

CONDOMÍNIO VILLAGGIO PARADISO

TALUDE JUNTO À RUA TRIESTE ITATIBA – SP

Maio – 2022

5	02/05/22	Complementação de texto na página 15 – Recomendação da vegetação	WN	SL	SL
4	25/04/22	Complementação de texto na página 15	WN	SL	SL
3	18/04/22	Atualização da tabela de quantitativo e figuras	WN	SL	SL
2	01/04/22	Complementação com a alternativa com os grampos	WN	SL	SL
1	17/03/22	Observação adicional nos comentários finais	WN	SL	SL
0	04/03/22	Emissão inicial	WN	SL	SL
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	VER.	APR

São Paulo, 02 de maio de 2022.

À

Eng. Luana Nora

(19) 98184-1608

Ref.: **Condomínio Villagio Paradiso – Talude junto à Rua Trieste – Itatiba – SP**
Projeto de Estabilização do Talude – Memorial Descritivo

Prezada Senhora,

Estamos encaminhando através deste documento, o nosso memorial descritivo do projeto de estabilização do talude junto à Rua Trieste, localizado no Condomínio Villagio Paradiso, município de Itatiba – São Paulo.

A seguir, inserimos uma fotografia de satélite com a indicação do local.



Figura 1 – Localização do talude (Fonte: Google Earth, 2021).

1. DADOS DISPONÍVEIS

Para a elaboração deste documento, dispúnhamos dos seguintes dados:

- 1.1.** Boletim de sondagens executados pela empresa WGF, SP-01 a SP-10, de setembro de 2018;

3. DESCRIÇÃO GEOTÉCNICA

Foram executados 10 furos de sondagens à percussão SPT, distribuídos ao longo da região do talude. Estas sondagens indicam que o solo possui uma camada superficial de aterro, com espessura máxima de 6,0 m, e número de golpes N_{SPT} variando de 2 a 10. Subjacente, há uma camada de solo residual de silte argiloso/arenoso com N_{SPT} crescente com a profundidade, alcançando um máximo de 30 golpes. Especialmente na região de pé do talude, há a presença de uma camada coluvionar de até 4,0 m de espessura, e N_{SPT} variando de 2 a 7 golpes.

O lençol freático foi detectado a uma profundidade de 0,32 m da superfície do pé do talude pela sondagem SP-09.

As profundidades máximas investigadas pelas sondagens variaram de 10,3 m a 18,3 m sem o encontro da camada impenetrável ao trépano.

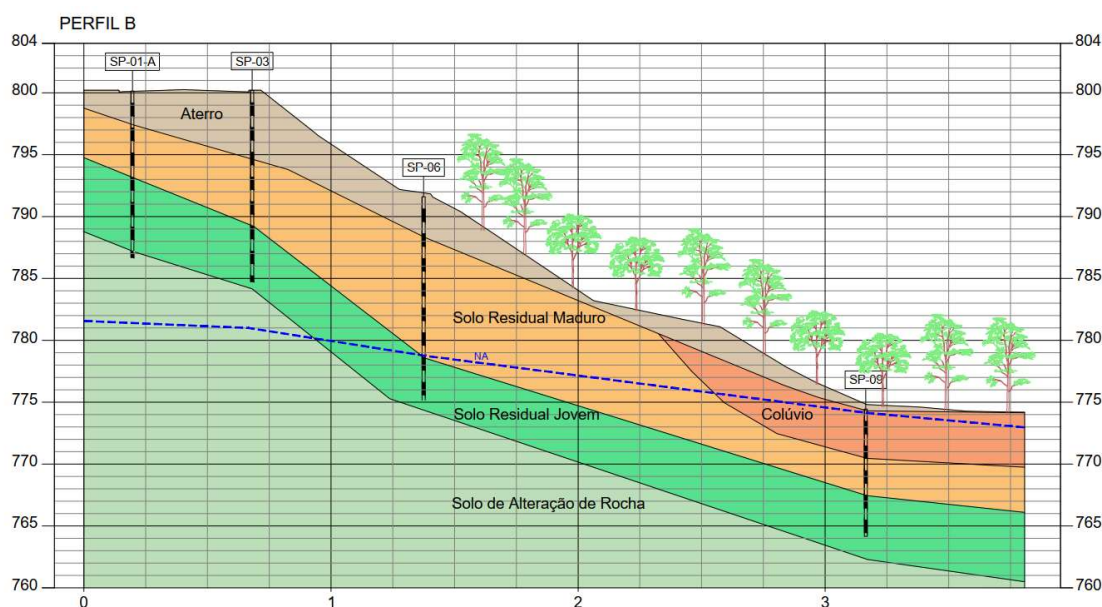


Figura 3 – Perfil geotécnico traçado com base nas sondagens SPT executadas sobre o talude.

4. ANÁLISE DE ESTABILIDADE GERAL

4.1. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS ADOTADOS

Estimamos os parâmetros geotécnicos de cada uma das camadas de solo, ilustradas na Figura 3, baseados na experiência técnica desta equipe e aferindo tais parâmetros com base nas observações feitas sobre a atual condição de estabilidade do talude quando da realização da visita à obra.

Na tabela a seguir, os parâmetros geotécnicos encontram-se estimados na condição natural e na condição inundada (saturada), situação possível quando da ocorrência de chuva prolongada sobre o terreno. Quando da saturação, há perda de coesão e, portanto, as coesões estimadas na condição inundada são sempre menores do que na condição natural. A adoção destes parâmetros inundados será utilizada para analisar a condição mais crítica de estabilidade do talude.

Tabela 1 – Parâmetros geotécnicos adotados para as camadas de solo do talude.

Classificação da camada	Condição Natural			Condição Saturada		
	Peso específico	Coesão	Ângulo de atrito	Peso específico	Coesão	Ângulo de atrito
	kN/m³	kN/m²	°	kN/m³	kN/m²	°
Aterro existente	17,0	6,5	22,0	17,5	4,5	22,0
Colúvio	17,0	12,0	24,0	17,5	7,0	24,0
Solo Residual Maduro	17,5	15,0	27,0	18,0	12,0	27,0
Solo Residual Jovem	18,0	20,0	28,0	18,5	15,0	28,0
Solo de Alteração de Rocha	18,5	25,0	32,0	19,0	15,0	32,0

Adotamos, com base nos parâmetros geotécnicos acima mencionados, uma margem de variabilidade destes valores para um estudo estatístico da análise de estabilidade geral do talude. Lançamos mão da curva de probabilidade normal, e a relação de máxima e mínima sobre os valores médios dos parâmetros para um intervalo de confiança IC = 95,44%.

$$X_{max/min} = \mu_x \pm 2 * \sigma_x$$

Sendo:

Xmax/min = Parâmetro geotécnico máximo e mínimo no intervalo de confiança de 95,44%;

Ux = Média estimada do parâmetro;

σx = Desvio padrão estimado;

As tabelas a seguir resumem a relação de máximos e mínimos sobre cada um dos parâmetros médios descritos na Tabela 1.

Tabela 2 – Variação estatística dos parâmetros geotécnicos adotados – Condição Natural.

Camada de solo na condição natural	Parâmetro	Média	Desvio Padrão (IC = 95,44%)	Relação mínima	Relação máxima
Aterro existente	Coesão	6,5	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	22,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	17,0	0,50	-1,0	+1,0
Colúvio	Coesão	12,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	24,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	17,0	0,75	-1,5	+1,5
Solo Residual Maduro	Coesão	15,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	27,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	17,5	0,75	-1,5	+1,5
Solo Residual Jovem	Coesão	20,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	28,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	18,0	0,75	-1,5	+1,5
Solo de Alteração de Rocha	Coesão	25,0	0,50	-1,0	+1,0
	Ângulo de atrito	32,0	0,50	-1,0	+1,0
	Peso específico	18,5	0,25	-0,5	+0,5

Tabela 3 – Variação estatística dos parâmetros geotécnicos adotados – Condição Inundada.

Camada de solo na condição inundada	Parâmetro	Média	Desvio Padrão (IC = 95,44%)	Relação mínima	Relação máxima
Aterro existente	Coesão	4,5	1,25	-2,5	+2,5
	Ângulo de atrito	22,0	1,25	-2,5	+2,5
	Peso específico	17,5	0,50	-1,0	+1,0
Colúvio	Coesão	7,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	24,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	17,5	0,75	-1,5	+1,5
Solo Residual Maduro	Coesão	12,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	27,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	18,0	0,75	-1,5	+1,5
Solo Residual Jovem	Coesão	15,0	1,00	-2,0	+2,0
	Ângulo de atrito	28,0	1,00	-2,0	+2,0
	Peso específico	18,5	0,75	-1,5	+1,5
Solo de Alteração de Rocha	Coesão	15,0	0,50	-1,0	+1,0
	Ângulo de atrito	32,0	0,50	-1,0	+1,0
	Peso específico	19,0	0,25	-0,5	+0,5

4.2. ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA CONDIÇÃO ATUAL

A estabilidade geral do talude foi modelada através do *software* SLIDE 2D da Rocscience®, com base no método de equilíbrio limite, utilizando o método de Bishop-Simplificado.

Os modelos foram elaborados a partir de três perfis geotécnicos, denominados de perfis “A” a “C”, considerados os mais críticos para a estabilidade geral do talude. A figura a seguir ilustra o traçado em planta destes três perfis geotécnicos, percorrendo as seguintes sondagens SPT sobre o talude.

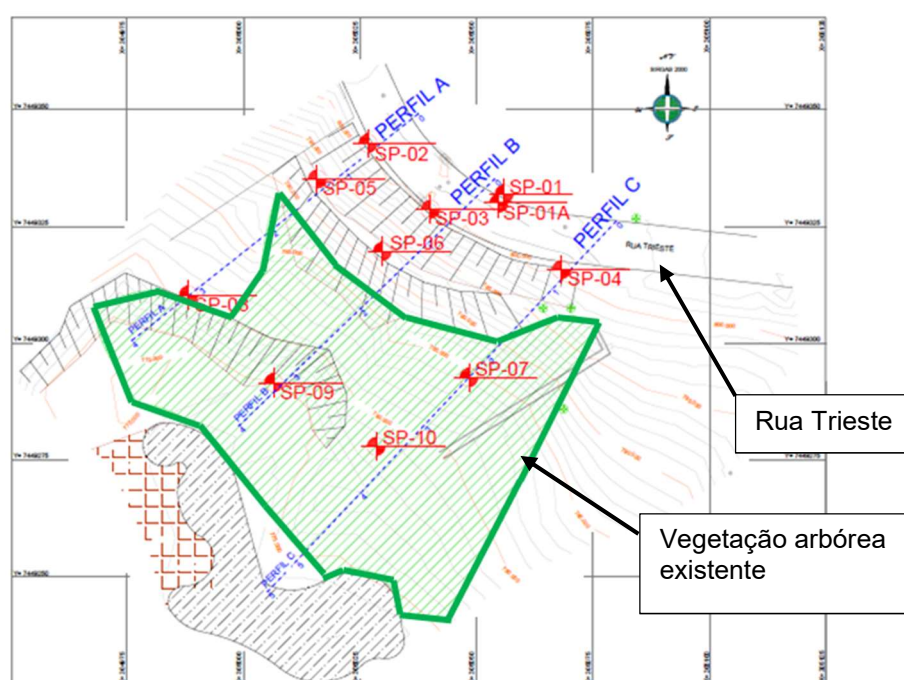


Figura 4 – Localização dos perfis geotécnicos “A” a “C” em planta.

A norma NBR 11.682:2009 preconiza fatores de segurança mínimos para a estabilidade geral de uma encosta de acordo com o quadro a seguir. Estes fatores variam conforme o nível de segurança contra danos a vidas humanas e contra danos materiais e ambientais.

Tabela 4 – Fatores de segurança mínimo (Fonte: Norma NBR 11.682:2009).

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

No caso do talude ora em análise, o risco contra danos a vidas humanas é baixo, pois esta área possui movimentação e permanência eventual de pessoas com nível de tráfego reduzido. Para a segurança material e ambiental o nível de risco é considerado baixo, pois o talude se encontra em local sem a presença de edificações e/ou infraestrutura que pudesse ser afetada por uma eventual ruptura. Cruzando os respectivos riscos no quadro acima, obtemos um fator de segurança mínimo de $FS = 1,20$.

Inserindo os parâmetros geotécnicos com variação estatística no modelo, obtemos também a probabilidade de ruína (*Probability of Failure* – PF) em cada seção, com respectivos riscos classificados segundo a tabela abaixo, adaptado da U.S. Army Corp of Engineers (1997).

Tabela 5 – Classificação de risco baseado na probabilidade de ruína.

Probabilidade de ruína	Nível de desempenho
16,000%	Perigoso
7,000%	Insatisfatório
2,300%	Pobre
0,600%	Abaixo da média
0,100%	Acima da média

A seguir, inserimos as nossas análises de estabilidade mais críticas da situação atual. O conjunto de todas as análises da situação atual foi inserido no Anexo B deste relatório.

Observamos que as análises que apresentamos abaixo incluem a presença da vegetação arbórea ao longo do talude, distribuída como ilustrado na Figura 4. Esta cobertura vegetal não havia sido considerada no relatório enviado preliminarmente, de nome “DVS-032-GTRT-01-0”, de forma que realizamos esta inclusão agora, adotando-se um peso distribuído de 200 kgf/m^2 ($2,0 \text{ kN/m}^2$), adicional de coesão aparente de $12,0 \text{ kPa}$ e profundidade das raízes de $4,50 \text{ m}$.

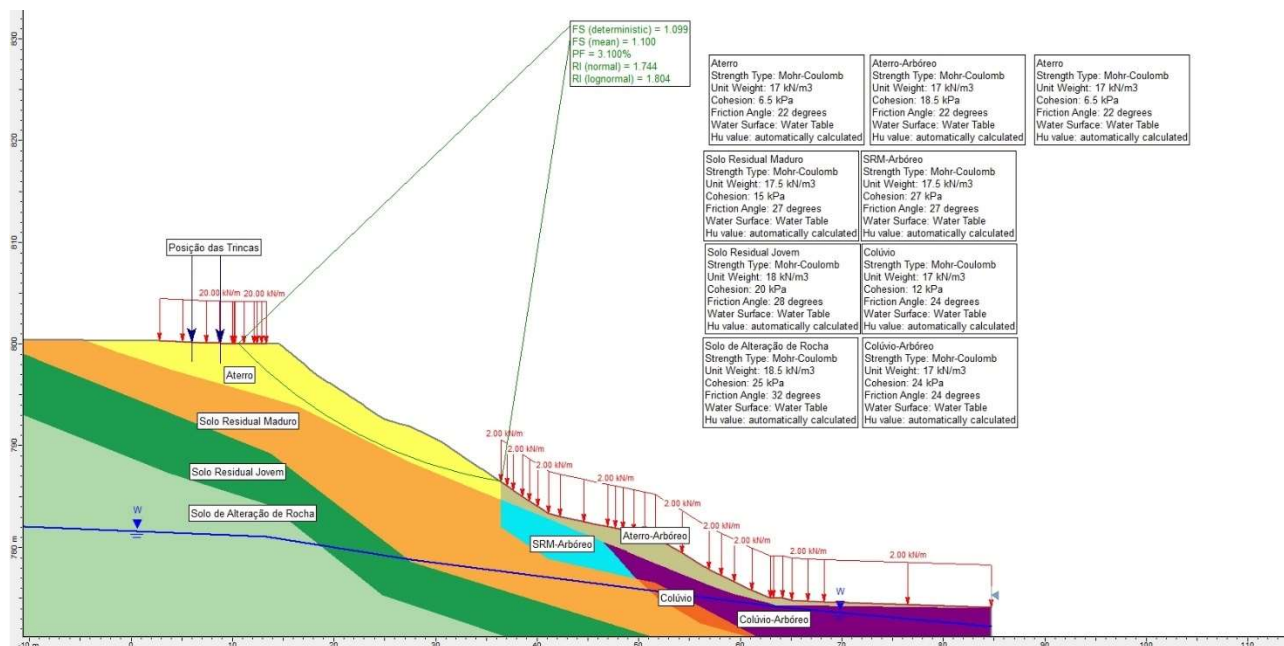


Figura 5 – F.S. de 1,10 na condição natural considerado insatisfatório e P.F. = 3,100% (pobre) – Perfil B (Seção mais crítica na condição natural).

