

# FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

## PROJETO DE CONTENÇÃO EM SOLO GRAMPEADO – CHÃ BEBEDOURO 1

CHÃ DE BEBEDOURO, Maceió-AL

### MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

## PROJETO DE CONTENÇÃO EM SOLO GRAMPEADO – CHÃ BEBEDOURO 1

CHÃ DE BEBEDOURO, Maceió-AL

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO				18-07-2022

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## Índice

<b>1.</b>	<b>DADOS CADASTRAIS DO PROJETO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>DOCUMENTOS RECEBIDOS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>9</b>
5.1	PARÂMETROS ADOTADOS.....	9
5.2	SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS.....	17
<b>6.</b>	<b>JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>SOLUÇÃO - SOLO GRAMPEADO .....</b>	<b>21</b>
7.1	GRAMPO .....	21
7.2	FACE – CONCRETO PROJETADO COM TELA ELETROSOLDADA.....	24
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
8.1	FATORES DE SEGURANÇA .....	25
8.2	RUPTURA DO GRAMPO .....	26
<b>9.</b>	<b>ENSAIO DE ARRANCAMENTO.....</b>	<b>27</b>
<b>10.</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO.....</b>	<b>29</b>
10.1	INCLINÔMETROS.....	29
10.1.1	MÉTODO CONSTRUTIVO .....	30
10.1.2	MEDIÇÕES .....	30
10.2	PIEZÔMETROS .....	31
10.2.1	MÉTODO CONSTRUTIVO .....	31

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



10.2.2	MEDIÇÕES .....	32
<b>11.</b>	<b>MÉTODO CONSTRUTIVO .....</b>	<b>32</b>
11.1	SOLO GRAMPEADO.....	32
11.1.1	DHP .....	34
11.1.2	BARBACÃ .....	35
<b>12.</b>	<b>QUANTITATIVO .....</b>	<b>36</b>
12.1	GRAMPO .....	37
12.2	DRENAGEM INTERNA.....	38
<b>13.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>38</b>
13.1	GERAIS .....	38
13.2	CONFORMAÇÃO DA ENCOSTA.....	39
<b>14.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>39</b>
<b>15.</b>	<b>ANEXO I .....</b>	<b>41</b>
15.1	Dimensionamento da tela eletrosoldada - Seção 1 e Seção 2.....	41
15.2	Dimensionamento da tela eletrosoldada - Seção 3 .....	45
<b>16.</b>	<b>ANEXO II: CHÃ BEBEDOURO 1 .....</b>	<b>49</b>
16.1	SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO.....	49
16.2	SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO .....	51
16.3	SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO.....	53
16.4	SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO .....	55
16.5	SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO.....	57
16.6	SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO .....	60
16.7	SEÇÃO 4 – SEM TRATAMENTO.....	62

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



16.8	SEÇÃO 4 – COM TRATAMENTO .....	65
17.	REFERÊNCIAS .....	67

#### FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 1. DADOS CADASTRAIS DO PROJETO

**RAZÃO SOCIAL:** SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA – SEMINFRA

**ENDEREÇO:** RUA DO IMPERADOR, Nº 307 – CENTRO

**CEP:** 57.020-670

**CNPJ:** 17.926.123/0001-50

---

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

---

Engº. Rafael Araújo Guillou

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto geotécnico básico de contenção da encosta CHÃ BEBEDOURO 1.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da solução em solo grampeado, dissertando sobre aspectos técnicos e características que definiram a configuração final do projeto em questão.

Nesse contexto, serão aqui apresentadas as características principais da proposta, assim como os critérios e parâmetros utilizados.

## 3. DOCUMENTOS RECEBIDOS

NOME DO ARQUIVO	ASSUNTO
BARREIRA - BEBEDOURO 1.dwg	Levantamento topográfico
1. PROJE.kmz	Localização no Google Earth
AM 01 MATERIAL COLETADO NA GROTA EM BEBEDOURO BARREIRA 01	Ensaio de peneiramento, índices de consistência, compactação e CBR.
AM 01 MATERIAL COLETADO NA GROTA EM BEBEDOURO BARREIRA 01	

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DOCUMENTOS
ABNT NBR 11682 – Estabilidade de taludes
ABNT NBR 5629 - Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução
Manual Técnico de Encostas – Ancoragens e Grampos – Volume 4 (1999)
DNER-ME 080 – Solos- Análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082 – Solos – Determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 49 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 129 – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 PARÂMETROS ADOTADOS

Os ensaios disponibilizados para determinação dos parâmetros geotécnicos estão listados abaixo.

- Granulometria por peneiramento (DNER-ME 080/94);
- Limites de consistência (DNER-ME 082/94);
- Compactação (DNER-ME 129/94);
- Índice de suporte Califórnia (DNER-ME 049/94);

Estes ensaios citados foram realizados em duas amostras coletadas na encosta Chã Bebedouro. Ambas as amostras coletadas foram retiradas próximo à superfície. A Figura 1 apresenta as curvas granulométricas das amostras coletadas e a Tabela 1 apresenta os índices de consistência obtidos. A classificação das amostras, segundo o SUCS, corresponde a uma **areia siltosa**. A Figura 2 apresenta a carta de plasticidade.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

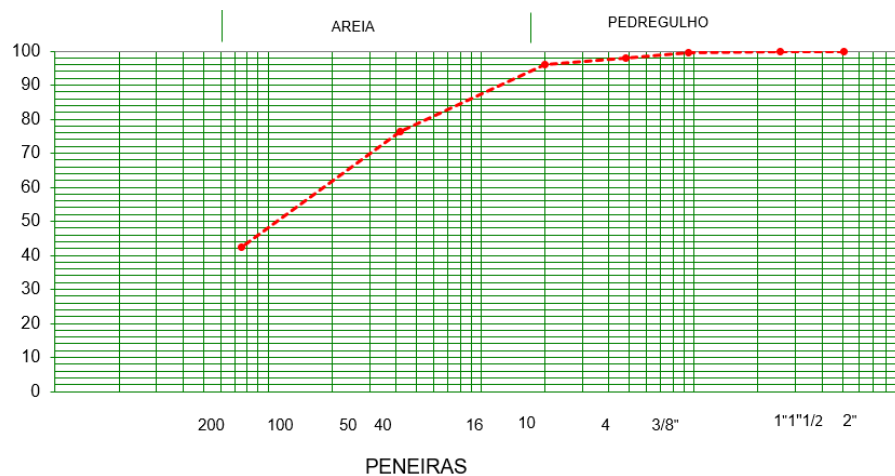
Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

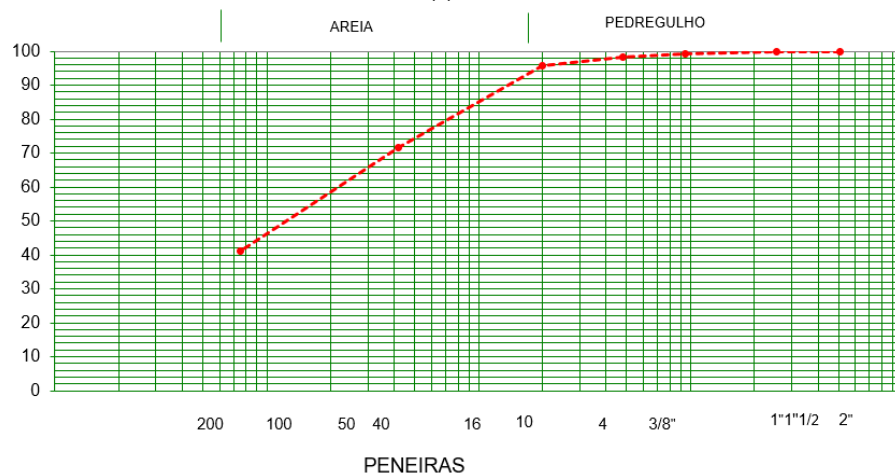
CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





(a) Amostra 01



(b) Amostra 02

Figura 1: Curvas granulométricas das amostras AM-01 e AM-02.

Tabela 1: Índices de consistência.

Amostras	LL (%)	LP (%)	IP (%)
AM-01	41,8	29,5	12,3
AM-02	42,0	29,9	12,1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



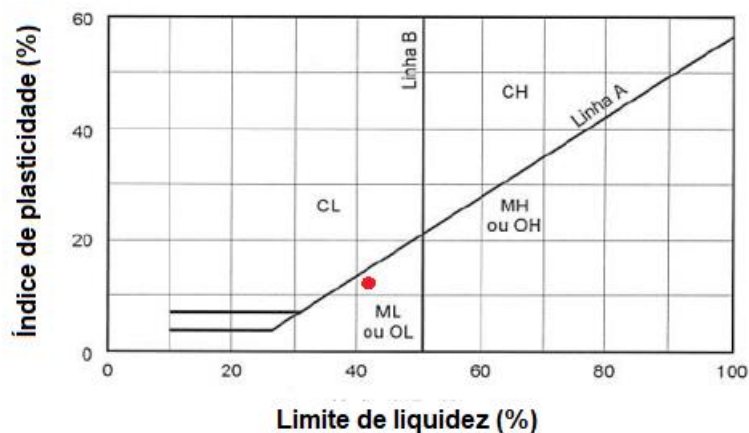


Figura 2: Carta de plasticidade

Ressalta-se que os ensaios disponibilizados não são suficientes para determinação dos parâmetros de resistência dos solos presentes na encosta. Recomenda-se fortemente a realização de investigações de campo (sondagens a percussão) e ensaios de laboratório (triaxiais) para obtenção dos parâmetros de resistência de forma direta ou indireta (por correlação).

Devido à ausência destes ensaios, lançou-se mão da carta de suscetibilidade a movimentos de massas e de estudos de investigações realizadas em Maceió - AL.

A Figura 3 apresenta a carta de suscetibilidade de movimento de massa com destaque para o local da encosta da Chã Bebedouro. Observa-se que na região em destaque há presença de tabuleiros dissecados predominantemente constituídos por latossolos provenientes da Formação Barreiras, com altas declividades, amplitudes de até 40 m e alta suscetibilidade de movimentação de massa.

A Figura 4 apresenta a hipsometria de Maceió, na qual observa-se que a cota de 0 a 30 m de altitude corrobora com a topografia disponibilizada no arquivo "BARREIRA – CHÃ BEBEDOURO - civil 3 d.dwg".

