juiz de Fora/MG				Trecho Rua José Lourenço, 1688 - São Pedro				
Amostra D	Furo ST - 01	Profundidade (m) 0,00 - 2,00		Registro Nº 9652				
Operador Vicent		Cálculos Thiago		Data 21/12/2022				
RESUMO		LL =	26%	LP =	21%	IP =	9%	LC =
LIMITE DE LIQUIDEZ								
Determinação	1	2	3	4	5	6	7	8
Cápsula Nº	146	1116	191	178	221			
Mc+s+w (g)	12,20	13,71	14,02	12,41	14,12			
Mc+s (g)	11,11	12,68	12,64	11,28	13,01			
Mc (g)	7,48	9,11	7,78	7,16	8,91			
Ms (g)	3,63	3,57	4,86	4,12	4,10			
Mw (g)	1,09	1,03	1,38	1,13	1,11			
w (%)	30,0%	28,9%	28,4%	27,4%	27,1%			
Número de Golpes	14	18	24	32	36			
Utilizar valor (s/n)	S	S	S	S	S			
 <p>Equação da Reta: $y = -0,03 \ln(x) + 0,3771$ $R^2 = 0,9793$</p>				Resultados do Ensaio Equação da Reta: $w = a \ln(N) + b$ a = -0,0297 b = 0,3771 LL = 21%				
LIMITE DE PLASTICIDADE								
Determinação	1	2	3	4	5	6	7	8
Cápsula Nº	94	176	47	1019	133			
Mc+s+w (g)	10,44	12,40	10,05	9,26	7,97			
Mc+s (g)	9,81	11,83	9,52	8,62	7,39			
Mc (g)	6,70	8,96	6,84	5,53	4,63			
Ms (g)	3,11	2,87	2,68	3,09	2,76			
Mw (g)	0,63	0,57	0,53	0,64	0,58			
w (%)	20,3%	19,9%	19,8%	20,7%	21,0%			
Utilizar val (s/n)	S	S	S	S	S			
w (para co (%)	20,5%	21,9%	20,8%	20,7%	21,2%			
LP (médio) (%)	21%							
Obs.:						Aprovado:		


			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA (NBR 7181)								
Projeto / Interessado Pref. Juiz de Fora/MG				Projeto Rua José Lourenço, 1688 - São Pedro							
Amostra D	Furo ST - 01	Profundidade (m) 0,00 - 2,00		Registro Nº 9652							
Operador Vicent		Cálculos Thiago		Data 21/12/2022							
AMOSTRA TOTAL			TEOR DE UMIDADE								
M_t	2008,88	2500,00	Determinação Nº	1	2	3	4	5			
M_g	(g)	256,40	Cápsula Nº	136	139	1					
M_{ts}	(g)	2458,81	M_{C+S+W}	81,48	81,16	81,92					
AMOSTRA PARCIAL			M_{C+S}	80,25	80,00	80,54					
M_{sed}	(g)	120,00	M_C	14,41	14,81	10,24					
M_{s, sed}	(g)	117,80	M_S	65,84	65,19	70,30					
			M_w	1,23	1,16	1,38					
			w	2,8%	2,4%	1,8%					
			Utilizar valor?(s/n)	s	s	s					
			w (compor a média)	2,8%	2,4%	2,09%					
			w médio	2,43%							
PENEIRAMENTO GROSSO				PENEIRAMENTO FINO				DADOS SEDIMENTAÇÃO			
# abertura	M_{sl, ret}	M_{sl, ret, acum}	Pg	# abertura	M_{sl, ret}	M_{sl, ret, acum}	Pf				
(mm)	(g)	(g)	(%)	(mm)	(g)	(g)	(%)	Densímetro Nº			
50,0	0,00	0,00	100,00%	1,200	2,33	2,33	87,80%	1			
38,0	0,00	0,00	100,00%	0,600	4,21	6,54	84,60%	Volume (cm³)			
25,0	6,57	6,57	99,73%	0,420	1,71	8,25	83,30%	41,9			
19,0	0,00	6,57	99,73%	0,250	3,35	11,60	80,75%	Proveta nº			
12,7	26,74	33,31	98,65%	0,150	31,06	42,66	57,13%	2			
9,5	29,33	62,64	97,45%	0,075	15,17	57,83	45,60%	Área (cm²)			
4,8	91,78	154,42	93,72%	Prato	2,64	60,47	43,59%	V/(2xA)			
2,0	101,98	256,40	89,57%					ρ_s			
								2,904			
SEDIMENTAÇÃO											
Data	Hora	Δt (s)	L_i	T (°C)	Ld	Lc	ρw = ρdisp (g/cm³)	μw 10⁻⁶x(g.s/cm²)	z (cm)	d (mm)	P_{sed} (%)
21	09:12	0									
21	9:12	30	34,0	22,0	3,90	31,30	0,9978	10,03	11,300	0,05976	36,21%
21	9:13	60	30,5	22,0	3,90	27,80	0,9978	10,03	12,000	0,04355	32,16%
21	9:14	120	24,5	22,0	3,90	21,80	0,9978	10,03	13,200	0,03229	25,22%
21	9:16	240	20,6	22,0	3,90	17,90	0,9978	10,03	14,853	0,02422	20,71%
21	9:20	480	17,0	22,0	3,90	14,30	0,9978	10,03	15,573	0,01754	16,54%
21	9:27	900	15,5	22,0	3,90	12,80	0,9978	10,03	15,873	0,01293	14,81%
21	9:42	1800	13,0	22,0	3,90	10,30	0,9978	10,03	16,373	0,00929	11,91%
21	10:12	3600	10,5	22,0	3,90	7,80	0,9978	10,03	16,873	0,00667	9,02%
21	11:12	7200	9,5	22,0	3,90	6,80	0,9978	10,03	17,073	0,00474	7,86%
21	13:12	14400	8,0	22,0	3,90	5,30	0,9978	10,03	17,373	0,00338	6,13%
21	17:12	28800	6,5	22,1	3,89	3,81	0,9978	10,01	17,673	0,00241	4,41%

1.4 FOTOS







<div><div>A1MC_φ</div><div>Engenharia e Projetos</div><div>contato@a1mcengenharia.com.br</div></div>	<div><div><div>JUIZ DE FORA</div><div>PREFEITURA</div></div></div>	PREFEITURA DE JUIZ DE FORA/MG									
		T	E	SEQUENCIAL					FOLHA		REVISÃO
				22016.PJF.RE.SDG.002					18 / 20		1

Assinado por 1 pessoa: LINCOLN SANTOS LIMA
 Para verificar a validade das assinaturas, acesse <https://juizdefora.1doc.com.br/verificacao/80F0-5149-2FD9-4FF9> e informe o código 80F0-5149-2FD9-4FF9







VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS



Código para verificação: 80F0-5149-2FD9-4FF9

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



LINCOLN SANTOS LIMA (CPF 382.XXX.XXX-00) em 15/05/2023 10:49:26 (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/80F0-5149-2FD9-4FF9>