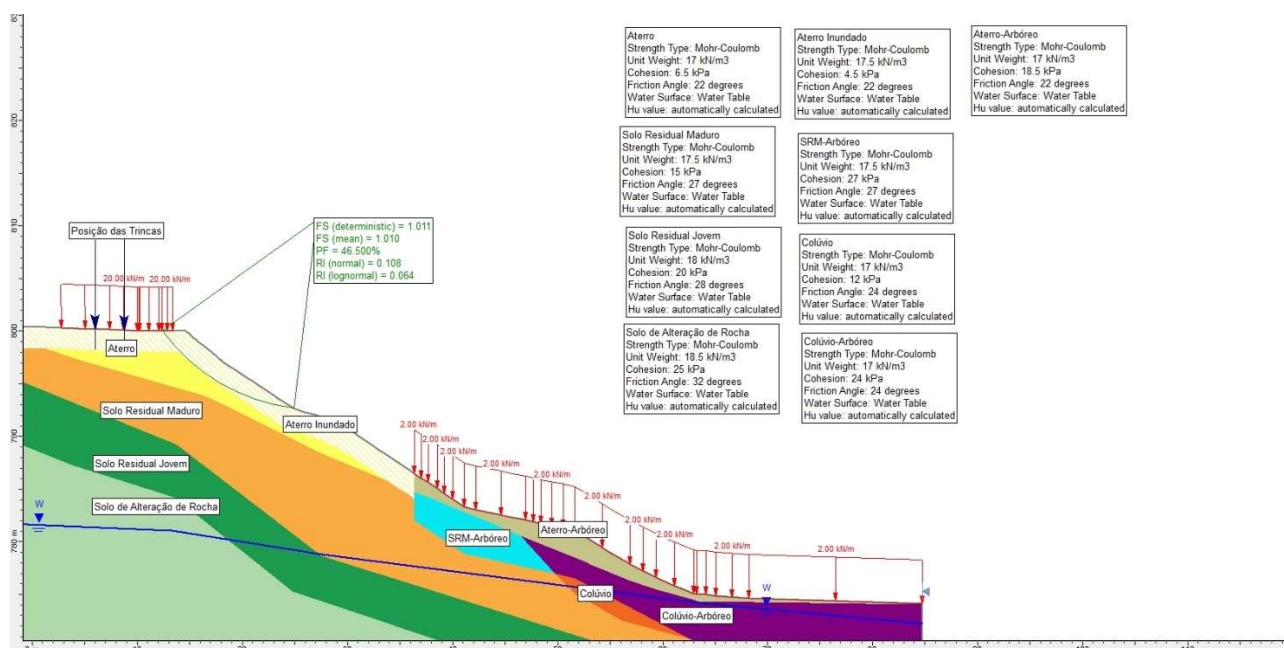


Figura 6 – F.S. de 1,01 na condição inundada considerado insatisfatório e P.F. = 46,500% (perigoso) – Perfil B (Seção mais crítica na condição inundada).

Segue-se abaixo a tabela resumo com os fatores de segurança encontrados em cada perfil na condição natural e na condição inundada.

Tabela 6 – Resumo dos fatores de segurança e probabilidade de ruína para a condição atual.

PERFIL	Natural		Inundado	
	F.S.	P.F.	F.S.	P.F.
PERFIL A	1,13	0,90%	1,06	30,40%
PERFIL B	1,10	3,10%	1,01	46,50%
PERFIL C	1,21	0,00%	1,20	0,00%

As análises de estabilidade realizadas na configuração atual indicam que os fatores de segurança são insatisfatórios segundo a norma NBR 11.682:2009. Mesmo assim, o talude apresenta estabilidade geotécnica suficiente para comportar as solicitações presentes no maciço em boa parte do tempo, indicado pela baixa probabilidade de ruína, de 0,00% a 3,10%, na condição de umidade natural.

As análises indicam, no entanto, que na ocorrência de chuvas prolongadas os fatores de segurança chegam próximos a 1,0 (próximo à instabilidade), valor em que as solicitações presentes no interior do maciço ficam próximas da sua capacidade resistente. Este risco se expressa no aumento significativo da probabilidade de ruína na passagem da condição de umidade natural para a inundada, chegando a 30,40% a 46,50%, considerado um nível de desempenho perigoso (Tabela 5). Esta redução de estabilidade na ocorrência de chuvas prolongadas é bastante condizente com o aparecimento de trincas no pavimento existente da Rua Trieste pois, como as análises apontam, estas são decorrentes da instabilidade do aterro existente localizado na crista do talude (Figura 6) na condição inundada.

**Figura 7 – Fotografia da trinca sobre o pavimento existente.**

Dessa forma, concluímos ser necessária uma intervenção geotécnica sobre o talude para adequar os fatores de segurança segundo preconizado pela norma técnica de encostas, e reduzir as probabilidades de ruína para níveis aceitáveis, mesmo durante a ocorrência de chuvas prolongadas, garantindo a segurança humana e material da região do talude ora em análise.

4.3. ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA CONDIÇÃO DE PROJETO

4.3.1. REFORÇO COM VEGETAÇÃO

Tendo em vista que as rupturas mais críticas na condição saturada do solo ocorrem em sua camada superficial, com profundidade de cerca de 2,50 m do terreno, lançamos mão de estabilizar o talude através da vegetação rasteira e arbustiva. Segundo a bibliografia geotécnica, uma das espécies mais utilizadas para esta finalidade é o capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), classificada como uma das espécies de planta mais eficientes na conservação do solo contra processos erosivos pelo Banco Mundial na década de 1980 (TEIXEIRA, 2017). O efeito do capim vetiver como reforço contra a erosão é comprovado pela sua elevada resistência à esforços de tração, com média em torno de 80 MPa.



Figura 8 – Capim Vetiver para estabilização de encostas (Fonte: Boletim técnico da Deflor Bioengenharia, 2006).

Tabela 7 – Resistência à tração de diferentes espécies vegetais (Fonte: Boletim técnico da Deflor Bioengenharia, 2006).

ESPÉCIES VEGETAIS		RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (MPa)		
Nome Científico	Nome Comum	Mínima	Média	Máxima
<i>Vaccinum sp.</i>	Uva dos Montes	10,00	16,00	22,00
<i>Populus sp.</i>	Álamo	5,00	22,00	38,00
<i>Salix sp.</i>	Salgueiro	9,00	23,00	26,00
<i>Acer sacharunum</i>	Carvalho Silvestre	15,00	23,00	30,00
<i>Hordeum vulgare</i>	Cevada	15,00	23,00	31,00
<i>Tsuga heterophylla</i>	Zicuta	18,00	27,00	36,00
<i>Alamus sp.</i>	Aliso	4,00	39,00	74,00
<i>Pseudotsuga sp.</i>	Douglas fir	19,00	40,00	61,00
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Capim Vetiver	40,00	80,00	120,00

Segundo pesquisas sobre o tema indicam, o reforço da vegetação no solo tem por efeito a elevação da coesão aparente (ΔS), com quase nenhuma alteração no ângulo de atrito (TEIXEIRA, 2017; COPPIN;

RICHARD apud. MAFFRA 2017). Para obter a coesão resultante da composição entre a vegetação rasteira e arbustiva e o solo, lançamos mão do modelo perpendicular de reforço radicular, sugerida por Wu (1976).

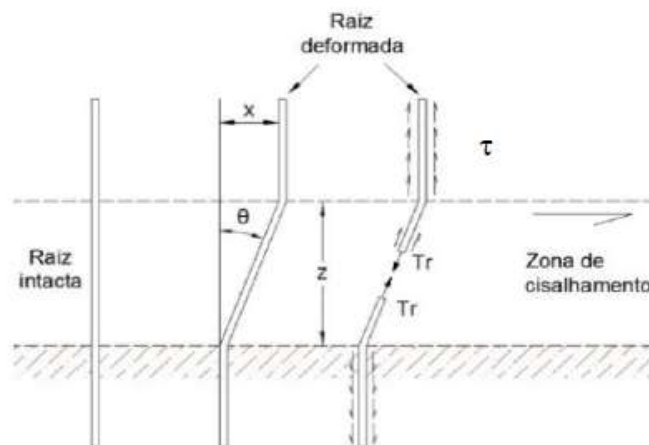


Figura 9 – Modelo perpendicular de reforço radicular proposto por Wu, 1976 (Fonte: Revista Scientia Agraria, 2017).

Sendo:

Z = Espessura da zona de cisalhamento, em m;

θ = Ângulo de distorção do cisalhamento, em $^{\circ}$;

X = Deflexão horizontal da raiz, em m;

t_R = Resistência média da raiz à tração por unidade de área de solo, em kPa;

T_R = Resistência da raiz à tração, em kPa;

ζ = Força de atrito entre solo e raiz, em kPa.

O aumento de coesão “ ΔS ” é dado pela seguinte expressão, onde Φ representa o ângulo de atrito interno do solo, que não sofre mudanças com a presença da vegetação.

$$\Delta S = t_R * (\cos\theta * \tan\Phi + \sin\theta)$$

O termo entre parênteses da equação acima, é uma função que possui como parâmetros o ângulo de atrito do solo e o ângulo de distorção do cisalhamento, que estão relacionadas conforme o gráfico a seguir:

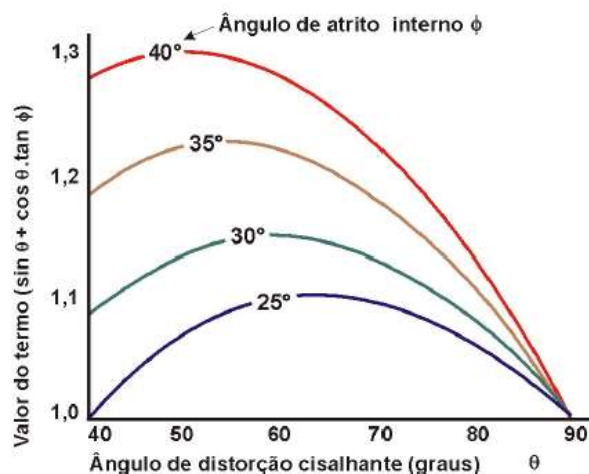


Figura 10 – Termo $\sin\theta + \cos\theta \cdot \tan\phi$ em função do ângulo de atrito e de distorção cisalhante.

Para um ângulo de atrito interno comum de solo, em torno de 25°, o valor do termo referido encontra-se entre 1,0 e 1,1, o que adotamos em 1,0 à favor da segurança para fins desta análise. Isso leva a igualdade entre o incremento de coesão ΔS com a tensão média da raiz t_R .

O cálculo de t_R é dada pela seguinte expressão:

$$t_R = T_R * \left(\frac{A_R}{A} \right) = T_R * RAR$$

Sendo:

A_R/A = fração da área transversal de solo ocupada pelas raízes, adimensional (na língua inglesa, RAR – *Root Area Ratio*).

O valor de RAR para o capim vetiver segundo Hengchaovanich e Nilaweera (1996), Malásia, é de 0,0331%, enquanto que para Mickovski e Van Beek (2009), Espanha, é de 0,034 - 0,071% (dados extraídos do jornal *Ecological Engineering*, 2017, por LIANG et. al). Considerando a variabilidade existente da ocupação das raízes no solo, adotamos um RAR de 0,010%, o que nos leva, a partir da tensão resistente do vetiver, de 80 MPa, a um incremento na coesão aparente de 8,0 kPa do solo em média.

Este incremento é condizente com resultados laboratoriais promovidos por Teixeira, 2017, em que se afirma na conclusão de sua tese: “Para os ensaios de cisalhamento realizados a presença da raiz de vetiver foi responsável pelo incremento de coesão aparente para todas as amostras de 0,00 a 1,20 m de profundidade, variando de 5,44 a 53,31 KPa, mesmo com a redução da densidade de raízes com a profundidade.” Nesta mesma tese, observamos que os maiores incrementos de resistência ocorrem próximos a superfície até uma profundidade em torno de 1,0 m. Para levar em consideração este efeito, juntamente com a conclusão da análise segundo o incremento médio na coesão de 8,0 kPa, acrescentamos uma coesão de 10 kPa no primeiro metro de profundidade e um acréscimo de 5 kPa de 1,0 m a 2,0 m de profundidade, conforme disponibilizamos na tabela a seguir.

Tabela 8 – Parâmetros geotécnicos incluindo o reforço com vegetação.

Classificação da camada	Condição Natural			Condição Saturada		
	Peso específico	Coesão	Ângulo de atrito	Peso específico	Coesão	Ângulo de atrito
	kN/m ³	kN/m ²	°	kN/m ³	kN/m ²	°
Aterro existente	17,0	6,5	22,0	17,5	4,5	22,0
Colúvio	17,0	12,0	24,0	17,5	7,0	24,0
Solo Residual Maduro	17,5	15,0	27,0	18,0	12,0	27,0
Solo Residual Jovem	18,0	20,0	28,0	18,5	15,0	28,0
Solo de Alteração de Rocha	18,5	25,0	32,0	19,0	15,0	32,0
Aterro Veg. (1) - 0,0 m a 1,0 m	17,0	16,5	22,0	17,5	14,5	22,0
Aterro Veg. (2) - 1,0 m a 2,0 m	17,0	11,5	22,0	17,5	9,5	22,0
Colúvio Veg. (1) - 0,0 m a 1,0 m	17,0	22,0	24,0	17,5	17,0	24,0
Colúvio Veg. (2) - 1,0 m a 2,0 m	17,0	17,0	24,0	17,5	12,0	24,0
SRM Veg. (1) - 0,0 m a 1,0 m	17,5	25,0	27,0	18,0	22,0	27,0
SRM Veg. (2) - 1,0 m a 2,0 m	17,5	20,0	27,0	18,0	17,0	27,0

4.3.2. RESULTADOS DA ANÁLISE DE ESTABILIDADE COM VETIVER

Analizamos novamente a estabilidade do talude contabilizando-se o reforço promovido pelo capim vetiver na camada superficial de solo. Além disso, incluímos estacas de eucalipto cravadas à crista do talude, a fim de promover melhora adicional nas condições de estabilidade geral.

As estacas de eucalipto adotadas possuem diâmetro de 0,30 cm e estão espaçadas longitudinalmente a cada 1,50 m. Estes elementos terão comprimento de 6,00 m a fim de atravessar toda a camada do aterro existente, que possui baixa competência conforme informado pelo respectivo boletim de sondagens, e confirmado pelas retroanálises apresentadas anteriormente.