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



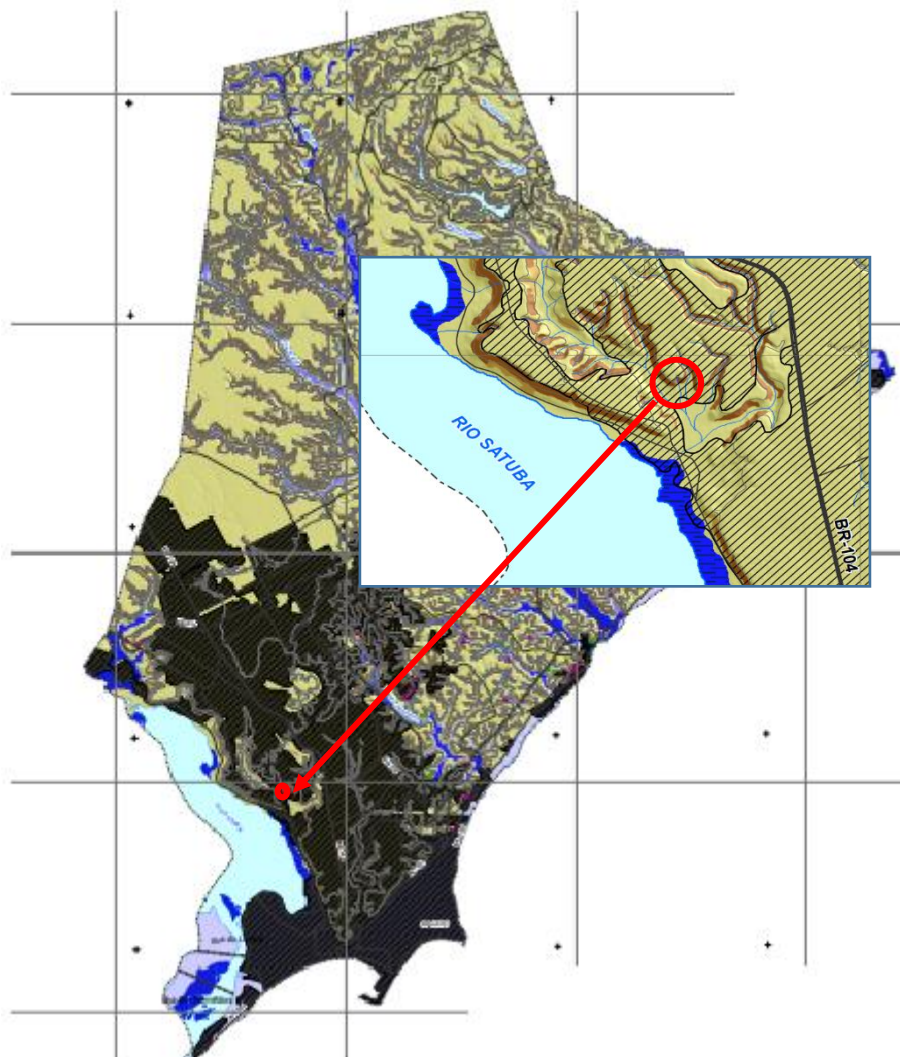


Figura 3: Carta de suscetibilidade de movimento de massa.

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



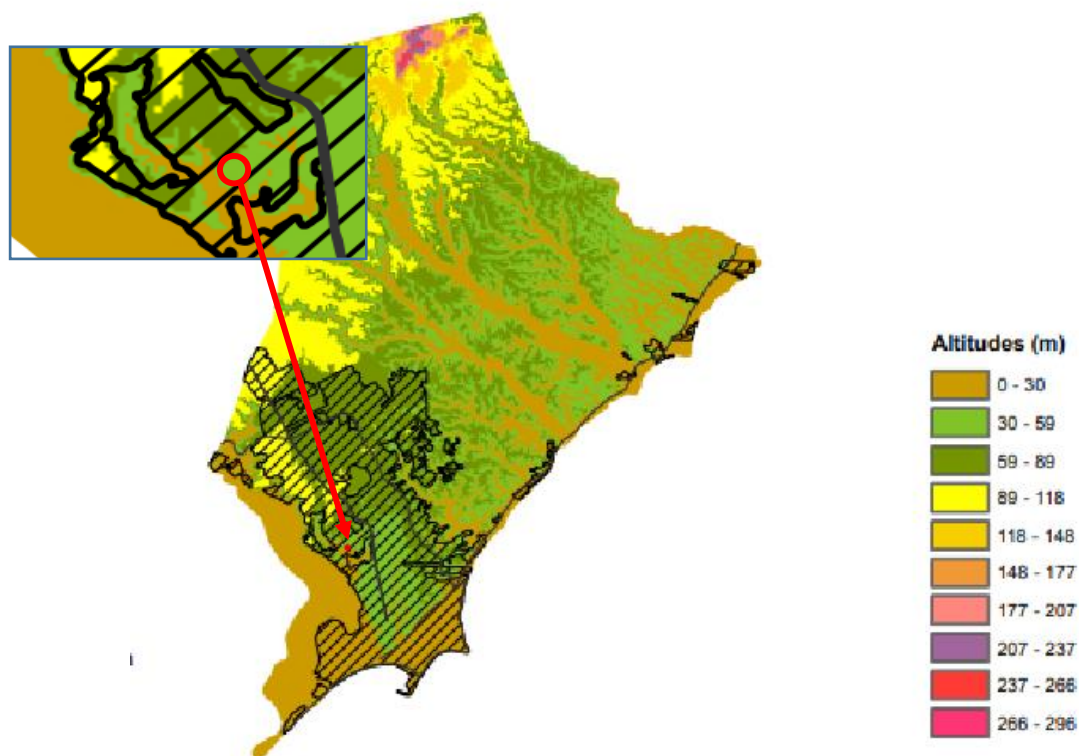


Figura 4: Hipsometria de Maceió.

Segundo Marques (2005) o perfil estratigráfico apresentado na Figura 5 representa a região de tabuleiros de Maceió, constituído por camadas de argilas arenosas ou areias argilosas, com textura fina a grossa, com ocorrência de concreções ferruginosas e compacidade crescente com a profundidade.

Marques (2012) afirma que 85% das 130 investigações geotécnicas realizadas em 12 encostas de Maceió apresentam  $N_{SPT} \geq 10$  a partir das profundidades 2 m a 8 m. De acordo com a topografia disponibilizada, observa-se que a diferença máxima entre as cotas de crista e pé do talude é de aproximadamente 16 m. Portanto, devido à falta de conhecimento do solo em profundidade, adotou-se 2 horizontes nas seções analisadas, de acordo com o apresentado na Figura 5.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Para obtenção dos ângulos de atrito ( $\phi'$ ) dos horizontes propostos, utilizou-se valores médios de  $N_{SPT}$  (Figura 5) e as correlações propostas por Teixeira (1996), Godoy (1983) e Joppert (2007). Observa-se que os valores obtidos nas correlações, apresentados na Tabela 2, estão equivalentes aos apresentados por Marques (2006).

Para o parâmetro de coesão ( $c'$ ) utilizou-se as correlações de Joppert (2007) e comparou-se com os valores apresentados por Marques (2006). Observou-se que a coesão mínima obtida por Marques (2006) foi de 7,25 kPa e a média foi de 14,3 kPa. A Tabela 3 apresenta os valores de coesão ( $c'$ ) obtidos por Joppert (2007).

A Tabela 4 apresenta os valores de peso específico adotados a partir dos valores médios de  $N_{SPT}$ .

Profundidade estimada (m)	Classificação do Material
0,00	ARGILA areno-siltosa, consistência média a rija, ou AREIA argilosa, fofa a medianamente compacta.
10,00	SPT: 4 a 15
15,00	AREIA argilosa ou siltosa, com ou sem concreções ferruginosas, com pedregulhos, medianamente compacta a compacta.
20,00	SPT: 15 a 25
20,00	AREIA argilo-siltosa, com pouco pedregulho, ferruginosa, medianamente compacta a muito compacta.
	SPT: 15 a 50
	ARGILA ferruginosa, pouco arenosa, consistência dura.
	SPT: 20 a 60

Figura 5: Perfil estratigráfico típico da região alta de Maceió. Fonte: Marques (2005)

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Tabela 2: Ângulos de atrito calculados.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>SPT</sub> adotado <sup>(1)</sup>	φ' (°)		
			Teixeira <sup>(2)</sup> (1996)	Godoy <sup>(2)</sup> (1983)	Joppert <sup>(3)</sup> (2007)
1º Horizonte	H ≤ 7	8	27	31	30
2º Horizonte	H > 7	20	35	36	35

(1) N<sub>SPT</sub> adotado de maneira conservadora, com base no perfil estratigráfico apresentado na Figura 5

(2) Resultados obtidos através de correlações analíticas;

(3) Resultados obtidos através de correlações tabeladas;

Tabela 3: Coesão aparente.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>SPT</sub> adotado	c' (kPa)
			Joppert (2007)
1º Horizonte	H ≤ 7	8	6
2º Horizonte	H > 7	20	10

Tabela 4: Pesos específicos adotados.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>SPT</sub> adotado	γ <sub>nat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )
1º Horiz.	H ≤ 7	8	18
2º Horiz.	H > 7	20	19

De acordo com Marques (2006), os solos da Formação Barreira, presentes na região alta de Maceió, apresentam significativo efeito de cimentação e sucção matricial nos solos não saturados, que conferem a estes maiores resistências nos períodos de estiagem. Todavia, em períodos chuvosos a infiltração da água no solo, principalmente nas camadas superficiais, promove a diminuição desta sucção e consequentemente a redução substancial da resistência do maciço ao cisalhamento.

A Tabela 5 apresenta os resultados de ensaios de cisalhamento direto, realizados por Marques (2006), de amostras coletadas entre as profundidades 5,10 m e 8,4 m de um perfil da Formação Barreira. Observa-se que os valores de c' reduziram drasticamente com o aumento da saturação do solo.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Tabela 5: Parâmetros de resistência – ensaio de cisalhamento direto.

Profundidade (m)	Umidade natural		Saturação 100%	
	c' (kPa)	φ' (°)	c' (kPa)	φ' (°)
5,1	17,18	31,6	0	31,8
7,2	7,25	32,7	0	34,9
8,4	21,65	36,1	1,64	27,9

Fonte: Marques (2006) - Modificado

Vale ressaltar que a crescente ocupação da região alta de Maceió conjugada com a carência de infraestrutura sanitária do local deve ser levado em consideração nas análises de estabilização das encostas, dado que a falta de manutenção e até a ausência de um sistema de esgoto propiciam a saturação da encosta através do escoamento da água servida.

Devido ao desconhecimento do nível freático ao longo dos anos e levando em consideração as evidências de perda significativa de resistência com a saturação do material, as análises de estabilidade levaram em consideração o parâmetro de poropressão ( $R_u$ ).

$$R_u = \frac{u}{\gamma h} = \frac{u}{\sigma_v} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$u$  = poropressão (kPa);

$\sigma_v$  = Tensão vertical total (kPa);

O intervalo de valores de  $R_u$ , para caracterizar uma areia siltosa, é de 0,1 a 0,25.

De forma a executar análises conservadoras, será considerado um valor de  $R_u$  igual a 0,25. Diante do exposto, a Tabela 6 reúne os parâmetros adotados nas análises de estabilidade.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





Tabela 6: Parâmetros adotados nas análises de estabilidade

Horizontes	Profundidade (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)	$R_u$
1º Horizonte	$H \leq 7$	18	29	7	0,25
2º Horizonte	$H > 7$	19	35	12	

## 5.2 SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS

Para as análises da estabilidade, foram selecionadas quatro seções (S1 a S4). As análises foram executadas com o programa Slide 6.0, da Rocscience, que utiliza o método de equilíbrio limite. Dentre os métodos disponíveis, foi considerado o método de Morgenstern e Price, e o critério de resistência de Mohr Coulomb.



Figura 6. Seções analisadas

As análises de estabilidade iniciais contaram com as topografias atuais das encostas, sem obras de contenção. Após a verificação dos fatores de segurança e do alcance das superfícies de ruptura correspondentes ao estado atual das encostas, verificou-se o ganho de resistência ao cisalhamento com a solução em solo grampeado.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Foi considerado uma sobrecarga de 10 kN/m<sup>2</sup> no topo das seções para simular as cargas devido às construções na proximidade da crista do talude.

A Tabela 7 apresenta a nomenclatura dos cenários analisados neste presente relatório. Para simular a redução da resistência ao cisalhamento, considerou-se o parâmetro de poropressão ( $R_u$ ) igual a 0,25, e a redução da coesão aparente para 1 kPa.

A Figura 7 apresenta a locação das seções analisadas e a área tratada com a solução de solo grampeado (destacado em azul).

Tabela 7: Cenários analisados.

Condição	CENÁRIOS	SEÇÕES – CHÃ BEBEDOURO 1			
		S1	S2	S3	S4
Sem tratamento	$R_u = 0,25$	S1_P1	S2_P1	S3_P1	S4_P1
	$c' = 1 \text{ kPa}$	S1_P2	S2_P2	S3_P2	S4_P2
Com tratamento	$R_u = 0,25$	S1_G1	S2_G1	S3_G1	S4_G1
	$c' = 1 \text{ kPa}$	S1_G2	S2_G2	S3_G2	S4_G2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



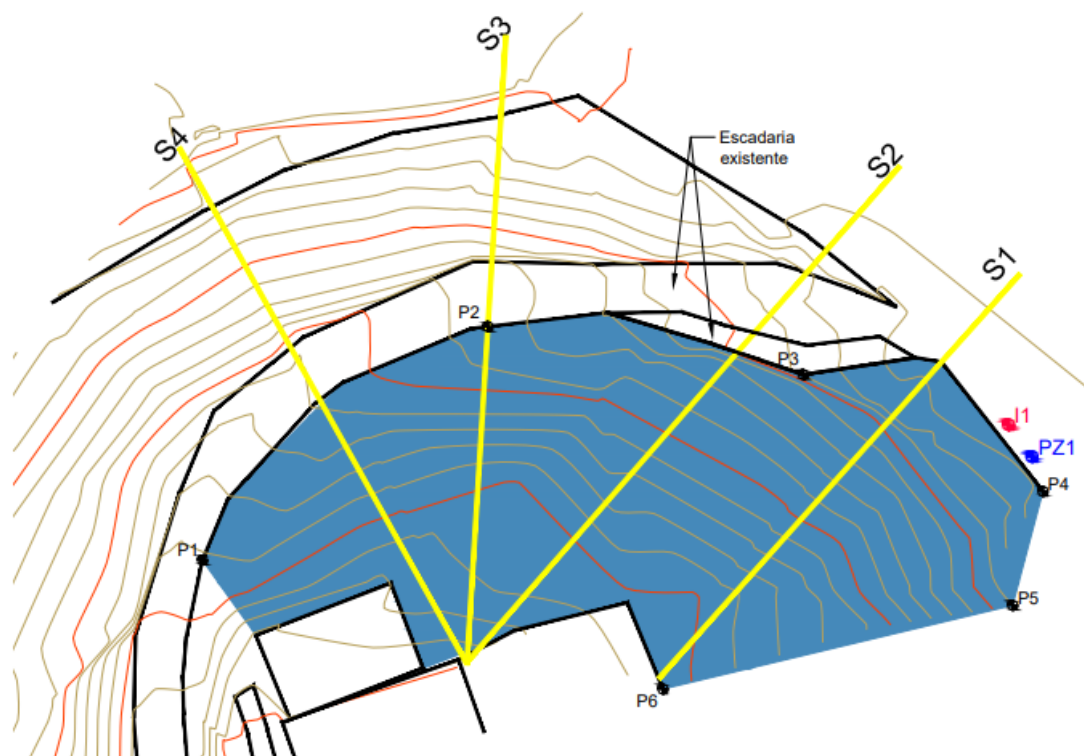


Figura 7: Localização das seções analisadas, da área de tratamento e da instrumentação recomendada

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 6. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO

A solução adotada para o projeto básico foi o grampeamento da encosta. Esta solução consiste basicamente na inserção de grampos na encosta que trabalharão passivamente no conjunto solo-estrutura. Isso significa que o grampo só será solicitado se ocorrer deformações no talude. Sabe-se que as deformações mais significativas ocorrem na crista do talude, justamente aonde atualmente existem residências.

Uma solução mais assertiva para minimizar a questão dos deslocamentos na crista da encosta seria aquela em que a barra de aço trabalhasse de forma ativa, como é o caso em cortinas atirantadas. Todavia, devido ao difícil acesso de máquinas na região da encosta, é inviável a construção de uma cortina para combater a tração destes tirantes.

Desta maneira, a escolha da solução em solo grampeado foi prioritariamente devido à metodologia construtiva. Portanto, para assegurar a eficiência desta solução, deve-se investir em instrumentações que detectem os deslocamentos com o tempo (inclinômetros) e a poropressão dentro da encosta (piezômetros).

Neste presente relatório não será apresentado uma análise de tensão deformação da solução, indicando uma magnitude de deslocamentos na crista, visto que esta análise está intimamente relacionada com os parâmetros de elasticidade dos solos, parâmetros estes que não puderam ser obtidos direta ou indiretamente até o momento.

### FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 7. SOLUÇÃO - SOLO GRAMPEADO

### 7.1 GRAMPO

Os grampos adotados nas análises são barras de aço GW 32 mm Plus e GW 36 mm Plus, da Dywidag. A Tabela 8 apresenta dados dos grampos fornecidos no catálogo da Dywidag.

Tabela 8: Informações sobre os grampos Dywidag.

Ø (mm)	Tensão de Escoamento (MPa)	Área (mm²)	Carga de escoamento (kN)	Carga Última (kN)
32 (Plus)	690	864	588	666
36 (Plus)	690	982	666	764

A Tabela 9 à Tabela 12 apresentam, para as regiões de cada seção analisada, o quantitativo de grampos, as cotas na superfície do talude, o comprimento e inclinação destes, os espaçamentos verticais e horizontais e as propriedades do grampo.

Tabela 9: Informações grampo – Seção 1

3							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	36,3	12	20	1,5	1,5	32	588
2	34,8	12	20	1,5	1,5	32	588
3	33,3	12	20	1,5	1,5	32	588
4	31,8	12	20	1,5	1,5	32	588
5	30,3	12	20	1,5	1,5	32	588
6	28,8	12	20	1,5	1,5	32	588

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Tabela 10: Informações grampo – Seção 2

SEÇÃO 2							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	34,8	14	20	1,5	1,5	32	588
2	33,3	14	20	1,5	1,5	32	588
3	31,8	14	20	1,5	1,5	32	588
4	30,3	14	20	1,5	1,5	32	588
5	28,8	14	20	1,5	1,5	32	588
6	27,3	14	20	1,5	1,5	32	588

Tabela 11: Informações grampo – Seção 3

SEÇÃO 3							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	30,3	12	20	1,5	1,5	36	666
2	28,8	12	20	1,5	1,5	36	666
3	27,3	12	20	1,5	1,5	36	666
4	25,8	12	20	1,5	1,5	36	666
5	24,3	12	20	1,5	1,5	36	666

Tabela 12: Informações grampo – Seção 4

SEÇÃO 4							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	28,8	12	20	1,5	1,5	36	666
2	27,3	12	20	1,5	1,5	36	666
3	25,8	12	20	1,5	1,5	36	666
4	24,3	12	20	1,5	1,5	36	666

O valor do atrito unitário solo-grampo ( $q_s$ ) tem papel preponderante no comportamento do sistema de reforço. Este parâmetro é essencialmente medido através do ensaio de arrancamento.

O ensaio de arrancamento é realizado ainda na fase de projeto, para se determinar o atrito solo-grampo, e durante a obra, para confirmação dos valores de projeto em pelo menos dois grampos ou 1% dos grampos

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



da obra. A carga máxima de ensaio ( $T_{m\acute{a}x}$ ) não deve exceder 90% da carga de escoamento do grampo ou 120% da carga máxima esperada de arrancamento.

Devido à ausência de ensaios de arrancamento adotou-se a correlação de Ortigão (1997) ,apresentada abaixo, como base para estimar o valor de  $q_s$ . Ressalta-se que os valores de  $N_{SPT}$  utilizados na expressão são os mesmos adotados pelo projetista (Tabela 2) devido à ausência de ensaios SPT.

$$q_s(kPa) = 50 + 7,5 N_{SPT}$$

Considerando que o furo para o grampo de Ø 32 mm será de Ø 100 mm e o furo para o grampo de Ø 40 mm será de 120 mm, adotou-se as seguintes forças de arrancamento por metro de grampo:

- 35 kN/m → para grampos localizados no 1º horizonte ( $N_{SPT} = 8$ );
- 50 kN/m → para grampos localizados no 2º horizonte ( $N_{SPT} = 20$ ).

Vale ressaltar que o processo de reinjeção em duas etapas pode aumentar em até 50% a resistência de arrancamento. Portanto, reitera-se a necessidade desta prática para a segurança da estrutura.

O mecanismo de instabilidade interna da estrutura de solo grampeado pode ocorrer por fatores como: arrancamento dos grampos ou ruptura de algum dos elementos de reforço (grampos e telas eletrosoldadas). O colapso da estrutura promovido pela ruptura dos grampos pode estar relacionado a fatores como: seção do grampo inadequada e corrosão das barras de aço dos grampos.