Nas análises de estabilidade aqui apresentadas, consideramos a resistência de cisalhamento da estaca conforme apresentado na norma NBR 7190:1997, onde a resistência de cálculo de cisalhamento na direção paralela a fibra corresponde a aproximadamente 10% da resistência de cálculo de compressão para plantas dicotiledôneas, caso do eucalipto ora analisado. Adotando uma resistência de compressão de 127 kgf/cm², ou 12,70 MPa, concluímos que:

$$R_{vd} = 10,0\% * F_{cd} * (\pi * \phi^2/4) = 10,0\% * 12,70 \text{ MPa} * (\pi * 0,30^2/4) = 90 \text{ kN}$$

Logo, adotamos uma resistência de cisalhamento de 90 kN em cada elemento de eucalipto nos modelos da análise de estabilidade.

Assim como constatado nas análises, um dos fatores de instabilização do talude é a saturação do solo, responsável por um aumento do seu peso específico e diminuição dos respectivos parâmetros de resistência. Para atenuar o efeito da saturação no topo do talude, recomendamos que sejam instalados drenos de greide ao longo das guias da rua existente, supondo que a base e sub-base do pavimento da Rua Trieste sejam compostas por materiais granulares. Essa hipótese deve ser aferida em campo através de sondagens a trado para comprovar a existência da base/sub-base granular sob o pavimento da rua.

A seguir indicamos em planta a localização dos drenos de greide e as estacas de eucalipto. Para mais detalhes da locação destes elementos, consultar os desenhos de projeto.



A seguir apresentamos as saídas gráficas das análise de estabilidade dos casos mais críticos na condição de projeto.



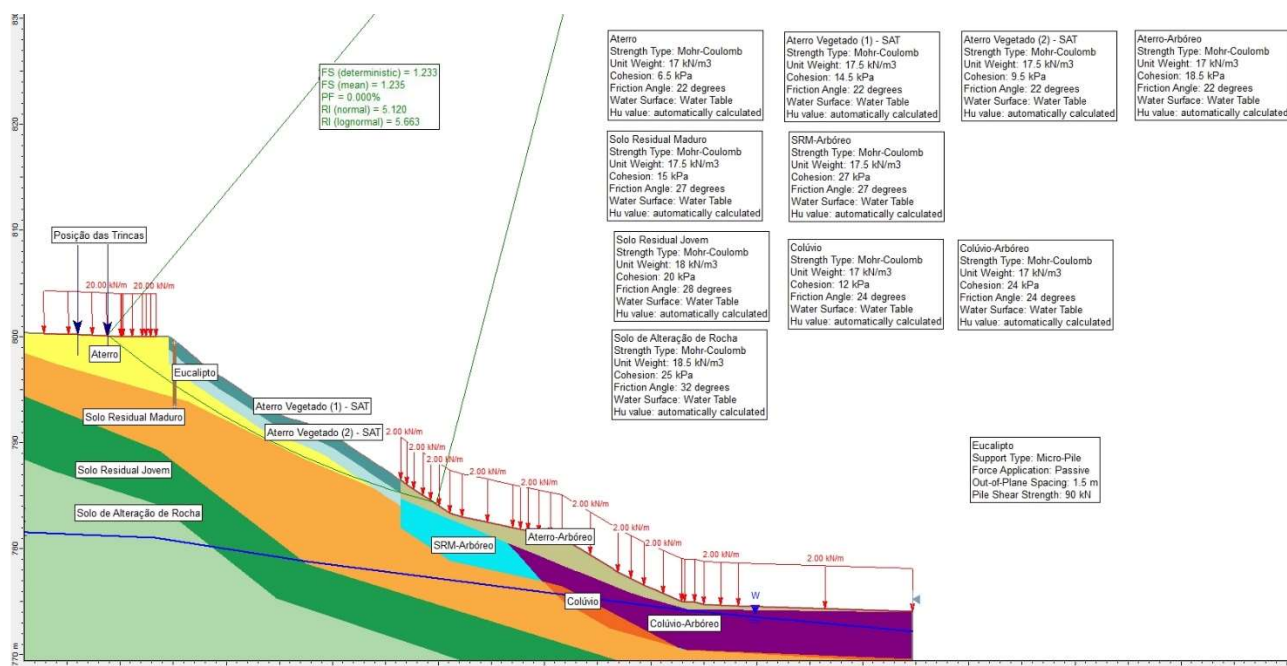


Figura 13 – F.S. de 1,233 na condição de projeto considerado satisfatório e P.F. = 0,000% (acima da média) – Perfil B (Seção mais crítica na condição saturada).

Tabela 9 – Resumo dos fatores de segurança e probabilidade de ruína para a condição de projeto

PERFIL	Natural		Inundado	
	F.S.	P.F.	F.S.	P.F.
PERFIL A	1,356	0,00%	1,327	0,00%
PERFIL B	1,250	0,00%	1,233	0,00%
PERFIL C	1,291	0,00%	1,285	0,00%

Segundo a norma técnica de encostas, conforme comentado anteriormente, para o presente caso podemos considerar aceitável um fator de segurança mínimo de $F.S. \geq 1,20$. Sendo assim, como pode ser observado na tabela acima, a proposta de estabilização com técnicas de bioengenharia se mostra adequada e satisfatória, promovendo incremento nos fatores de segurança que permitem aceitá-lo.

Para o reforço de vegetação com Vetiver, recomendamos que o capim em questão seja implantado sobre o terreno atual com os espaçamentos recomendados sem que a vegetação existente seja retirada. Logo após a implantação do Vetiver, recomendamos que seja executado o reforço do talude com vegetação arbustiva/arbórea conforme indicado no relatório agrônomo. Caso haja falta de espaço disponível no terreno decorrente da paliçada, admitimos a possibilidade de locar o elemento de vegetação em região próxima ao ponto previsto, contornando a interferência ora identificada em campo, resultando em uma posição logo acima ou logo abaixo da paliçada.

Contudo, devemos ter em mente que esta técnica utiliza para a estabilização elementos vivos (vegetação), o que pode fazer com que esta solução não apresente o desempenho esperado caso a vegetação se desenvolva de maneira aquém do esperado.

5. ALTERNATIVA EM SOLO GRAMPEADO

Caso a solução de reforço com vegetação não apresente o desempenho desejado, recomendamos que seja executado a estabilização do talude em solo grampeado.

Nesta alternativa, adotamos grampos de comprimento 6,0 m, com inclinação de 15° com a horizontal. As cabeças dos grampos estão distribuídas segundo uma malha quadrada com 1,50 m de espaçamento na vertical e na horizontal. Esta distribuição do solo grampeado segue conforme o desenho complementar que enviamos juntamente com este relatório.

A seguir, inserimos as análises de estabilidade mais críticas desta referida solução.

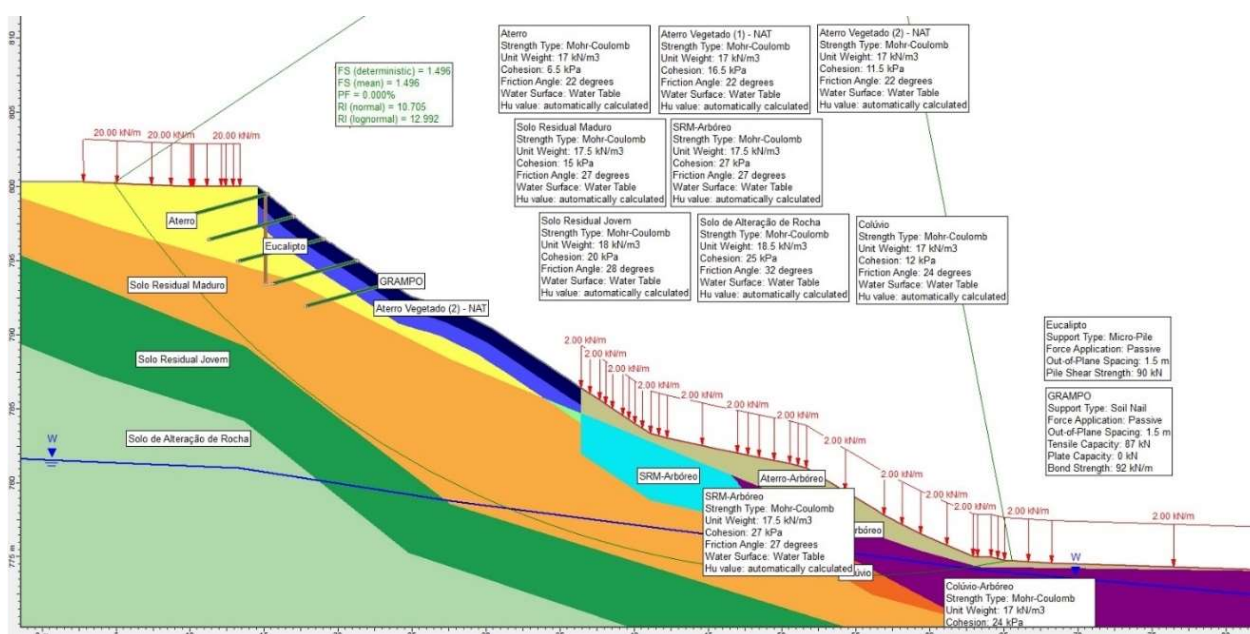


Figura 14 – F.S. de 1,50 na condição de projeto considerado satisfatório e P.F. = 0,000% (acima da média) – Perfil B (Seção mais crítica na condição natural).

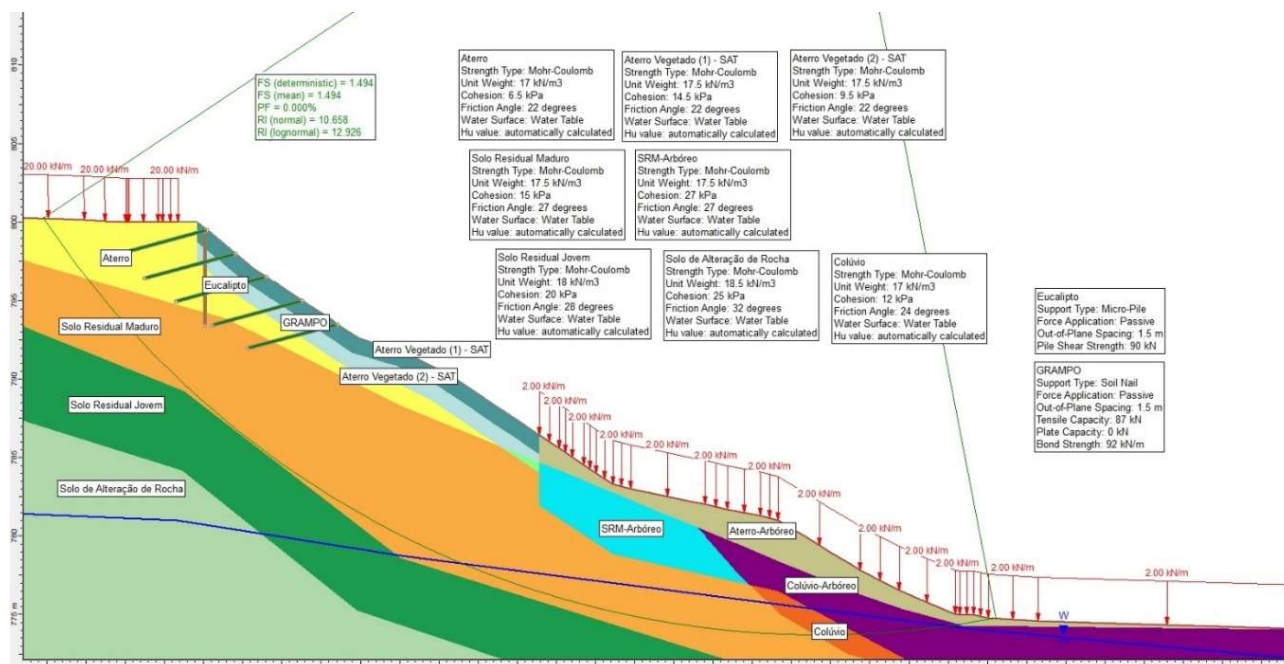


Figura 15 – F.S. de 1,50 na condição de projeto considerado satisfatório e P.F. = 0,000% (acima da média) – Perfil B (Seção mais crítica na condição saturada).

Tabela 10 – Resumo dos fatores de segurança e probabilidade de ruína para a condição de projeto

PERFIL	Natural		Inundado	
	F.S.	P.F.	F.S.	P.F.
PERFIL A	1,534	0,00%	1,509	0,00%
PERFIL B	1,496	0,00%	1,494	0,00%
PERFIL C	1,505	0,00%	1,501	0,00%

Assim, concluímos que os fatores de segurança alcançados com o grampeamento, caso este seja necessário, são plenamente satisfatórios segundo a norma técnica, com probabilidades de ruína calculados em torno de 0,00%.

6. DETALHAMENTO EXECUTIVO

6.1. ESTACAS DE EUCALIPTO

As estacas de eucalipto, cravadas na crista do talude, tem por função promover o reforço imediato do solo, melhorando as condições de estabilidade geral do mesmo.

As estacas estão espaçadas em 1,50 m entre si, e encontram-se agrupadas em grupos de 3 estacas com uma tora de eucalipto posicionada longitudinalmente no topo de cada uma das estacas, formando uma paliçada. Ilustramos as dimensões principais em corte na figura a seguir.

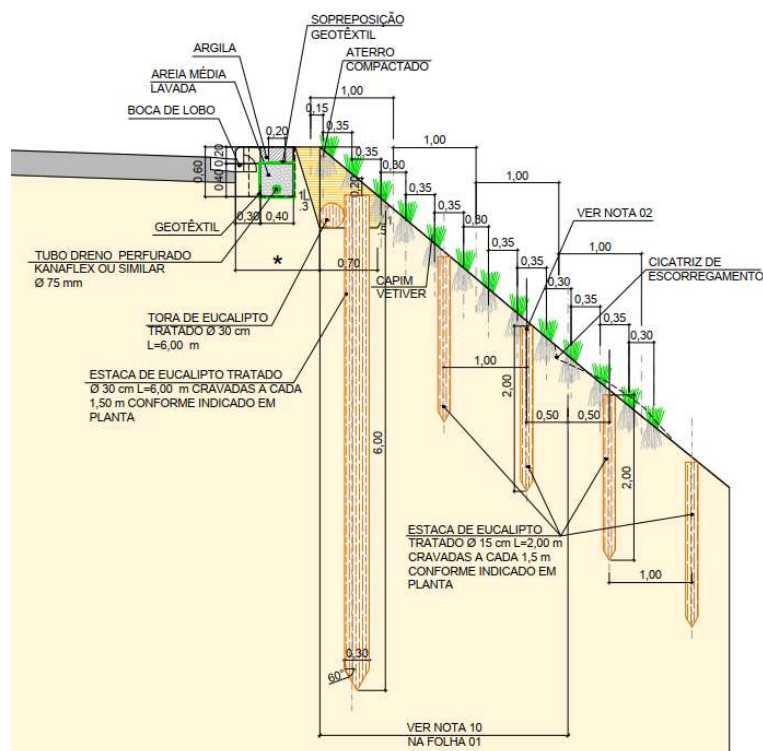


Figura 16 – Detalhamento do reforço com estacas de eucalipto.

Observamos que as estacas de eucalipto deverão ter um diâmetro de 30 cm e comprimento de 6,00 m a fim de atravessar toda a camada de aterro menos competente, existente na região da crista do talude. O mesmo elemento pode ser aproveitado como tora para realizar a interligação do grupo de estacas, uma vez que dimensionamos um mesmo diâmetro, de 30 cm, e comprimento, de 6,00 m, para todos os elementos de eucalipto, conforme ilustramos na figura a seguir.