Sendo esta contenção de caráter permanente, deve-se reiterar a importância do uso deste tipo de grampo adotado em projeto, visto que este possui revestimento corrugado de fábrica (deve ser solicitado ao fornecedor), ao longo de todo o grampo, garantindo assim a proteção dupla contra corrosão.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 7.2 FACE – CONCRETO PROJETADO COM TELA ELETROSOLDADA

A face de concreto projetado com tela eletrosoldada é uma proteção local junto ao paramento, impedindo que haja rupturas superficiais devido à erodibilidade do talude por conta da ação de agentes externos.

A tela eletrosoldada será instalada anteriormente a projeção de concreto, sendo assim importante verificar a existência de vazios através da tela para impedir que esta venha atuar como anteparo.

A espessura de concreto projetado será de 100 mm e o  $f_{ck}$  deve ser igual a 30 MPa. O concreto projetado deve ser por via seca, bombeado através de bombas de injeção (capacidade mínima de 15 kg/cm<sup>2</sup>) conduzido em mangotes até o local de concretagem através de ar comprimido. O  $f_{ck} = 30$  MPa deve ser garantido e verificado através de ensaios.

Já a tela eletrosoldada foi dimensionada para que as superfícies potenciais de ruptura locais fossem combatidas por esta armação. Este tipo de ruptura foi observado em praticamente todas as análises executadas com  $c' = 1$  kPa, tendo em vista a baixa coesão considerada. A verificação da viabilidade de adoção da tela eletrosoldada Q283 foi através do software RUVOLUM® da Geobruigg. As verificações feitas para todas as seções estão presentes no Anexo I. Vale salientar que o software em questão recomenda telas disponibilizadas pela Geobruigg. Todavia, foi feita equivalência de parâmetros para determinação do modelo Q 283.

Devido à limitação de dimensões das telas eletrosoldadas, deve-se garantir o traspasse destas, com amarração adequada, em 15 cm. A fixação das telas na superfície da encosta será através de chumbadores CA-50 Ø 12,5 mm de 1 m de comprimento que estarão dispostos a cada 7 m de comprimento vertical e horizontal da superfície do talude sendo estes conectados por cabos de aço CA-50 Ø 10 mm.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





## 8. RESULTADOS

### 8.1 FATORES DE SEGURANÇA

A NBR 11682 recomenda que, para se obter um grau de segurança satisfatório a partir de uma análise de equilíbrio limite, o fator de segurança deve ser igual ou superior a 1,50.

#### 8.1.1. CHÃ BEBEDOURO

A Tabela 13 apresenta os fatores de segurança obtidos para cada cenário proposto. O Anexo 1 apresenta os resultados das análises de estabilidade.

Observa-se que:

- Na análise de estabilidade sem tratamento, as seções 1 e 2 apresentaram  $FS \leq 1$  para  $R_u=0,25$ . Portanto, entende-se que, para estas condições de saturação, a encosta pode sofrer ruptura global.
- Na análise de estabilidade da Seção 1 com tratamento, o fator de segurança aumenta para 1,512;
- Para a Seção 2, as análises com tratamento forneceram  $FS = 1,499$ ;
- As análises de estabilidade para a Seção 3 indicaram que, sem tratamento, o talude inferior apresenta FS igual a 1,326, inferior ao exigido;
- Para a Seção 3 com tratamento, as análises forneceram FS igual a 1,764;
- A Seção 4 não apresentou problemas de instabilidade nos taludes inferiores, nas condições de  $R_u$  igual a 0,25;
- As análises que consideraram a redução da coesão para 1 kPa apresentaram valores baixos de FS apenas para superfícies de ruptura próximas à face dos taludes, o que requer o uso de tela de proteção, para todas as seções (S1 a S4).

Diante do exposto, a solução de solo grampeado com tela na face aparece como uma alternativa satisfatória para combater tanto a estabilidade global, quanto problemas na face que podem ser decorrentes de uma redução da coesão.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Cabe ressaltar, no entanto, que as Seções 3 e 4 apresentaram problemas de instabilidade nos taludes superiores, que não fazem parte do escopo do presente trabalho.

Tabela 13: Fatores de segurança – CHÃ BEBEDOURO 1

CENÁRIOS			SEÇÕES			
			S1	S2	S3	S4
Sem tratamento	$R_u=0,25$	P1	0,858	1,000	1,326/0,685**	1,727/0,701**
Com tratamento		G1	1,512	1,499	1,764/0,707**	3,175/0,702**
Sem tratamento	$c' = 1\text{kPa}$	P2	0,807	0,894*	0,876*	1,113*
Com tratamento		G2	1,283*	0,901*	2,421/0,535**	1,896*/0,555*

\* Ruptura no talude superior

\*\* Ruptura localizada na face

## 8.2 RUPTURA DO GRAMPO

### 8.2.1. CHÃ BEBEDOURO 1

A Tabela 14 apresenta os valores de carga de trabalho admissíveis e os obtidos em cada seção para cada tipo de grampo e espaçamento horizontal. Observa-se que em todos os casos a carga de tração mobilizada no grampo não ultrapassam as cargas de trabalho calculadas. Os valores dispostos na Tabela 14 também são apresentados no Anexo I.

Tabela 14: Cargas de trabalho admissíveis e mobilizadas.

$\varnothing$ (mm)	Carga de escoamento (kN)	Sh	Carga de trabalho (kN)	Carga de tração mobilizadas (kN)			
				SEÇÃO 1	SEÇÃO 2	SEÇÃO 3	SEÇÃO 4
32	588	1,5	392	280	326,6	-	-
36	666	1,5	444	-	-	400	400

As Tabela 15, Tabela 16 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam os valores de carga de arrancamento solicitantes e resistentes nas zonas passivas dos grampos. Nota-se que as cargas resistentes ao

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)



CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

arrancamento são superiores às cargas de arrancamento solicitantes, garantindo assim que a ruptura não ocorra por arrancamento do grampo.

Apesar disso, ressalta-se que o valor de  $q_s$  é arbitrário e relevante nos resultados. Portanto, reitera-se a necessidade de executar ensaios de arrancamento antes do início da execução da obra para assim calibrar o parâmetro  $q_s$  com base nos resultados dos ensaios.

Tabela 15: Cargas de arrancamento – Seção 1

SEÇÃO 1		
Grampo	Carga de arrancamento solicitante (kN)	Carga de arrancamento resistente (kN)
1	16,4	24,9
2	29,5	44,1
3	28,4	42,5
4	29,2	43,7
5	36,4	54,6
6	53,7	80,5

Tabela 16: Cargas de arrancamento – Seção 2

SEÇÃO 2		
Grampo	Carga de arrancamento solicitante (kN)	Carga de arrancamento resistente (kN)
1	52,4	77
2	67,8	101,5
3	58,9	87,5
4	52,9	78,7
5	59,7	87,5

## 9. ENSAIO DE ARRANCAMENTO

Os carregamentos devem ser realizados em pequenos estágios e estabilizados durante 30 minutos, para verificação dos deslocamentos com o tempo. Deve-se registrar os deslocamentos medidos nos tempos propostos nas tabelas abaixo. No estágio de carregamento máximo a estabilização da carga pode durar até 60 minutos, caso as deformações não se estabilizem próximo dos 30 minutos.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



As Tabela 17 e Tabela 18 apresentam as cargas e os tempos para os grampos GW Ø 32 mm Plus e GW Ø 36 mm Plus.

Recomenda-se que sejam executados previamente dois grampos na encosta (um em cada horizonte e próximo da seção 4) para execução de ensaio de arrancamento. Este ensaio prévio será essencial para o reajuste das resistências ao arrancamento dos grampos adotada no projeto.

Tabela 17: Cargas e tempos de leitura – ensaio de arrancamento – grampo Ø 32 mm.

Fyk (kN):	588	GRAMPO GW Ø 32 mm Plus - Comprimento = 14 m							
90% Fyk (kN):	529,2								
T <sub>máx,ar</sub> (kN):	490								
1,2 T <sub>máx,ar</sub> (kN):	588								
Estágios	Carga (kN)	Tempo de deslocamentos (min)							
		0	1	2	4	8	15	30	60
1	58,8								
2	98								
3	196								
4	392								
5	529,2								
6	392								
7	196								
8	98								
9	58,8								

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Tabela 18: Cargas e tempos de leitura – ensaio de arrancamento – grampo Ø 36 mm

Fyk (kN):	666	GRAMPO GW Ø 36 mm Plus - Comprimento = 12 m							
90% Fyk (kN):	600								
Tmáx,ar (kN):	600								
1,2 Tmáx,ar (kN):	720								
Estágios	Carga (kN)	Tempo de deslocamentos (min)							
		0	1	2	4	8	15	30	60
1	66,64	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
2	120	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
3	240	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
4	480	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
5	600	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
6	480	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
7	240	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
8	120	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	
9	66,64	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	

## 10. INSTRUMENTAÇÃO

### 10.1 INCLINÔMETROS

Recomenda-se que seja realizado acompanhamento dos deslocamentos na crista da encosta, através de inclinômetros, a fim de registrar os deslocamentos gerados para mobilização dos grampos e se estes estão impactando nas estruturas próximas à encosta.

Os inclinômetros devem ter comprimento mínimo de 10 m e serem instalados até 1 m de distância da crista do talude. Caso haja impeditivos para a instalação do inclinômetro em algum ponto, deve-se deslocar este paralelamente a crista do talude. O novo local para instalação deve ser informado ao projetista antes da execução deste. A Figura 7 apresenta as locações propostas pelo projetista, sem georreferenciamento. Portanto, a geolocalização (com indicação do DATUM) deve ser registrada na instalação desta instrumentação.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 10.1.1 MÉTODO CONSTRUTIVO

Inicialmente deve-se executar furo vertical com Ø 100 mm até a profundidade que garanta pelo menos 10 m de instrumentação. O tubo de acesso (alumínio ou plástico) Ø 80 mm deve ser apoiado em camada de baixo deslocamento.

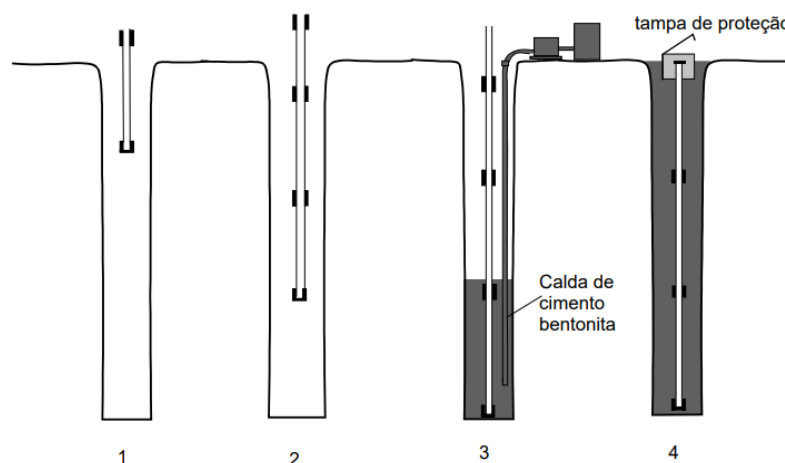


Figura 8: Método construtivo - inclinômetro

As ranhuras do tubo, que servem de guia para as leituras dos deslocamentos, devem estar posicionadas nos eixos principais da obra. Ao final de conectar os segmentos do tubo e inseri-lo no furo, deve-se, através de mangueira de injeção, lançar calda de cimento - bentonita (1:10) de maneira ascendente, preenchendo a região entre o tubo e as paredes do furo;

Deve-se instalar uma caixa de proteção na superfície do terreno para proteger a instrumentação. Esta instrumentação deve ser instalada antes do início das obras e retirada após um tempo determinado do final da obra ( a ser adotado após verificação dos deslocamentos durante a obra).

## 10.1.2 MEDIÇÕES

Preliminarmente as medições devem ocorrer semanalmente (fase construtiva). Este período pode ser alterado a partir da verificação das primeiras medições. A medição dos deslocamentos horizontais é feita através da inserção do torpedo deslizante (Ø 25 mm) no tubo de acesso que faz a leitura dos deslocamentos de maneira ascendente, conforme retorno do torpedo para a superfície.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



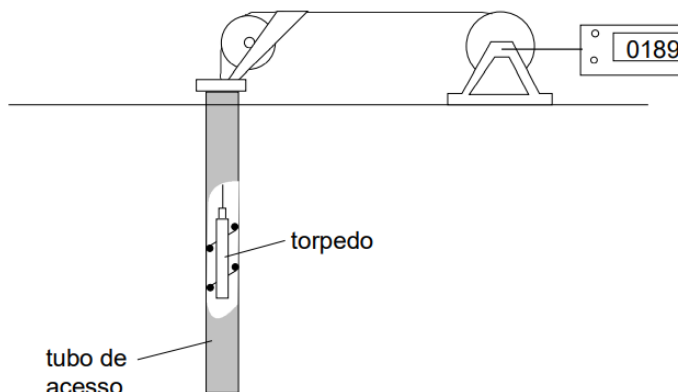


Figura 9: Detalhe - medição

Recomenda-se o uso de torpedo cego antes da inserção do torpedo com sensores, para garantir que o furo está desobstruído. O sensor é guiado por rodinhas auto-alinháveis que mantêm o instrumento posicionado no centro do tubo. As leituras são feitas a cada 0,5 m e recomenda-se que esta seja feita de maneira automatizada.

## 10.2 PIEZÔMETROS

A encosta deve ser instrumentada com pelo menos dois piezômetros de tubo aberto para medição da linha piezométrica. A Figura 7 apresenta as locações propostas pelo projetista, sem georreferenciamento. Portanto, a geolocalização (com indicação do DATUM) deve ser registrada na instalação desta instrumentação.

Deve-se realizar perfurações de Ø 100 mm até pelo menos a profundidade de 10 m. Não deve ser utilizado lama para a perfuração, para não influenciar a permeabilidade da parede do furo.

### 10.2.1 MÉTODO CONSTRUTIVO

Instala-se um tubo de acesso vertical Ø 32 mm com material poroso na extremidade inferior. Em seguida, preencha-se 1 m do furo com areia grossa lavada. Após, preencher-se pelo menos 0,5 m do furo com bolas de bentonita. A altura restante do furo deve ser preenchida com calda de cimento - bentonita (1:10);

Ao final, executa-se a caixa de proteção na superfície. O piezômetro deve ser instalado antes do início da obra.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



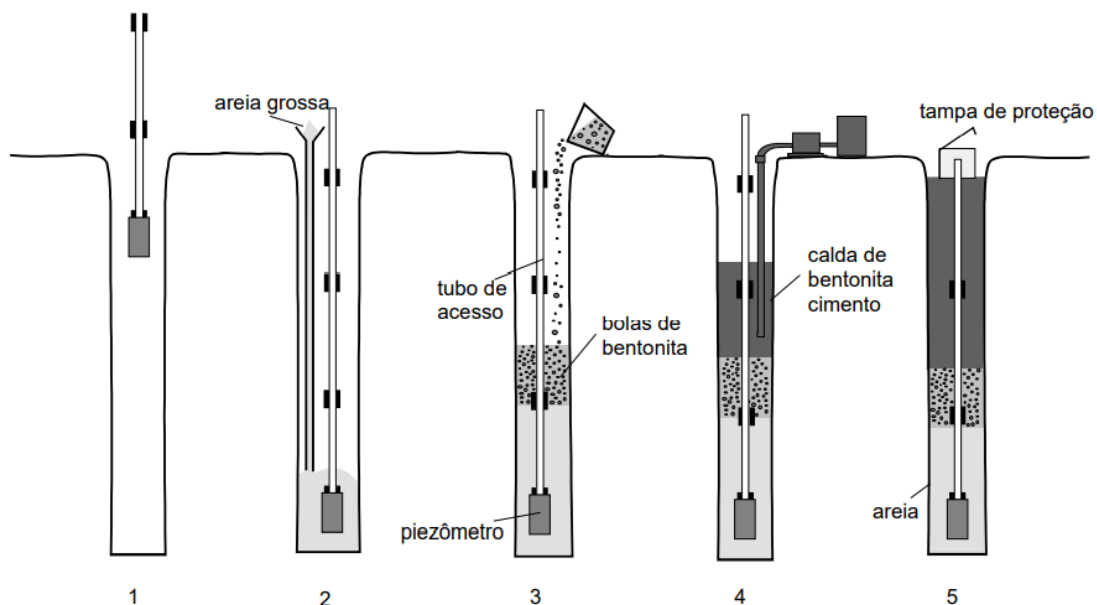


Figura 10: Método construtivo – piezômetro.

## 10.2.2 MEDIÇÕES

Preliminarmente as medições devem ocorrer semanalmente (fase construtiva). Este período pode ser alterado a partir da verificação das primeiras medições. A leitura é realizada com um instrumento indicador de nível d'água que consta de um torpedo contendo uma chave elétrica, um fio graduado e um carretel.

## 11. MÉTODO CONSTRUTIVO

### 11.1 SOLO GRAMPEADO

- 1) 1) O trabalho deverá iniciar com a limpeza da vegetação e regularização dos taludes. Estes utilizarão ferramentas (ex: enxadadas) para pequenas conformações necessárias da encosta;

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





- 2) Finalizado o processo de conformação e limpeza, deve-se instalar as telas eletrosoldadas Q283, com traspasse de 0,15 m. Deve-se instalar chumbadores a cada 7 m na crista do talude e na superfície do talude para fixação da tela;
- 3) Deve-se realizar montagem dos andaimes ao longo da encosta, para viabilizar o início da execução do grampeamento;
- 4) Devido a dificuldade de acesso ao local, a perfuratriz a ser utilizada para perfuração dos furos deve ser leve, sendo possível montá-la e manuseá-la sobre os andaimes;
- 5) O furo para os grampos deverá ser executado com Ø 100 mm (para os grampos GW Plus Ø 32 mm) e com Ø 120 mm (para os grampos GW Plus Ø 36 mm), ambos inclinados 20° com a horizontal;
- 6) O furo deve ser limpo com auxílio de ar comprimido, para melhorar a aderência da calda de cimento;
- 7) Deve-se garantir que o furo permaneça estável até o final dos processos de injeção. Caso seja necessário a cavidade do furo pode ser lavada com a calda de cimento para auxiliar na estabilidade interna deste;
- 8) O furo deve ser preenchido com a bainha (nata de cimento com relação água/cimento de 0,5). Este fator água/cimento pode ser ajustado de acordo com as condições de estabilidade da perfuração e permeabilidade. Entretanto, esta mudança deve ser discutida com a projetista.
- 9) A bainha deve ser inserida de maneira ascendente, através de tubos acessórios removíveis, garantindo o preenchimento total do furo;
- 10) Antes da inserção do grampo GW Plus, deve-se certificar os espaçamentos dos centralizadores e a presença de dois tubos de injeção (de polietileno e Ø 8 a 10 mm) fixados ao longo da barra;
- 11) Sendo esta contenção de caráter permanente, deve-se reiterar a importância do uso deste tipo de grampo adotado em projeto, visto que este possui revestimento corrugado de fábrica, ao longo de todo o grampo, garantindo assim a proteção dupla contra corrosão.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

- 12) O projeto conta com duas reinjeções, que ocorrerão após 12h após a execução da bainha e 12h após a 1ª reinjeção, respectivamente. As injeções de calda de cimento ocorrerão em etapa única. A reinjeção é relevante para o aumento da resistência ao arrancamento do grampo.
- 13) A pressão mínima de injeção deve ser de 3 kg/cm<sup>2</sup>. A pressão pode ser reajustada pelo executor, após autorização da projetista.
- 14) Após as reinjeções, inicia-se o concreto projetado sobre a fase da encosta. O concreto projetado deve ser por via seca, bombeado através de bombas de injeção (capacidade mínima de 15 kg/cm<sup>2</sup>) conduzido em mangotes até o local de concretagem através de ar comprimido. O  $f_{ck} = 30$  MPa deve ser garantido e verificado através de ensaios. A espessura adotada para o concreto projetado é de 100 mm;

## 11.1.1 DHP

Como drenagem profunda há drenos subhorizontais profundos de tubos de PVC de Ø 50 mm com perfurações de Ø 8 mm a cada 50 cm. Os drenos lineares são embutidos no maciço em perfurações de Ø 100 mm. O comprimento proposto para o DHP é de 12 m e a inclinação é de 5°.

Toda a tubulação de PVC deve ser envolta em tela de Nylon # 60 ou bidim OP 20. O selo de argila ou solo cimento deve ser executado no primeiro metro do dispositivo de drenagem. Recomenda-se que o tubo seja estendido pelo menos 30 cm para fora da superfície do concreto projetado.

Os DHP's propostos foram dispostos na superfície da encosta, com a finalidade de atuar em um volume correspondente a área superficial de 4 m<sup>2</sup> (superfície de concreto projetado).