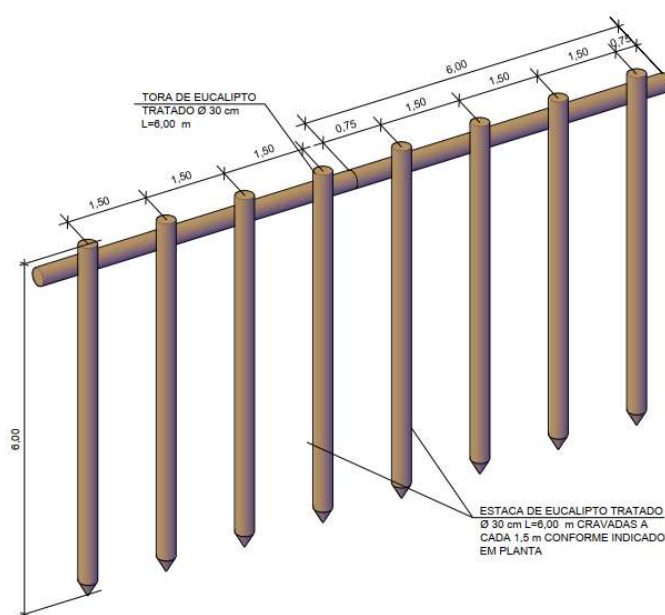


Figura 17 – Ligação das estacas de eucalipto

O procedimento para a instalação das estacas de eucalipto inicia-se por uma escavação na crista do talude, tendo por finalidade a abertura de um espaço exclusivo para a cravação das estacas. A cabeça destes elementos deve possuir um cobrimento mínimo de 20 cm em relação ao topo do terreno, promovendo a devida proteção contra agentes biológicos e chuva.

A base desta escavação indicada em projeto é de 70 cm, sendo 30 cm necessários para a locação da tora, 30 cm para a instalação da estaca e mais 10 cm de espaçamento para fins construtivos. Para a instalação das estacas, recomendamos que seja realizado um pré-furo através de um trado mecânico, com diâmetro igual ou ligeiramente menor do que o diâmetro correspondente da estaca. Especialmente para as estacas de 15 cm, poderá ser utilizado um trado manual, cuja perfuração é de menor custo. Uma vez realizado o furo, as estacas poderão ser cravadas com auxílio de uma marreta caso necessário.

Uma vez cravadas as estacas verticais, deverão ser instaladas as toras de eucalipto na posição horizontal, no topo das estacas, respeitando-se as distâncias expressas em projeto.

Ressaltamos que, a respeito da ordem de execução dos serviços, deve-se iniciar primeiramente as etapas referentes às estacas de eucalipto para em seguida, instalar-se os drenos de greide, evitando-se as interferências entre os elementos.

6.2. DRENO DE GREIDE

Segundo detalhado em projeto, os drenos de greide deverão ter uma largura de 40 cm e uma altura de 60 cm, a ser instalada longitudinalmente às guias do pavimento. Os limites de início e fim deste dispositivo e outros detalhamentos encontram-se indicados nos respectivos desenhos de projeto.

Ressaltamos, no entanto, que deve ser executada uma sondagem a trado sobre o pavimento para investigar a presença ou não de camada drenante sob o pavimento, dado que o funcionamento do dreno de greide aqui recomendado assume, por hipótese, uma saturação da camada superficial ocasionada por esta camada drenante. Caso se constate na investigação que não há camada drenante sob o pavimento, a recomendação dos drenos de greide deverá ser revista, podendo até mesmo ser eliminada.

Ilustramos a seguir os principais componentes e dimensões dos drenos de greide.

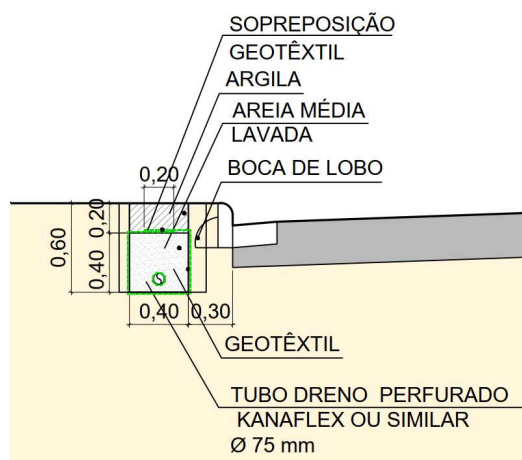


Figura 18 – Detalhamento do dreno de greide.

Como indicado na Figura 18, as paredes e a base da escavação destinada a receber as camadas de argila e areia, deverão ser encobertas por um geotêxtil, representado pela linha verde tracejada na figura

acima. A manta geotêxtil possui como função realizar a filtração do solo existente com o solo arenoso no interior do dreno, de forma permitir a passagem da água sem permitir a passagem do material terroso, especialmente os finos que poderiam colmatar os drenos. Recomendamos que seja utilizado um geotêxtil de 300 g/m², adequado para a situação ora expressa. Este geotêxtil deverá envolver toda a parte arenosa dos drenos.

Os drenos deverão ser preenchidos primeiramente com uma camada de areia média lavada até a altura de 40 cm, seguida de uma camada de argila de 20 cm, completando os 60 cm de altura destinados a drenagem. No decorrer do preenchimento da areia, deve-se instalar um tubo dreno perfurado de diâmetro 75 mm do tipo Kanaflex ou similar. Será por meio deste tubo dreno que a água infiltrada na areia destinará o volume coletado às bocas de lobo existentes, que por sua vez já possui uma rede coletora própria com lançamento na escada hidráulica existente.

Sobre a conexão do tubo dreno perfurado com as bocas de lobo existentes, ressaltamos que esta conexão deverá ser feita através de um tubo cego de PVC. Recomendamos que o comprimento deste tubo cego seja de 0,50 m e diâmetro 75 mm, conforme indicado em projeto.

7. COMENTÁRIOS FINAIS

Este relatório geotécnico apresentou uma solução de estabilização do talude da Rua Trieste utilizando técnicas de bioengenharia consistindo em reforço com estacas de eucalipto, drenagem com dreno de greide e plantio do capim Vertiver em toda a superfície do mesmo.

Com estas providências o talude em questão atingirá, à princípio, condições adequadas de estabilidade num prazo estimado de seis meses, tempo mínimo para que a vegetação proposta possa se desenvolver. Assim, recomendamos iniciar esta obra em abril (início do período de estiagem) e finalizar em junho, a fim de que a vegetação possa estar plenamente desenvolvida até o mês de novembro, quando se inicia a estação chuvosa.

Reiteramos especial atenção à ordem de execução desta obra, devendo-se primeiro ser executado as estacas de eucalipto para posteriormente serem executados os drenos de greide. Recomendamos nesta ordem para evitar a interferência entre os respectivos elementos. Simultaneamente à execução dos drenos de greide poderá ser iniciado o plantio do capim Vetiver e das demais vegetações propostas no relatório agrônômico, que complementa este relatório.

A obra, uma vez executada, deverá ser monitorada periodicamente, observando-se eventual ocorrência de deslocamentos na superfície de talude. Caso o desempenho da solução ora proposta não se mostre satisfatório, poderá demandar a execução da alternativa em grampos de concreto armado para incrementar a estabilidade global até níveis satisfatórios.

Além disso, faz-se importante a investigação com sondagens a trado para ratificar a presença ou não da camada drenante sob o pavimento, com eventual necessidade de revisão do dispositivo de drenagem aqui recomendado.

Sem mais para o momento, colocamo-nos à disposição de V.Sas. para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários e subscrevemo-nos,

Atenciosamente,

LUDEMANN ENGENHARIA



Eng. Willy Massayuki Nakada

ANEXO A – BOLETIM DE SONDAJENS À PERCUSSÃO

ANEXO B – ANÁLISES DE ESTABILIDADE

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Deflor Engenharia, 2006; Boletim técnico – *Uso do vetiver na estabilização de taludes e encostas*;

LIANG, T. et. al., 2017; Artigo da *Ecological Engineering* – *Scaling of the reinforcement of soil slopes by living plants in a geotechnical centrifuge*;

TEIXEIRA, T., 2017; Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Ouro Preto – *Análise da influência das raízes de vetiver nos parâmetros de resistência dos solos com a profundidade*;

MAFFRA, C. et. al, 2017; Artigo da Revista Scientia Agraria – *Métodos de avaliação da influência e contribuição das plantas sobre a estabilidade de taludes*.

USDA - United States Department of Agriculture. Soil Taxonomy – ST. A Basic System of Soil Classification for making and interpreting soil survey. 2 ed. 1999. 886 p. Agriculture Handbook, nº. 436.

ANEXO A – BOLETIM DE SONDAgens À PERCUSSÃO

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-01				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 05/09/2018 FIM : 05/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO – ITATIBA/SP					COTA: 800,00 COORD. N:7449332,593 E:305055,949				
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES – S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :		NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm		
							DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
				ATERRO		1.15	PAVIMENTO ASFALTICO		T.C.
		1				1.60	ARGILA SILTOSA COM POUCA AREIA (FINA/MÉDIA) VARIEGADA (VERMELHA)		
		2					*SONDAGEM PARALISADA EM PROVÁVEL TUBULAÇÃO.		N.A. NÃO ATINGIDO NA DATA DE 05/09/2018
LAVAGEM POR TEMPO – 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1* cm – 2* cm – 3* cm									
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO							TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM		
		DATA 10/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 02/12			
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEÓLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D			

WGF CONSULTORIA E GEOTECNIA LTDA (11) 3673-1355

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-01A	
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 05/09/2018 FIM : 05/09/2018	
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 800,15 COORD. N:7449330,245 E:305054,790	
PENETRACAO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NUMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTENCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETACAO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	AMOSTRADOR :
GRAF. Esc 1:2000						Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm
50 40 30 20 10						DESCRIÇÃO DO MATERIAL
						PAVIMENTO ASFALTICO
		1				VARIEGADA AMARELA
		2	01 02 02 15 17 15	ATERRO		ARGILA SILTOSA
		3		MOLE*		VARIEGADA VERMELHA
		5				
		4		MEDIA*		SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA) VARIEGADO (VERMELHO COM MANCHAS AMARELAS)
		5				
		9		POUCO COMPACTA**		
		6				
		8				
		7		MEDIANAMENTE		
		9				
		8		COMPACTA**		SILTE ARENOSO (FINA) POUCO MÍCACEO VARIEGADO (AMARELO ESCURO)
		10				
		15				
		10				
		12				
		11		COMPACTA**		
		22				
		12				FINA/MÉDIA,MÍCACEA VARIEGADA CINZA E AMARELA
		29				AREIA SILTOSA
		13				
		33		MUITO COMPACTA**		FINA/GROSSA,VARIEGADA CINZA
OBS.: NÃO FOI EXECUTADO ENSAIO NO INTERVALO DE 0,00m a 2,00m DEVIDO A PRESENÇA DE INTERFERÊNCIAS ENTERRADAS PRÓXIMAS AO FURO.						
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm						
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO					NOTAS: TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM	
		DATA 10/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18 FOLHA 03/12		
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		
				GÉOLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D		

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-02				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 11/09/2018 FIM : 11/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 800,15 COORD. N:7449342,780 E:305026,688				
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :		NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO
GRAF. Esc 1:2000							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm		
50 40 30 20 10							DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
1						0.95	COM AREIA FINA E DETRITOS VEGETAIS VARIEGADA VERMELHA E MARROM		T.C.
2						1.90	VERMELHA		
7							COM AREIA FINA/MÉDIA MARROM		
3						3.00	ARGILA SILTOSA		
6							COM AREIA FINA/MÉDIA VARIEGADA VERMELHA E MARROM CLARA		
4									
8									
5						5.60			
6							ARGILA SILTOSA VARIEGADA (VERMELHA)		
6						6.50			
8							SILTE ARGILOSO (VERMELHO)		
7									
10						7.85			
8							AREIA (FINA) SILTOSA VARIEGADA (AMARELA CLARA E CINZA)		
11						9.00			
9									
15						10.00			
10							MÍCACEO VARIEGADO VERMELHO		
11						11.00			
11							VARIEGADO AMARELO		
13							SILTE ARENOSO (FINA)		
12									
11						16.00			
13							POUCO MÍCACEO VARIEGADO CINZA		
14									
17									
15									
19									
16									
21									
17									
25									
18						18.30			
10 17 15 15									
							OBS.: NÃO FOI EXECUTADO ENSAIO NO INTERVALO DE 0,00m a 2,00m DEVIDO A PRESENÇA DE INTERFERÊNCIAS ENTERRADAS PRÓXIMAS AO FURO		
							** NÃO FOI POSSÍVEL VERIFICAR O N.A. APÓS 24Hs DEVIDO AO SOLAPAMENTO DO FURO COM 16,60m.		
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INÍCIO:					m ESTAGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm				
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO							TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM SR. = SOLO RESIDUAL		
DATA		17/09/2018			TRABALHO N.		WGF056/18		FOLHA
DESENHISTA		KLAYTON TAVARES			ESCALA VERTICAL		1 : 100		GEÓLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-03				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 06/09/2018 FIM : 06/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/Nº-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 800,20 COORD. N:7449328,654 E:305040,100				
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :		NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm		
						2.20	PAVIMENTO ASFALTICO		T.C.
		1					VARIEGADA VERMELHA		
		2				2.00	ARGILA SILTOSA		
		9					COM AREIA FINA/MÉDIA VARIEGADA AMARELA ESCURA E VERMELHA		
		3							
		10				4.00	COM AREIA FINA/MÉDIA VARIEGADA VERMELHA		
		4							
		8				5.60			
		5							
		7							
		6							
		02 01 02				7.00	ARGILA SILTOSA VARIEGADA (VERMELHA)		LAV.
		20 12 15							
		7				7.50			
		01 01 02							
		15 15 18							
		8							
		8							
		9							
		6							
		10							
		8							
		11							
		10							
		12							
		11							
		13				13.00	SILTE ARGILOSO POUCO MÍCACEO COM AREIA (FINA) VARIEGADO (AMARELO)		
		21							
		14							
		25							
		15							
		28				15.45	SILTE POUCO ARENOSO (FINA/MÉDIA) MÍCACEO VARIEGADO (CINZA)		
		16							
OBS.: NÃO FOI EXECUTADO ENSAIO NO INTERVALO DE 0,00m a 2,00m DEVIDO A PRESENÇA DE INTERFERÊNCIAS ENTERRADAS PRÓXIMAS AO FURO.									
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1° cm - 2° cm - 3° cm									
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO							TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM		
WGFE CONSULTORIA E GEOTECNIA		DATA	10/09/2018		TRABALHO N.	WGF056/18		FOLHA	05/12
		DESENHISTA	KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL	1 : 100		GEOLOGO DAVID RUND C.R.E.A. Nº 5.061.007.610/D	

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-04				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 05/09/2018 FIM : 06/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 800,52 COORD. N:7449315,729 E:305068,242				
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR : Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm	NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO	
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10									
		1				.60	ARGILA SILTOSA COM DETRITOS VEGETAIS VARIEGADA (VERMELHA)	T.C.	
		2							
		01 01 01 17 15 14	MUITO MOLE*	ATERRO					
		01 01 02 15 15 18						SILTE ARGILOSO VARIEGADO (VERMELHO E AMARELO)	
		3							
		4	MOLE*						
		5							
		6				6.30			
		01 02 03 15 15 16		SR.		7.00			
		7	MEDIA*					SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA/MÉDIA) VARIEGADA (AMARELA)	LAV.
		8				8.00			
		11		SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA					
		9	MEDIANAMENTE						
		10							
		12						SILTE ARENOSO (FINA/MÉDIA)	
		15	COMPACTA**					- POUCO MÍCACEO VARIEGADO AMARELO ESCURO	
		18							
		13							
		26							
		14	COMPACTA**			14.00			
		30							
		15				15.00			
		35				15.45	AREIA (FINA/GROSSA) SILTOSA POUCO MÍCACEA VARIEGADA (CINZA E AMARELA ESCURA)		
		16							
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INÍCIO: m ESTÁGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm									
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO						TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM			
WGFE CONSULTORIA E GEOTECNIA		DATA 10/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 06/12			
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEOLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D			