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



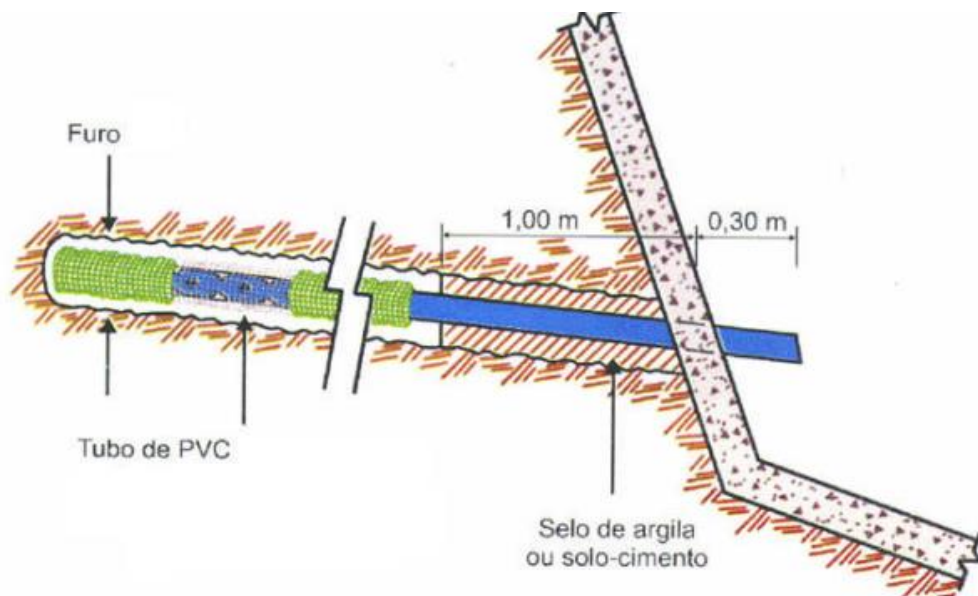


Figura 11: Detalhe - DHP

## 11.1.2 BARBACÃ

O barbacã é uma drenagem dita pontual, que funciona como dispositivo de drenagem para o paramento, impedindo cargas de empuxo sobre a face do grampeamento.

O dreno tipo barbacã é o resultado da escavação de uma cavidade com cerca de 40x40x40cm preenchida com material arenoso ou britado. A cavidade escavada é revestida com geotêxtil (Manta bidim RT).

O tubo de saída de PVC (40 mm) parte do interior para fora do revestimento com inclinação descendente e comprimento aproximado de 50 cm.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



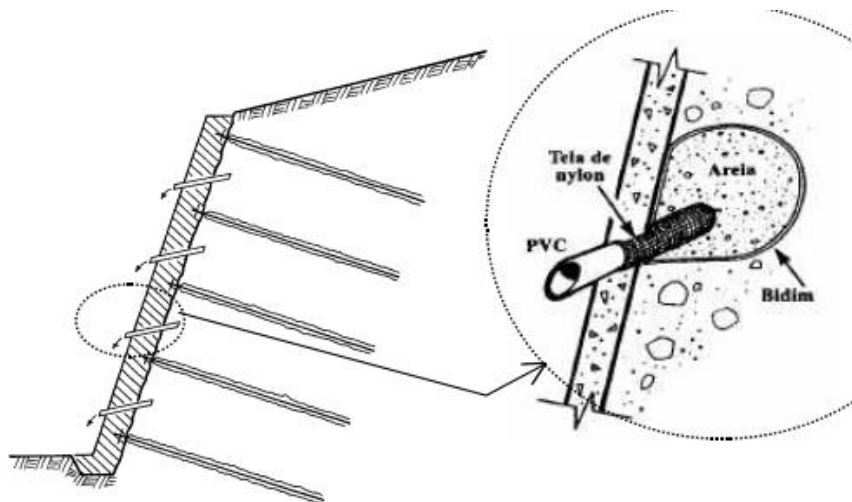


Figura 12: Barbacã

## 12. QUANTITATIVO

O quantitativo preliminar de grampos e demais materiais constituintes da solução de solo grampeado é apresentado nas Tabela 19 e Tabela 20.

Já o quantitativo preliminar do sistema de drenagem interna da encosta é apresentado nas Tabela 21 e Tabela 22.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 12.1 GRAMPO

Tabela 19: Quantitativo de grampos.

QUANTITATIVO DE GRAMPOS					
TIPO DO GRAMPO	DIÂMETRO (mm)	TENSÃO DE ESCOAMENTO (kPa)	QUANTIDADE (und)	COMPRIMENTO ÚNITÁRIO (m)	COMPRIMENTO TOTAL (m)
GW Plus S690	32	690	20	12	240
			75	14	1050
GW Plus S690	36	690	40	12	480
				Σ=	<b>1770</b>

Tabela 20: Quantitativo dos materiais adicionais à solução de solo grampeado.

QUANTITATIVO DOS MATERIAIS ADICIONAIS - GRAMPOS					
MATERIAIS	QUANTIDADE (und)	COMPRIMENTO TOTAL (m)	ÁREA SUPERFICIAL (m²)	ÁREA TOTAL DE TELA (m²)	VOLUME (m³)
Centralizadores	750	-	-	-	-
Tubos de injeção	256	3540	-	-	-
Concreto projetado	-	-	568	-	62
Tela Q283	-	-	568	653	-
Aço CA-50 Ø10mm	-	246,5	-	-	-
Aço CA-50 Ø12,5mm	-	16,5	-	-	-

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 12.2 DRENAGEM INTERNA

Tabela 21: Quantitativo de materiais - barbacã

QUANTITATIVO DE BARBACÃS							
MATERIAIS	Volume unitário (m³)	Área unitária (m²)	Comprimento unitário (m)	Quantidade (und)	Volume total (m³)	Área total (m²)	Comprimento total (m)
Brita 1	0,03	-	-	33	0,99	-	-
Manta BIDIM RT	-	0,5	-		-	16,5	-
Tubo PVC	-	-	0,5		-	-	16,5

Tabela 22: Quantitativo de materiais - DHP

QUANTITATIVO DE DHP				
MATERIAIS	Comprimento unitário (m)	Quantidade (und)	Comprimento total de tubo PVC (m)	Área de tela de Nylon (m²)
Tubo perfurado de PVC Ø 50 mm	12	24	288	-
Tela de Nylon # 60	12	24	-	45

## 13. RECOMENDAÇÕES

### 13.1 GERAIS

- Antes do início da obra e durante a execução desta, deve-se prever vistorias periódicas nas estruturas vizinhas para verificação da integridade e detecção de novas trincas;
- Realizar campanha de investigação geotécnica (sondagens a percussão) para calibração do perfil estratigráfico da encosta;

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



- Realizar campanha de ensaios triaxiais CID e CIU para calibração dos parâmetros de resistência da encosta;
- O serviço deve ser realizado no período de estiagem, conforme a NBR 11682;
- Realizar ensaio de arrancamento prévio, para calibração do parâmetro  $q_s$  de projeto;
- Realizar instalação da instrumentação antes do início das obras para monitoramento e ajustes necessários ao projeto, principalmente quanto ao espaçamento dos dispositivos de drenagem interna;
- O sistema de drenagem superficial (valetas, DAD's e demais dispositivos) serão abordados no relatório referente ao projeto de drenagem;
- Este projeto é de caráter **BÁSICO**. Portanto necessita de ajustes para assim viabilizar o projeto executivo para enfim possibilitar a execução da obra. Caso este projeto seja utilizado para execução da obra a responsabilidade de tal é integralmente do cliente e do executor.

## 13.2 CONFORMAÇÃO DA ENCOSTA

- Recomenda-se a execução da conformação da encosta na etapa preliminar, de limpeza, através de enxadas.
- Deve-se atentar para regiões onde o talude possui inclinação superior a 75° e quinas acentuadas, como pode ser visto da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**;

## 14. CONCLUSÕES

A projetista concluiu que:

- A encosta **não** apresenta estabilidade recomendada, de acordo com a NBR 11682, quando não apresenta solução de tratamento;
- A escolha da solução em solo grampeado foi prioritariamente devido à metodologia construtiva.
- Com esta escolha de tratamento haverá deslocamentos verticais e horizontais, principalmente na crista, que necessitam ser rigorosamente monitorados;

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

- O uso dos grampos adotados, devidamente protegidos contra corrosão, proporcionam o aumento do fator de segurança, afastando a superfície potencial de ruptura da superfície da encosta.
- A adoção desta solução de tratamento confere a encosta estabilidade recomendada, de acordo com a NBR 11682;
- Uma análise de tensão deformação, para conferência dos deslocamentos na crista, se faz desnecessário no dado momento devido à falta de informações sobre o comportamento elastoplástico das camadas da encosta;
- Os diâmetros adotados para os grampos propiciam: garantia contra ruptura, corrosão e também promovem maior combate aos deslocamentos previstos;
- A adoção da tela eletrosoldada Q283 permite que as superfícies potenciais de rupturas locais sejam combatidas por esta armação. Esta também foi adotada pois confere mais resistência a face contra os deslocamentos previstos;
- A reinjeção promove aumento substancial no parâmetro de arrancamento, conferindo assim maior segurança contra o arrancamento do grampo;
- A drenagem interna composta por DHP e barbacã é essencial para a drenagem da encosta, evitando assim a saturação do maciço.

#### **FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 15. ANEXO I

### 15.1 Dimensionamento da tela eletrosoldada - Seção 1 e Seção 2

#### Investigação de instabilidades locais entre pregagens simples

Comprovação da malha ao corte na parte superior da placa de amarração

Esforço máximo da malha ao corte na direcção das pregagens na parte superior da placa de amarração (nível de dimensionamento)	$P_d$ [kN] =	N/A
Espessura do mecanismo deslizante decisivo	$t_{rel}$ [m] =	N/A
Resistência da malha ao corte na direcção das pregagens na parte superior da placa de amarração (valor característico)	$P_R$ [kN] =	90.0
Coefficiente de correcção ao corte na direcção das pregagens	$\gamma_{PR}$ =	1.5
Valor da resistência da malha ao corte	$P_R/\gamma_{PR}$ [kN] =	60.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$	Cumpre

Comprovação da malha à transmissão da força z na pregagem

Força paralela ao talude tomada em consideração para as condições de equilibrio	$Z_d$ [kN] =	15.0
Resistência da malha às forças paralelas ao talude	$Z_R$ [kN] =	30.0
Coefficiente de correcção da componente da força Z paralela ao talude	$\gamma_{ZR}$ =	1.5
Valor da capacidade de suporte de tensão da malha	$Z_R/\gamma_{ZR}$ [kN] =	20.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$	Cumpre

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## Investigação de instabilidades paralelas ao talude

Comprovação da pregagem ao escorregamento de uma camada superficial paralela ao talude

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem	$V$ [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão	$Y_{VI}$ =	0.8
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{di}$ [kN] =	24.0
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{di}$	$S_d$ [kN] =	19.0
Resistência da pregagem ao corte	$S_{Red}$ [kN] =	178.0
Coefficiente de correcção da resistência ao corte da pregagem	$Y_{SR}$ =	1.5
Valor de cálculo de resistência da pregagem ao corte	$S_{Red}/Y_{SR}$ [kN] =	118.7
Comprovação da capacidade de segurança:	$S_d \leq S_{Red}/Y_{SR}$	Cumpre

Comprovação da malha ao punçãoamento

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem	$V$ [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão	$Y_{VI}$ =	1.5
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{dII}$ [kN] =	45.0
Resistência da malha aos esforços na direcção das pregagens	$D_R$ [kN] =	180.0
Coefficiente de correcção da resistência por punçãoamento	$Y_{DR}$ =	1.5
Valor de cálculo da resistência à tracção da pregagem	$D_R/Y_{DR}$ [kN] =	120.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$V_{dII} \leq D_R/Y_{DR}$	Cumpre

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## Comprovação da pregagem a esforços combinados

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem	V [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão	$\gamma_{VI}$ =	0.8
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de V	$V_{dI}$ [kN] =	24.0
Factor de carga pela influência negativa da pré-tensão	$\gamma_{VII}$ =	1.5
Valor de cálculo da força de pré-tensão aplicada pela influência negativa de V	$V_{dII}$ [kN] =	45.0
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{dII}$	$S_d$ [kN] =	19.0
Resistência máxima da malha ao corte	$P_d$ [kN] =	N/A
Resistência da pregagem à tracção	$T_{Red}$ [kN] =	308.0
Resistência da pregagem ao corte	$S_{Red}$ [kN] =	178.0
Coefficiente de correcção da resistência à tracção	$\gamma_{TR}$ =	1.5
Coefficiente de correcção da resistência ao corte	$\gamma_{SR}$ =	1.5
Comprovação da capacidade de segurança:	$\{ [V_{dII}/(T_{Red}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Red}/\gamma_{SR})]^2 \}^{0.5} \leq 1.0$	0.271 <b>Cumprido</b>
Comprovação da capacidade de segurança:	$\{ [P_d/(T_{Red}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Red}/\gamma_{SR})]^2 \}^{0.5} \leq 1.0$	0.160 <b>Cumprido</b>

## Resistência à tracção mínima nas pregagens por instabilidade superficial

Dimensinamento do valor de resistência à tracção estática equivalente na pregagem para determinação do comprimento mesma	$T_d$ [kN] =	45.0
<div> <div> Espessura da camada </div> <div> <math>t =</math> <input type="text" value="2.00"/> m </div> </div> <div> <div> Inclinação da pregagem </div> <div> <math>\psi =</math> <input type="text" value="31.0"/> Graus </div> </div>		

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

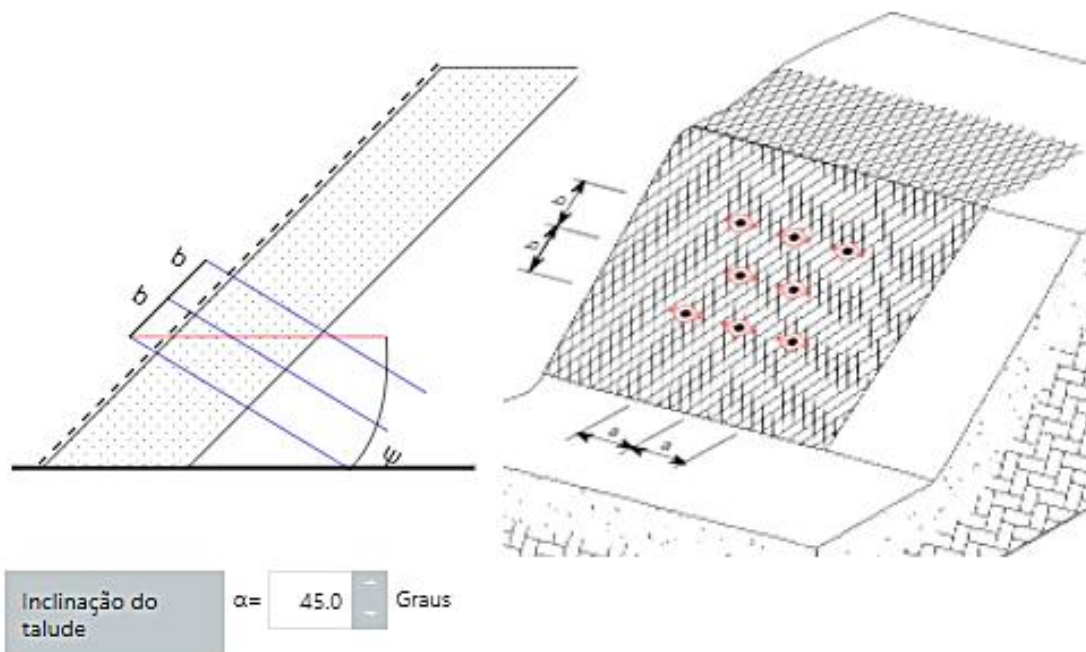
Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaias, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 15.2 Dimensionamento da tela eletrosoldada - Seção 3

### Investigação de instabilidades locais entre pregagens simples

Comprovação da malha ao corte na parte superior da placa de amarração

Esforço máximo da malha ao corte na direcção das pregagens na parte superior da placa de amarração (nível de dimensionamento)	$P_d$ [kN] =	N/A
Espessura do mecanismo deslizante decisivo	$t_{rel}$ [m] =	N/A
Resistência da malha ao corte na direcção das pregagens na parte superior da placa de amarração (valor característico)	$P_R$ [kN] =	90.0
Coefficiente de correcção ao corte na direcção das pregagens	$\gamma_{PR}$ =	1.5
Valor da resistência da malha ao corte	$P_R/\gamma_{PR}$ [kN] =	60.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$	Cumpr

Comprovação da malha à transmissão da força z na pregagem

Força paralela ao talude tomada em consideração para as condições de equilibrio	$Z_d$ [kN] =	15.0
Resistência da malha às forças paralelas ao talude	$Z_R$ [kN] =	30.0
Coefficiente de correcção da componente da força Z paralela ao talude	$\gamma_{ZR}$ =	1.5
Valor da capacidade de suporte de tensão da malha	$Z_R/\gamma_{ZR}$ [kN] =	20.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$	Cumpr

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## Investigação de instabilidades paralelas ao talude

Comprovação da pregagem ao escorregamento de uma camada superficial paralela ao talude

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem	$V$ [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão	$Y_{VI}$ =	0.8
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{dI}$ [kN] =	24.0
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{dI}$	$S_d$ [kN] =	41.9
Resistência da pregagem ao corte	$S_{Red}$ [kN] =	178.0
Coefficiente de correcção da resistência ao corte da pregagem	$Y_{SR}$ =	1.5
Valor de cálculo de resistência da pregagem ao corte	$S_{Red}/Y_{SR}$ [kN] =	118.7
Comprovação da capacidade de segurança:	$S_d \leq S_{Red}/Y_{SR}$	Cumpre

Comprovação da malha ao punçoamento

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem	$V$ [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão	$Y_{VII}$ =	1.5
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{dII}$ [kN] =	45.0
Resistência da malha aos esforços na direcção das pregagens	$D_R$ [kN] =	180.0
Coefficiente de correcção da resistência por punçoamento	$Y_{DR}$ =	1.5
Valor de cálculo da resistência à tracção da pregagem	$D_R/Y_{DR}$ [kN] =	120.0
Comprovação da capacidade de segurança:	$V_{dII} \leq D_R/Y_{DR}$	Cumpre

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## Comprovação da pregagem a esforços combinados

Pré-tensão efectivamente aplicada à pregagem		V [kN] =	30.0
Factor de carga para a influência da pré-tensão		$\gamma_{VI}$ =	0.8
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de V		$V_{dII}$ [kN] =	24.0
Factor de carga pela influência negativa da pré-tensão		$\gamma_{VII}$ =	1.5
Valor de cálculo da força de pré-tensão aplicada pela influência negativa de V		$V_{dII}$ [kN] =	45.0
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{dII}$		$S_d$ [kN] =	41.9
Resistência máxima da malha ao corte		$P_d$ [kN] =	N/A
Resistência da pregagem à tracção		$T_{Red}$ [kN] =	308.0
Resistência da pregagem ao corte		$S_{Red}$ [kN] =	178.0
Coeficiente de correcção da resistência à tracção		$\gamma_{TR}$ =	1.5
Coeficiente de correcção da resistência ao corte		$\gamma_{SR}$ =	1.5
Comprovação da capacidade de segurança:	$([V_{dII}/(T_{Red}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Red}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.415	Cumpre
Comprovação da capacidade de segurança:	$([P_d/(T_{Red}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Red}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.353	Cumpre

## Resistência à tracção mínima nas pregagens por instabilidade superficial

Dimensinamento do valor de resistência à tracção estática equivalente na pregagem para determinação do comprimento mesma	$T_d$ [kN] =	94.4
--	--------------	------

Espessura da camada	t =	2.00	m	Inclinação da pregagem	$\psi$ =	20.0	Graus
---------------------	-----	------	---	------------------------	----------	------	-------

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

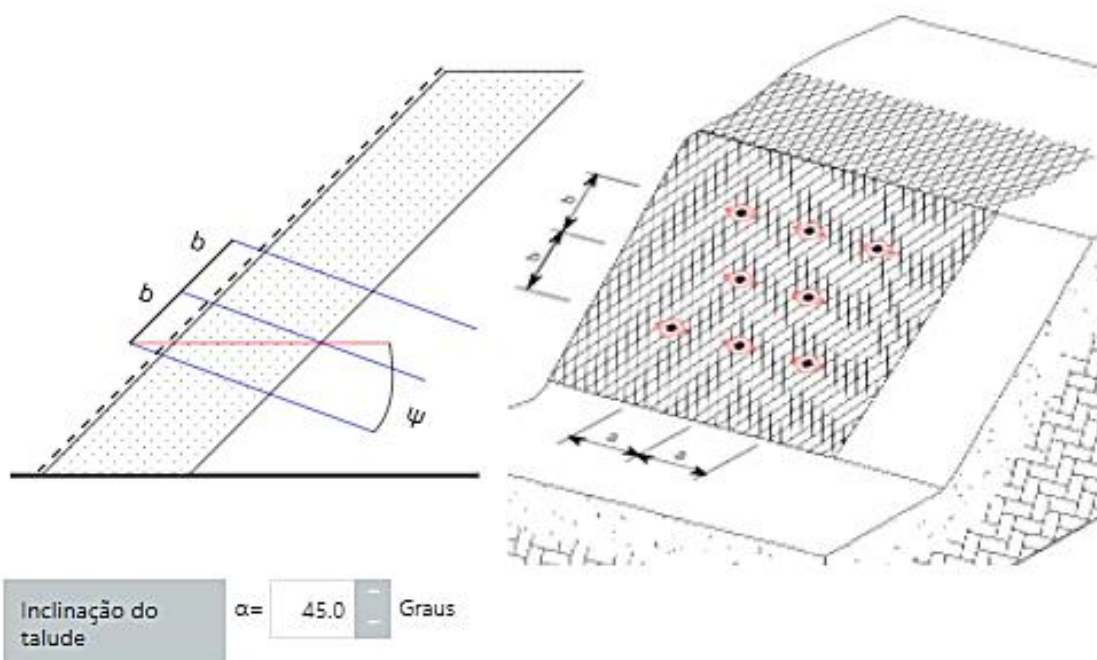
Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