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-05				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 11/09/2018 FIM : 11/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/Nº-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP.					COTA: 792,50 COORD. N:7449335,125 E:305015,796				
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :	NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO	
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm		
DESCRIÇÃO DO MATERIAL									
1		4	MOLE*	ATERRO		0.50	COM DETRITOS VEGETAIS VARIEGADA MARROM E VERMELHA ARGILA SILTOSA	T.C.	
2		6				1.90	VARIEGADA VERMELHA		
3		9	MEDIA*	SR.		3.80	ARGILA SILTOSA COM AREIA (FINA/MÉDIA) VARIEGADA (VERMELHA COM MANCHAS AMARELAS)		
4		15							
5		16				5.85	AREIA (FINA/MÉDIA) SILTOSA VARIEGADA (CINZA CLARA E AMARELA)		
6		14	MEDIANAMENTE	SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA		7.00			
7		17							LAV.
8		13						VARIEGADO CINZA	
9		17	COMPACTA**						12/09/2018
10		15						SILTE ARENOSO (FINA) MICACEO	
11		18					11.00		
12		21						VARIEGADO AMARELO ESCURO	EST.
13		24	COMPACTA**				13.00		13.10 <
14		26						VARIEGADO CINZA	14.02
15							14.45		
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INÍCIO: m ESTÁGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm									
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO							TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM SR. = SOLO RESIDUAL		
WG CONSULTORIA E GEOTECNIA		DATA 17/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 07/12			
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEOLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D			

WG CONSULTORIA E GEOTECNIA LTDA (11) 3673-1355

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-06			
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 12/09/2018 FIM : 12/09/2018			
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 791,60 COORD. N:7449319,670 E:305029,796			
PENETRACAO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NUMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTENCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETACAO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :	NIVEL D'AGUA E AVANCO
GRAF. Esc 1:2000							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm	
50 40 30 20 10							DESCRIÇÃO DO MATERIAL	
		1					SILTE ARGILOSO COM DETRITOS VEGETAIS VARIEGADO (VERMELHO)	T.C.
		4	MOLE*	ATERRO		1.50		
		2					- VARIEGADA VERMELHA	
		7	MEDIA*			2.65	ARGILA SILTOSA	
		3				3.30	- COM DETRITOS VEGETAIS VARIEGADA VERMELHA E MARROM	
		3				3.90	- VARIEGADA MARROM ESCURA	
		4	MOLE*	SR.		4.50	ARGILA SILTOSA	
		5				4.90	- VARIEGADA VERMELHA	
		6	MEDIA*			6.00	SILTE ARGILOSO	
		6					- COM AREIA FINA/MEDIA VARIEGADO AMARELO	
		8	POUCO COMPACTA**			8.50		
		7						
		11	MEDIANAMENTE COMPACTA**				SILTE ARENOSO (FINA) MICÁCEO VARIEGADO (AMARELO E CINZA)	LAV.
		8	POUCO COMPACTA**			9.70		
		9	MEDIANAMENTE COMPACTA**					
		10						
		10						
		8						
		11						
		6	MEDIA*	SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA			SILTE ARGILOSO VARIEGADO (AMARELO COM MANCHAS PRETAS E CINZAS)	EST. 12.85
		12						
		8						
		13						
		10				13.85		13.59
		14						
		20						
		15						
		22	COMPACTA**				SILTE POUCO ARENOSO (FINA) MICÁCEO VARIEGADO (CINZA)	13/09/2018
		16						
		26				16.45		
		17						
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1° cm - 2° cm - 3° cm								
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO						TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM SR. = SOLO RESIDUAL		
		DATA 17/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 08/12		
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEÓLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D		

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-07			
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 13/09/2018 FIM : 13/09/2018			
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 784,60 COORD. N:7449292,653 E:305048,362			
PENETRACAO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NUMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTENCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETACAO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :	NIVEL D'AGUA E AVANCO
GRAF. Esc 1:2000							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm	
50 40 30 20 10							DESCRIÇÃO DO MATERIAL	
1		5	MOLE*	ATERRO		0.45	COM DETRITOS VEGETAIS VARIEGADO MARROM E VERMELHO	T.C.
2		5				1.50	COM AREIA FINA VARIEGADA VERMELHA ARGILA SILTOSA	
3		6				2.55	VARIEGADA AMARELA	
4		8	MEDIA*	SR.		3.00	VARIEGADA MARROM CLARA	
5		9				4.00	VARIEGADA CINZA CLARA COM MANCHAS AMARELAS ARGILA SILTOSA	EST. 15.21
6		10				5.00	VARIEGADA AMARELA	
7		13	MEDIANAMENTE	SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA		7.00	MICÁCEO VARIEGADO CINZA	LAV. 6.87
8		18	COMPACTA**			8.00	SILTE ARENOSO (FINA)	
9		21				10.00	POUCO MICÁCEO VARIEGADO AMARELO ESCURO	
10		21	COMPACTA**					
11		22				11.45	MICÁCEO VARIEGADO CINZA	
12								14/09/2018
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1* cm - 2* cm - 3* cm								
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO						TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM SR. = SOLO RESIDUAL		
		DATA 17/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 09/12		
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEÓLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D		

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-08			
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 12/09/2018 FIM : 12/09/2018			
LOCAL : AL. TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 780,15 COORD. N:7449310,335 E:304988,167			
PENETRACAO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NUMERO DE	CONSISTENCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETACAO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :	NIVEL D'AGUA E AVANÇO
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm	
DESCRIÇÃO DO MATERIAL								
1				ATERRO		0.40	FINA COM DETRITOS VEGETAIS MARROM ESCURA	T.C.
7		MEDIA*						
2				COLUVIO		2.40	FINA/MÉDIA VARIEGADA AMARELA	EST. 4.10 3.90
5		MOLE*						
3						2.60	ARGILA ARENOSA (FINA) VARIEGADA (CINZA CLARA)	LAV.
7								
4				SOLO RESIDUAL		4.50	ARGILA SILTOSA COM AREIA (FINA) VARIEGADA (AMARELA)	13/09/2018
6		MEDIA*						
5						6.00	SILTE ARGILOSO VARIEGADO (AMARELO)	
8								
6				S.A.R.		6.80	SILTE ARGILOSO MICÁCEO VARIEGADO (AMARELO COM MANCHAS CINZA)	
7								
7						7.77	AREIA (FINA/MÉDIA) SILTOSA POUCO MICÁCEA VARIEGADA (AMARELA ESCURO)	
8		RIJA*						
9						10.00		
14		MOLE*						
01 01 02 18 13 15								
10								
11								
13		MEDIANAMENTE						
16								
12		COMPACTA**						
05 09 15 15						12.30		
13								

LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm

PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL
DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO

TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM
S.A.R. = SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA

WGF
CONSULTORIA
E GEOTECNIA

DATA 17/09/2018
DESENHISTA KLAYTON TAVARES

TRABALHO N. WGF056/18
ESCALA VERTICAL 1 : 100

FOLHA 10/12
GEÓLOGO DAVID RUND
C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D

WGF CONSULTORIA E GEOTECNIA LTDA (11) 3673-1355

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-09			
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 13/09/2018 FIM : 13/09/2018			
LOCAL : RUA TRIESTE S/N*-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 774,45 COORD. N:7449291,556 E:305006,457			
PENETRAÇÃO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NÚMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :	NÍVEL D'ÁGUA E AVANÇO
GRAF. Esc 1:2000 50 40 30 20 10							Ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg Ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm	
DESCRIÇÃO DO MATERIAL							0.00	14/09/2018
ARGILA SILTOSA COM DETRITOS VEGETAIS							0.32	
ARGILA ARENOSA (FINA/CINZA ESCURA) (MARROM)							EST.	
- COM AREIA FINA VARIEGADA CINZA E AMARELA							T.C. LAV.	
- VARIEGADA AMARELA ARGILA SILTOSA								
- COM AREIA FINA/MÉDIA VARIEGADA AMARELA								
SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA) VARIEGADA (AMARELA)							14/09/2018	
SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA) MICÁCEO VARIEGADO (AMARELO ESCURO COM MANCHAS CINZAS)								
AREIA (FINA/MÉDIA) SILTOSA MICÁCEA VARIEGADA (AMARELA ESCURO)								
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INÍCIO: m ESTÁGIOS: 1' cm - 2' cm - 3' cm								
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO							TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM S.A.R. = SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA SR. = SOLO RESIDUAL	
WG CONSULTORIA E GEOTECNIA		DATA	17/09/2018	TRABALHO N.	WG056/18	FOLHA	11/12	
		DESENHISTA	KLAYTON TAVARES	ESCALA VERTICAL	1 : 100	GEOLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D		

INTERESSADO: RESIDENCIAL VILLAGGIO PARADISO					SONDAGEM A PERCUSSÃO SP-10				
OBRA : CONTENÇÃO DE TALUDE					INICIO: 14/09/2018 FIM : 14/09/2018				
LOCAL : RUA TRIESTE S/N°-RES. VILLAGGIO PARADISO - ITATIBA/SP					COTA: 778,80 COORD. N:7449277,895 E:305028,478				
PENETRACAO (golpes/ 30 cm.) S.P.T.		NUMERO DE GOLPES - S.P.T.	CONSISTENCIA* OU COMPACTIDADE**	INTERPRETACAO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR :		NIVEL D'AGUA E AVANCO
GRAF. Esc 1:2000							ø Interno: 34.9 mm Peso: 65 Kg ø Externo: 50.8 mm Altura de queda: 75 cm REVESTIMENTO: 63.5 mm		
50 40 30 20 10							DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
		1		AT.		0.40	ARGILA SILTOSA COM DETRITOS VEGETAIS (MARROM ESCURO)		T.C.
		6	MEDIA*	COLUVIO		1.00	ARGILA ARENOSA (FINA) VARIEGADA (CINZA E AMARELA)		4.50 4.27
		2				1.95	- VARIEGADA CINZA ESCURA		
		5	MOLE*			3.00	- VARIEGADA CINZA CLARA COM MANCHAS AMARELAS		
		3	MEDIA*				ARGILA SILTOSA		
		4					- COM POUCA AREIA (FINA/MÉDIA) VARIEGADA AMARELA COM MANCHAS CINZA		
		5	MOLE*			5.00			
		6		SR.		5.50	SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA/MÉDIA) VARIEGADO (AMARELO COM MANCHAS CINZA)		LAV.
		6	MEDIA*			6.00			14/09/2018
		8				7.00	SILTE ARGILOSO COM AREIA (FINA/MÉDIA) MICÁCEO VARIEGADO (AMARELO ESCURO CINZA)		
		13		S.A.R.			AREIA (FINA/MÉDIA) SILTOSA MICÁCEA VARIEGADA (AMARELA ESCURA)		
		14	MEDIANAMENTE			9.00			
		9							
		12	COMPACTA**				SILTE POUCO ARENOSO (FINA/MÉDIA) MICÁCEO VARIEGADO (CINZA)		
		10				10.30			
		05 08 15 15							
		11							
LAVAGEM POR TEMPO - 10 MINUTOS: PROF. DE INICIO: m ESTAGIOS: 1* cm - 2* cm - 3* cm									
PERFIL GEOLÓGICO e GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO						TC = TRADO CONCHA LAV = LAVAGEM S.A.R. = SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA SR. = SOLO RESIDUAL			
		DATA 17/09/2018		TRABALHO N. WGF056/18		FOLHA 12/12			
		DESENHISTA KLAYTON TAVARES		ESCALA VERTICAL 1 : 100		GEÓLOGO DAVID RUND C.R.E.A. N° 5.061.007.610/D			

WGF CONSULTORIA E GEOTECNIA LTDA (11) 3673-1355

ANEXO B – ANÁLISES DE ESTABILIDADE

B.1. CONDIÇÃO ATUAL

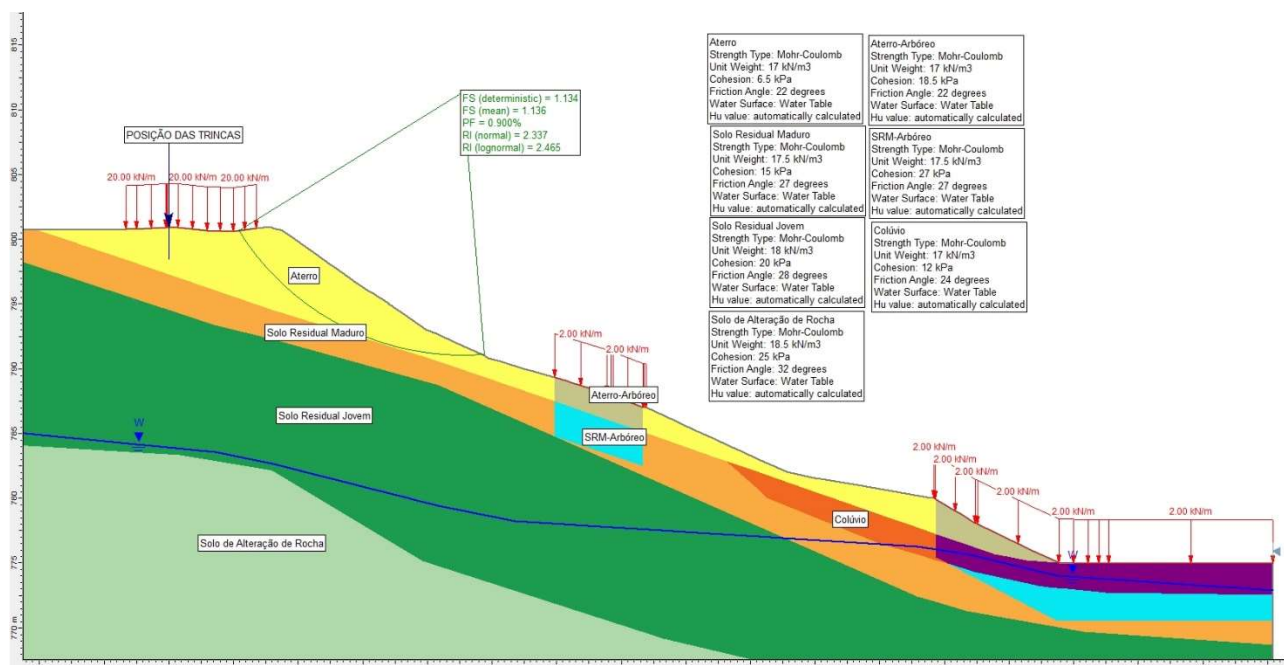


Figura 19 – F.S. de 1,134 na condição atual na umidade natural considerado insatisfatório – Perfil A.

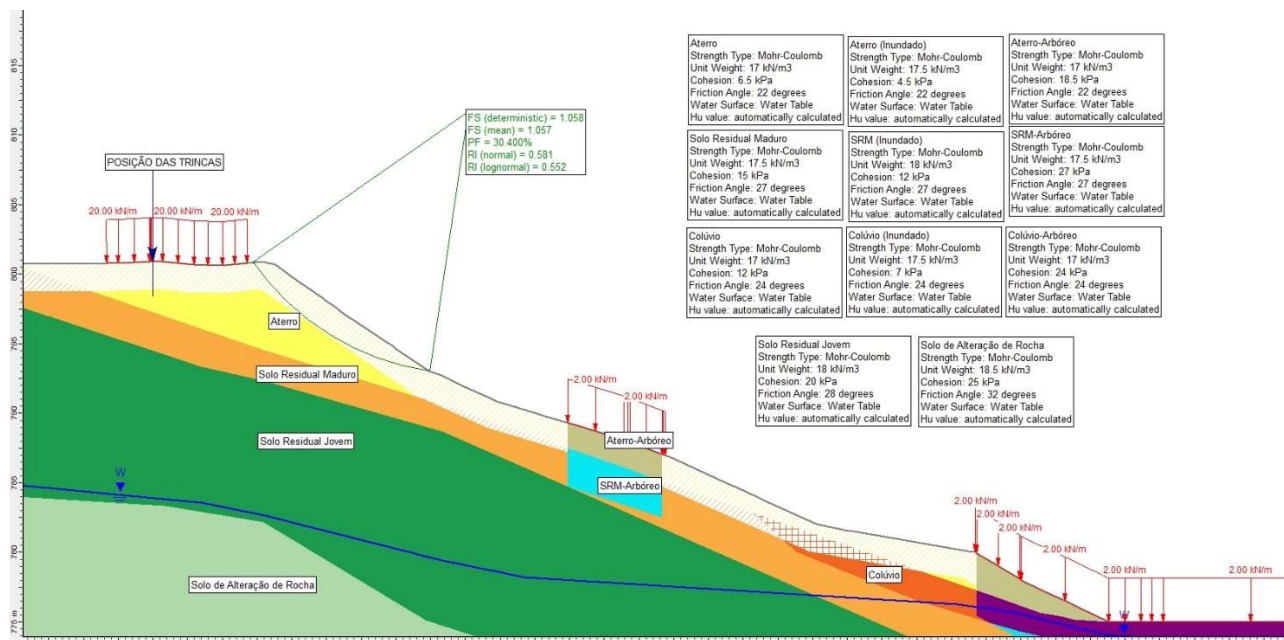


Figura 20 – F.S. de 1,058 na condição atual na umidade saturada considerado insatisfatório – Perfil A.

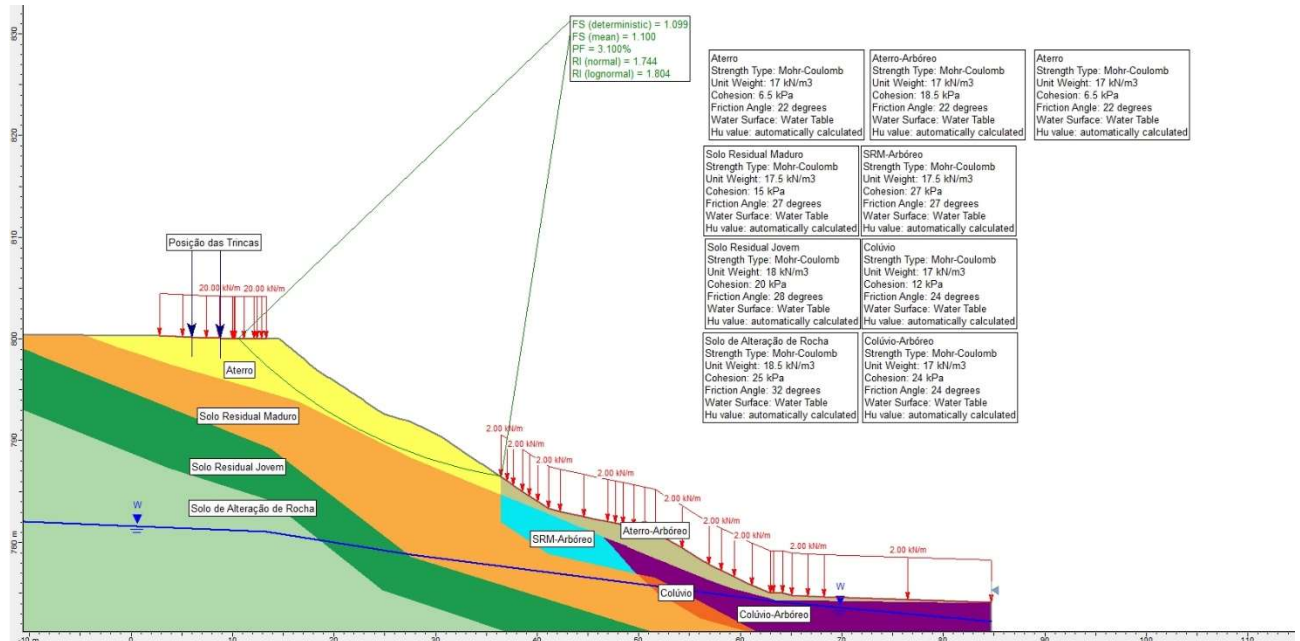


Figura 21 – F.S. de 1,099 na condição atual na umidade natural considerado insatisfatório – Perfil B.

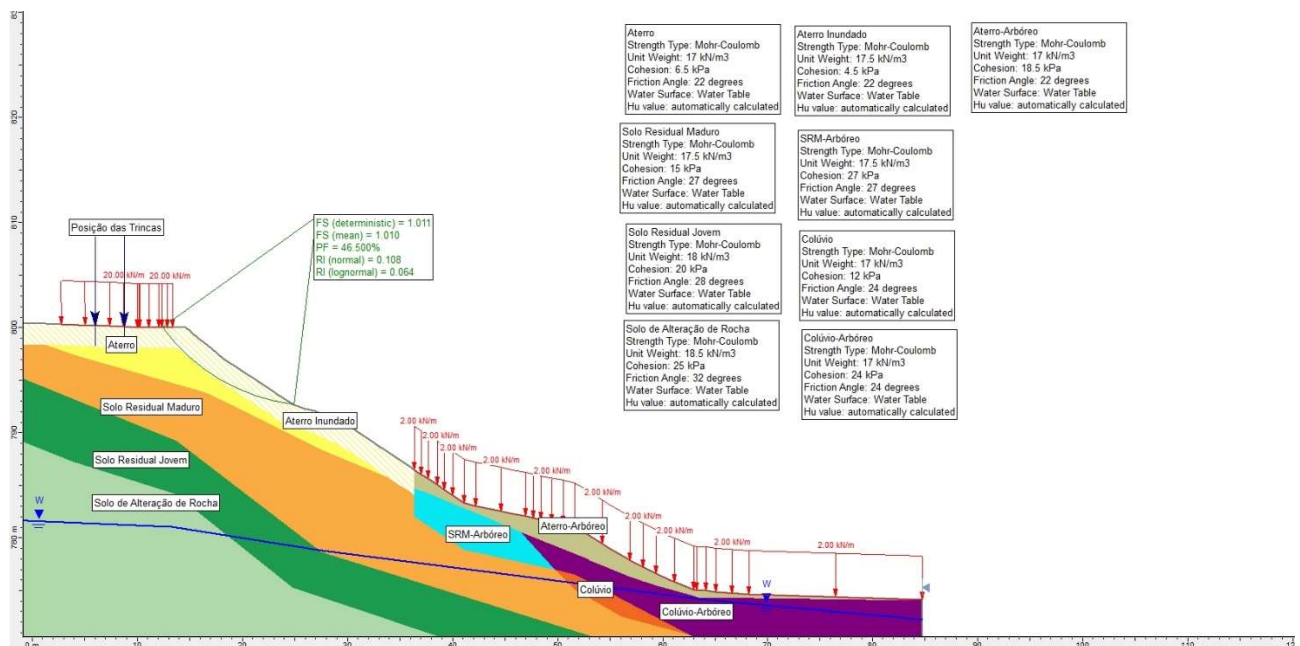


Figura 22 – F.S. de 1,011 na condição atual na umidade saturada considerado insatisfatório – Perfil B.

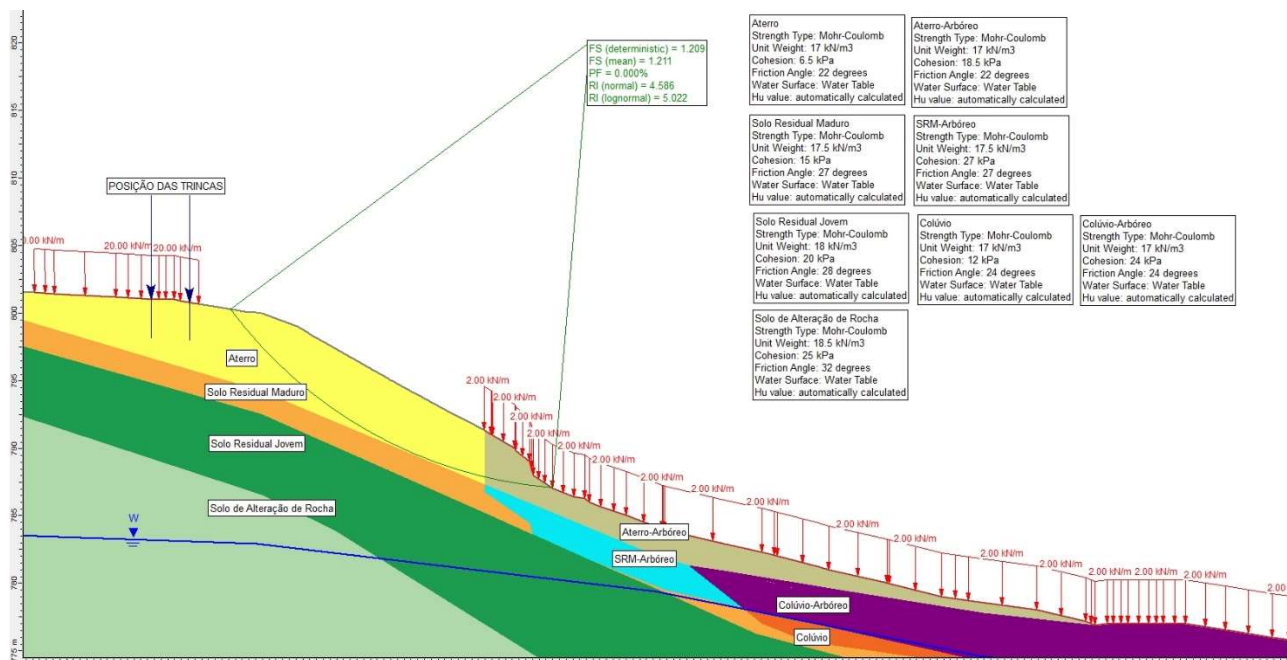


Figura 23 – F.S. de 1,209 na condição atual na umidade natural considerado satisfatório – Perfil C.

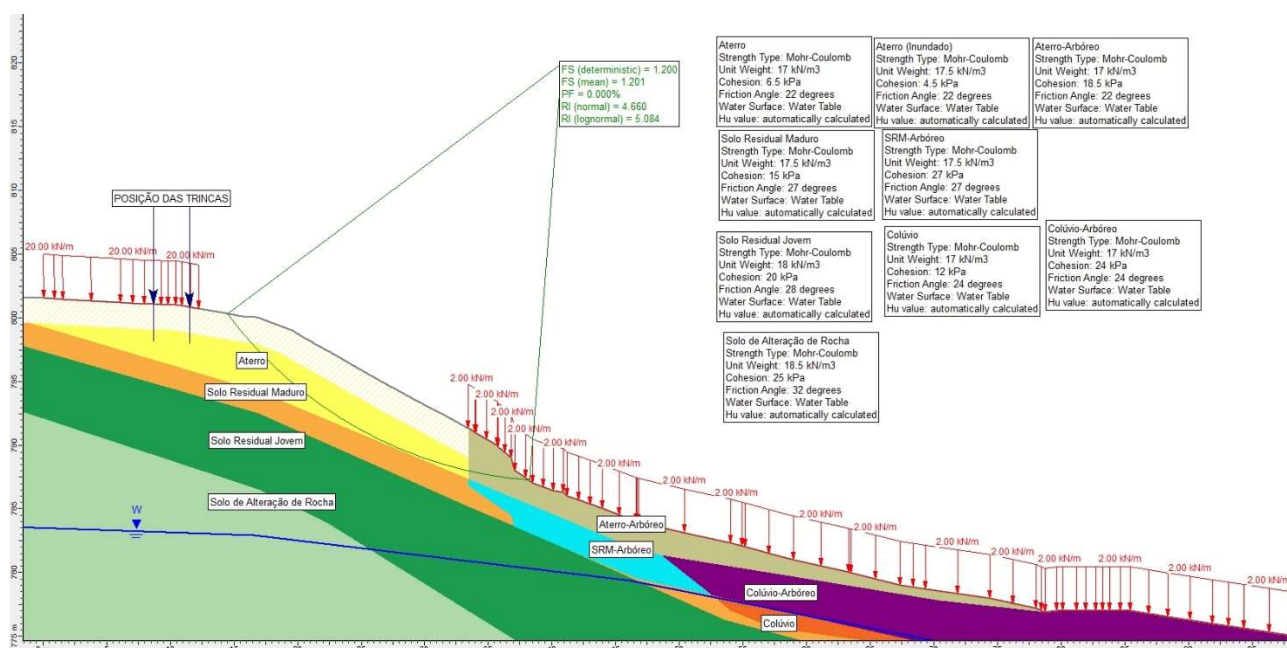


Figura 24 – F.S. de 1,200 na condição atual na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil C.

B.2. CONDIÇÃO ATUAL COM VETIVER

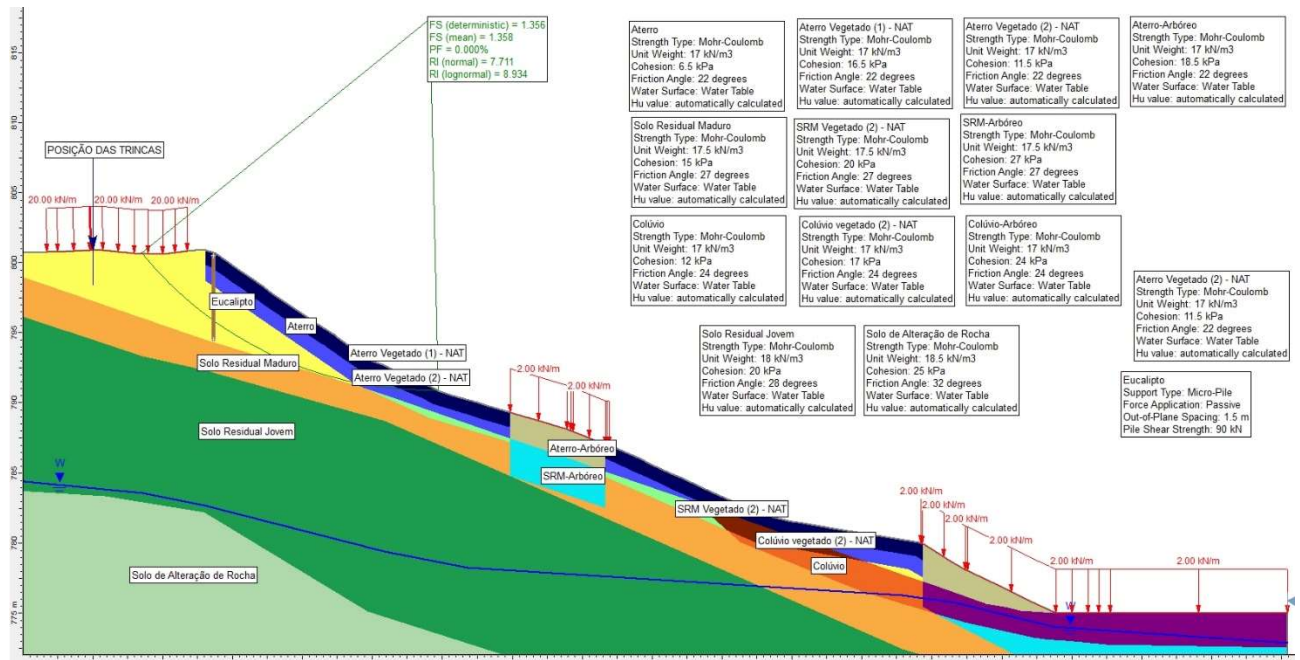


Figura 25 – F.S. de 1,356 na condição atual na umidade natural considerado satisfatório – Perfil A.

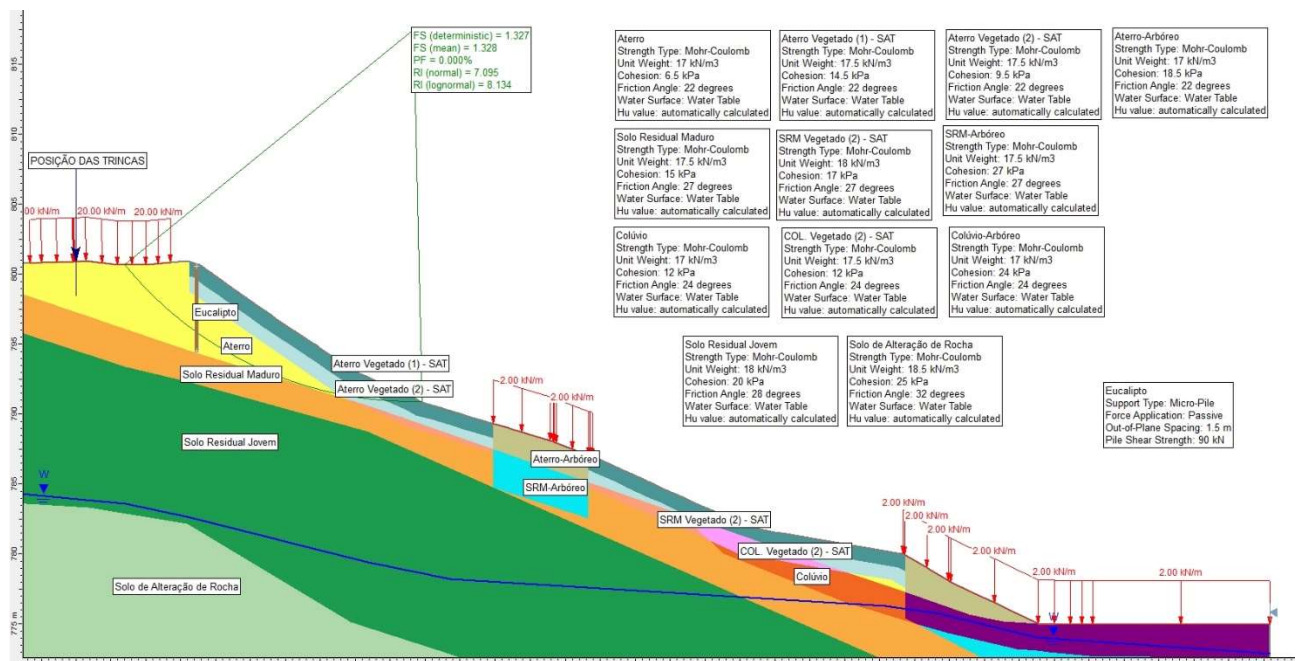


Figura 26 – F.S. de 1,327 na condição atual na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil A.

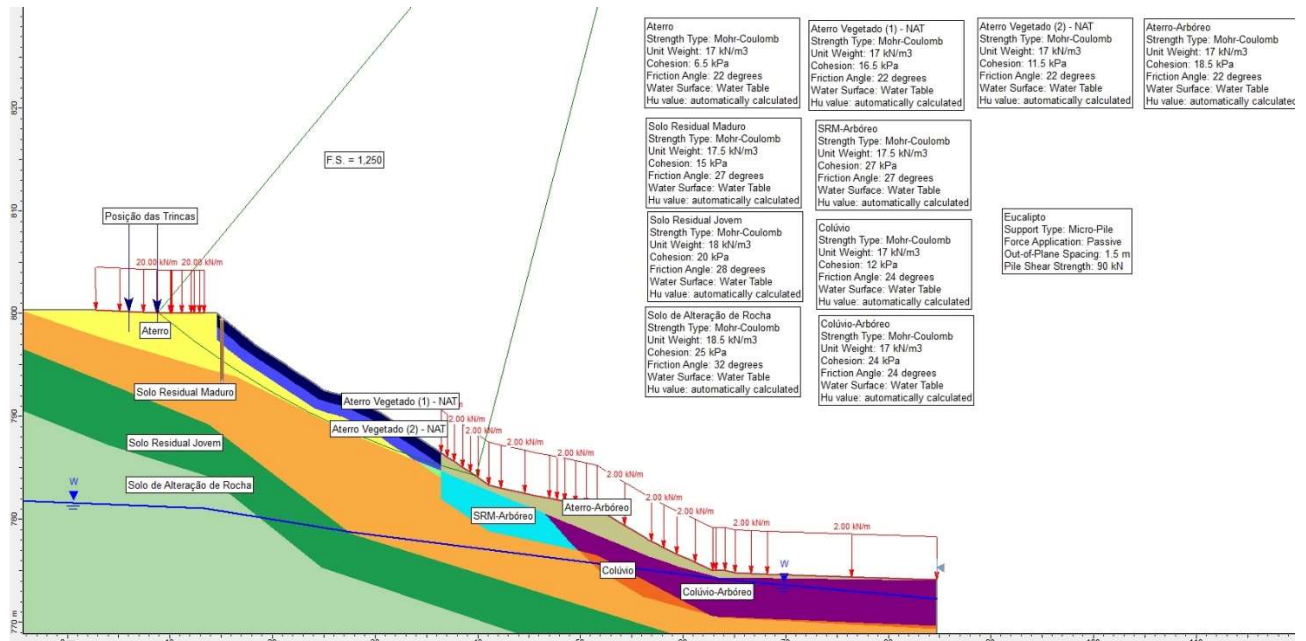


Figura 27 – F.S. de 1,250 na condição atual na umidade natural considerado satisfatório – Perfil B.

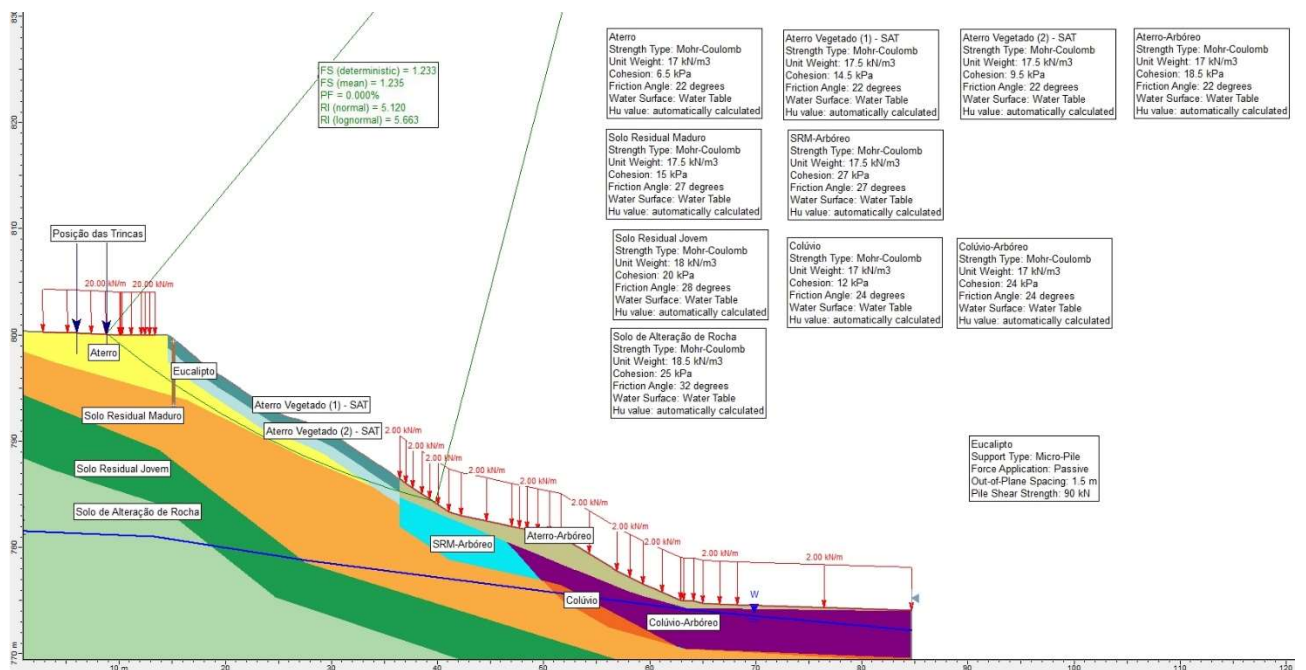
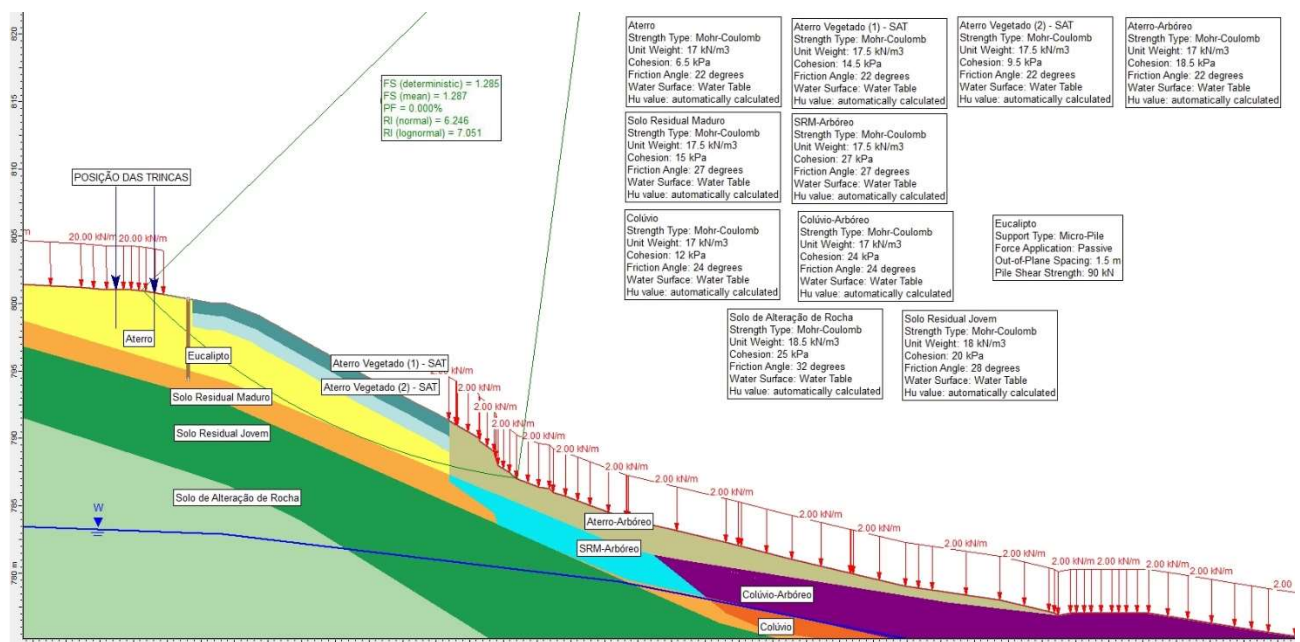
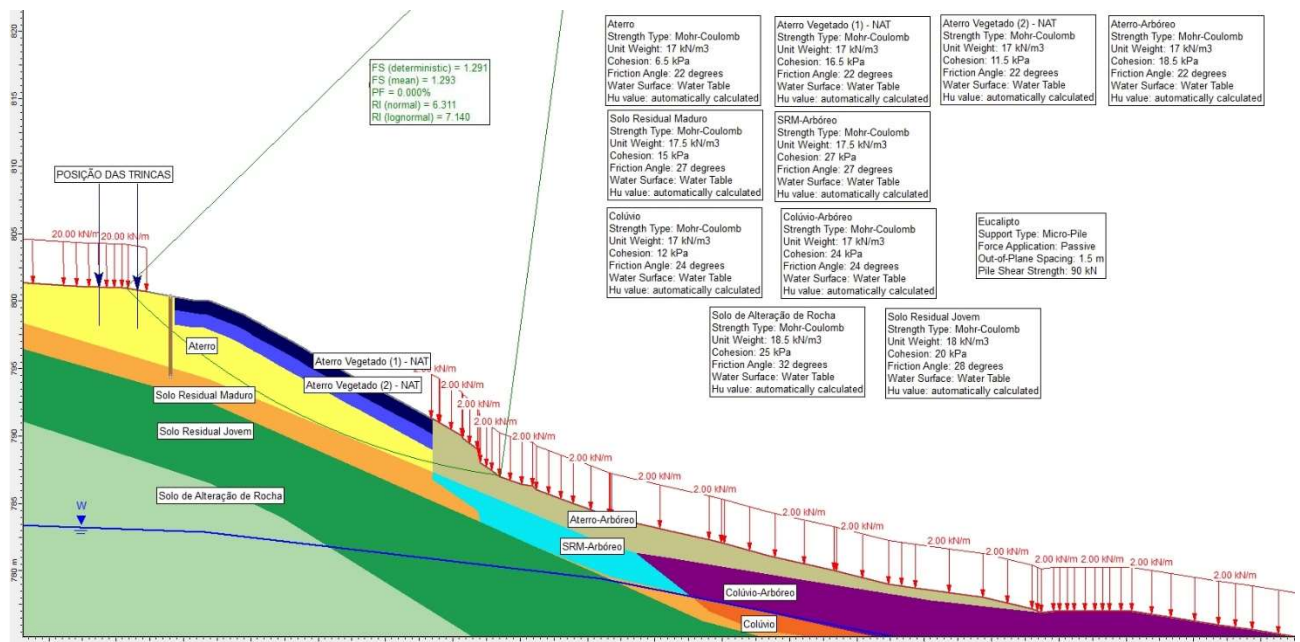


Figura 28 – F.S. de 1,233 na condição atual na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil B.



B.2. ALTERNATIVA COM SOLO GRAMPEADO

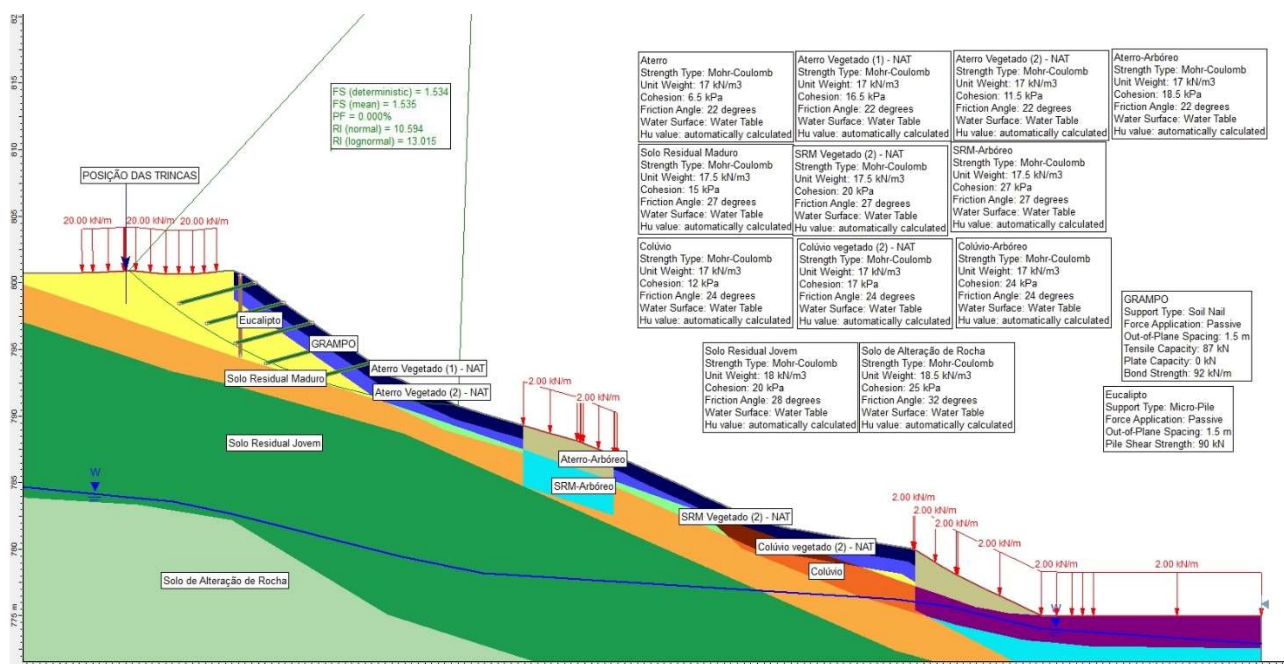


Figura 31 – F.S. de 1,534 na condição de projeto na umidade natural considerado satisfatório – Perfil A.

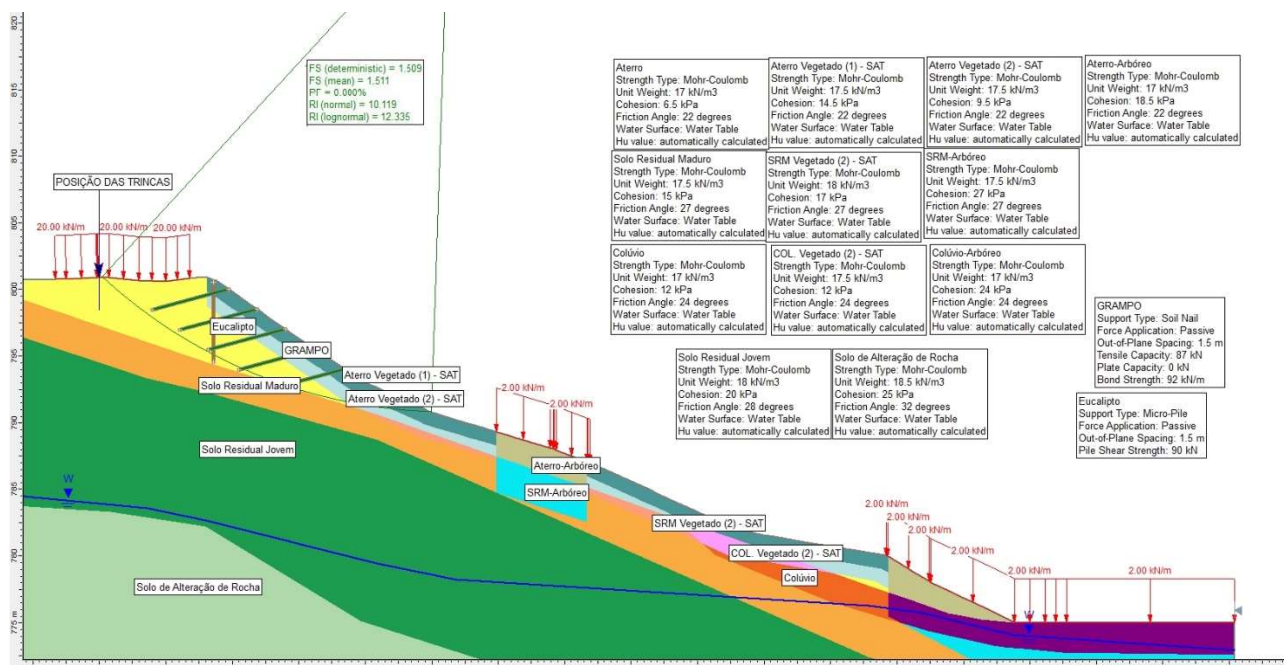


Figura 32 – F.S. de 1,509 na condição de projeto na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil A.

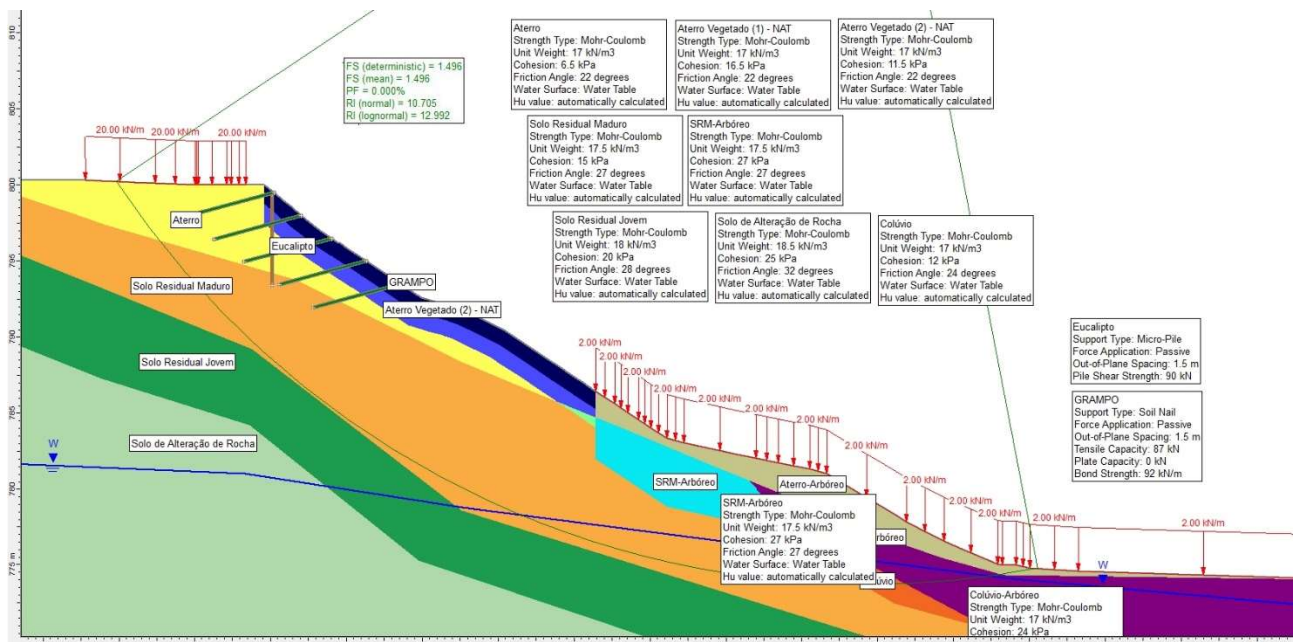


Figura 33 – F.S. de 1,496 na condição de projeto na umidade natural considerado satisfatório – Perfil B.

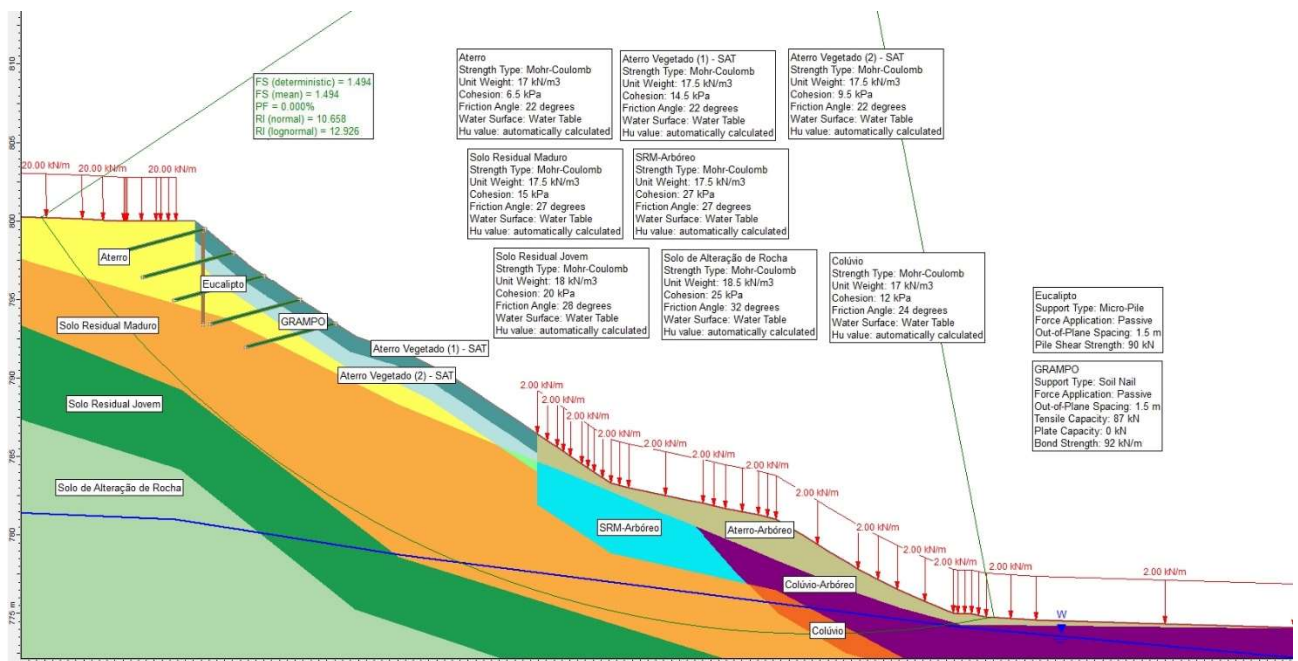


Figura 34 – F.S. de 1,494 na condição de projeto na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil B.

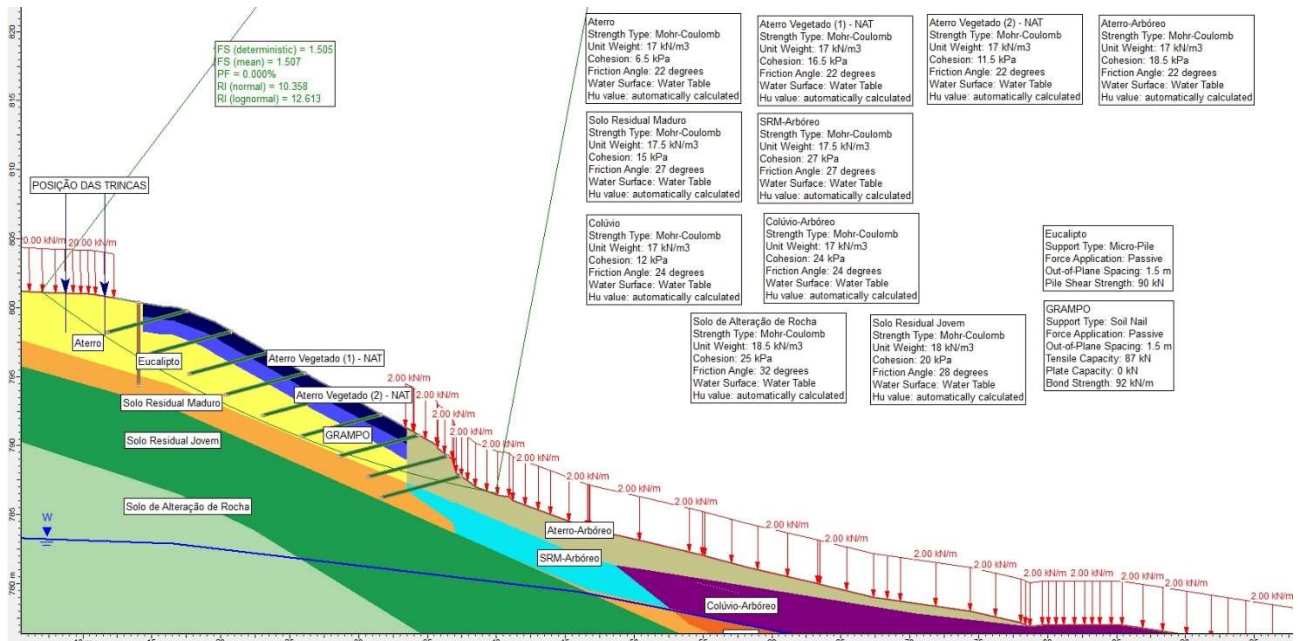


Figura 35 – F.S. de 1,505 na condição de projeto na umidade natural considerado satisfatório – Perfil C.

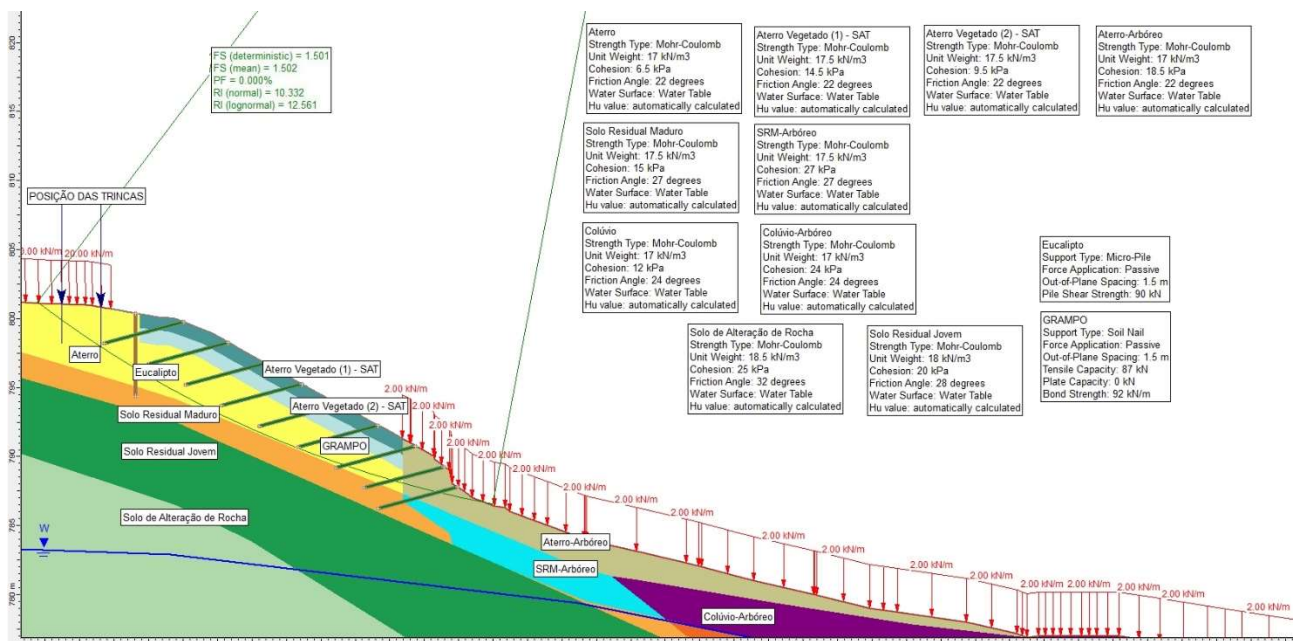


Figura 36 – F.S. de 1,501 na condição de projeto na umidade saturada considerado satisfatório – Perfil C.