## 16. ANEXO II: CHÃ BEBEDOURO 1

### 16.1 SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO

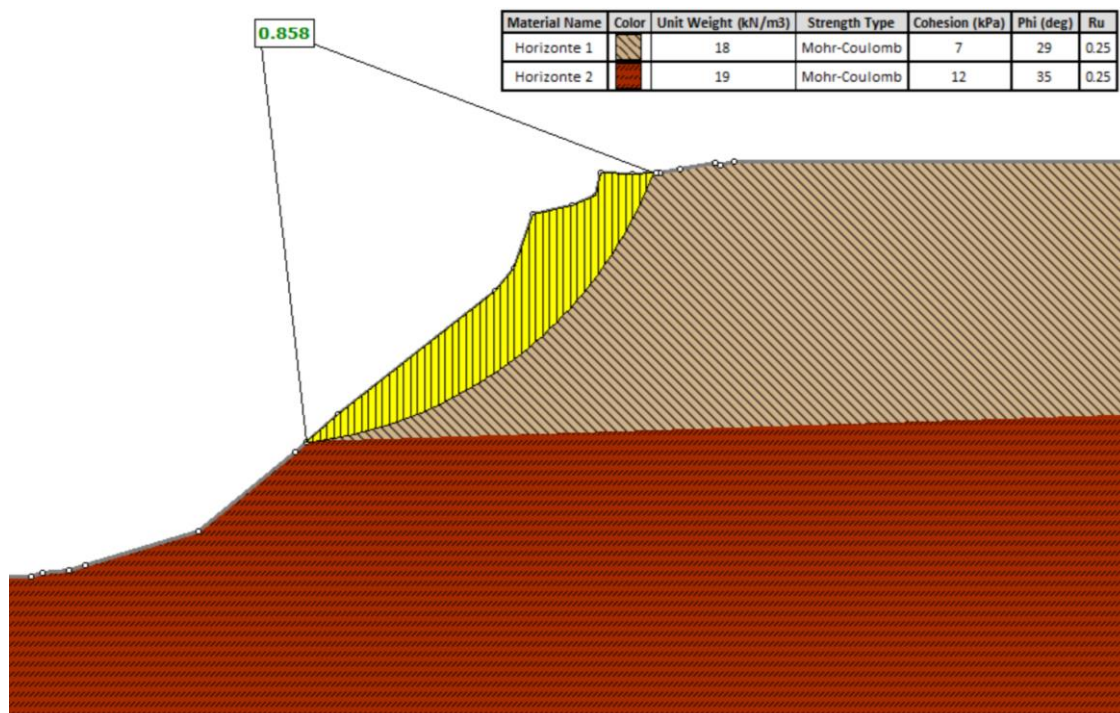


Figura 13: Estabilidade cenário S1-P1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



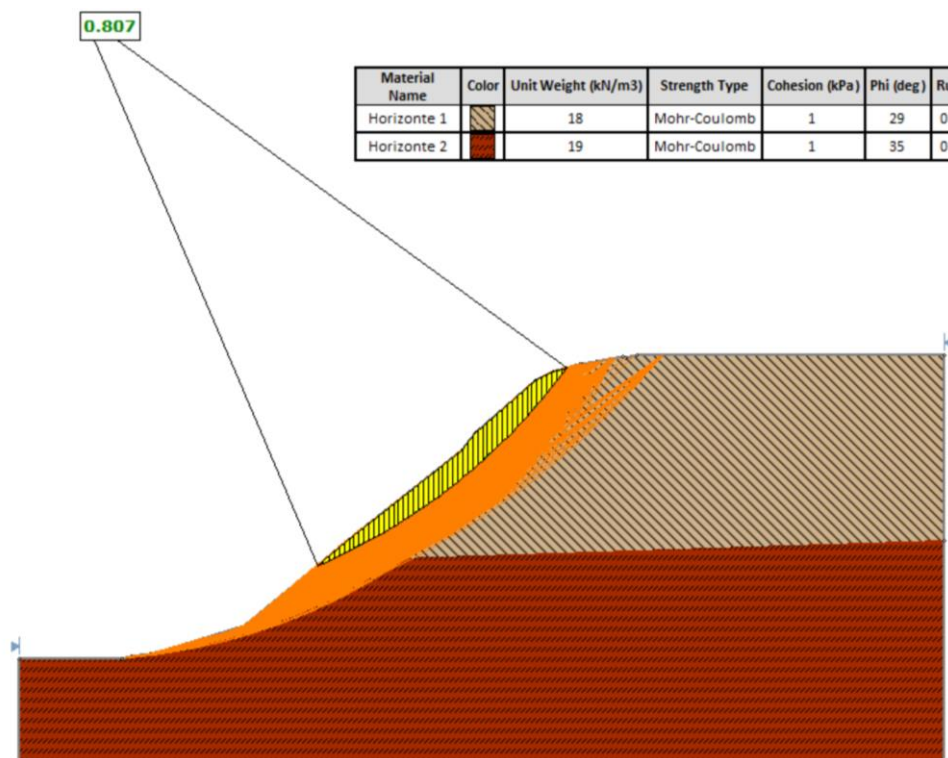


Figura 14: Estabilidade cenário S1-P2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 16.2 SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO

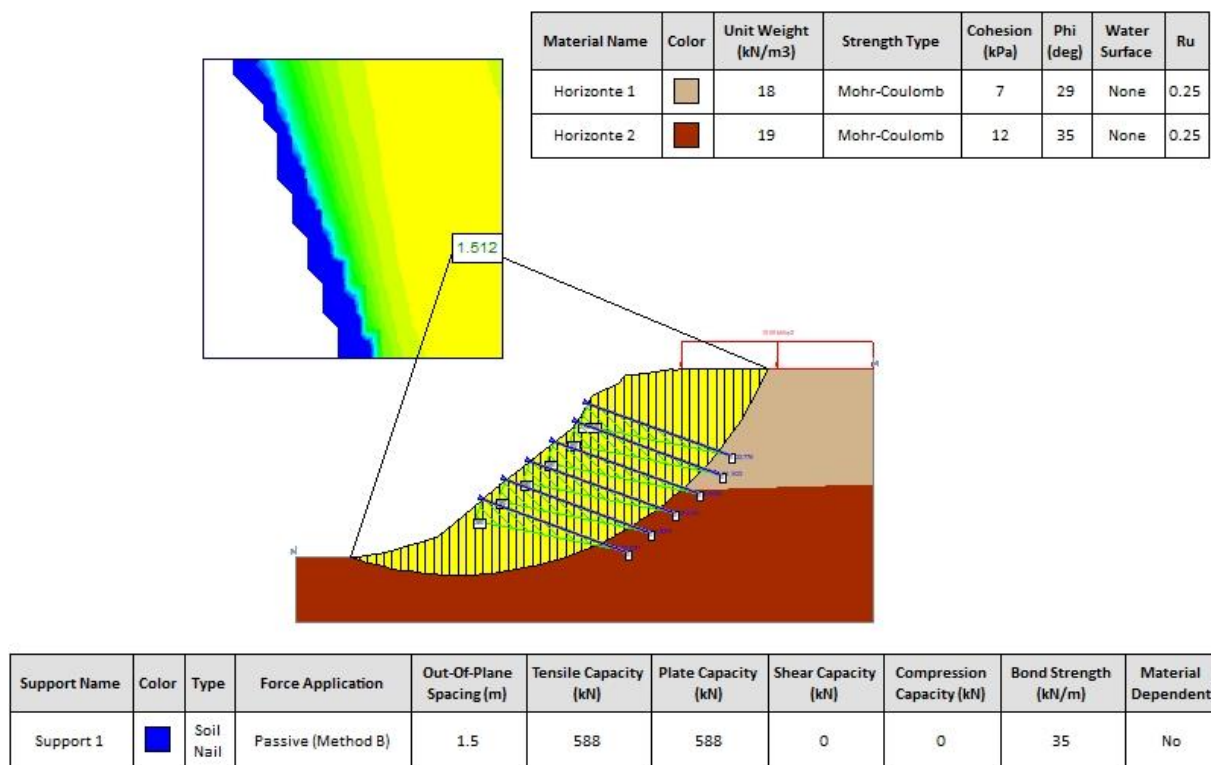


Figura 15: Estabilidade cenário S1-G1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE



Tel: +55 81 3878 4000

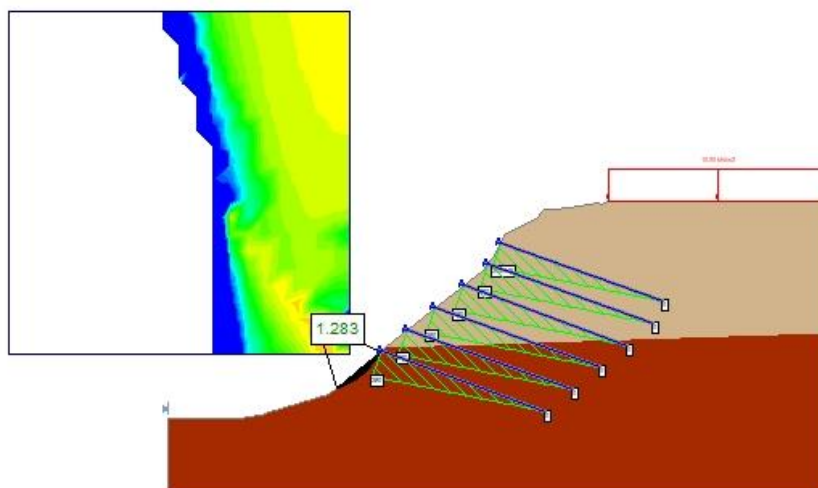
Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Horizonte 1		18	Mohr-Coulomb	1	29	None	0
Horizonte 2		19	Mohr-Coulomb	1	35	None	0




Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Shear Capacity (kN)	Compression Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)	Material Dependent
Support 1		Soil Nail	Passive (Method B)	1.5	588	588	0	0	35	No

Figura 16: Estabilidade cenário S1-G2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 16.3 SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO

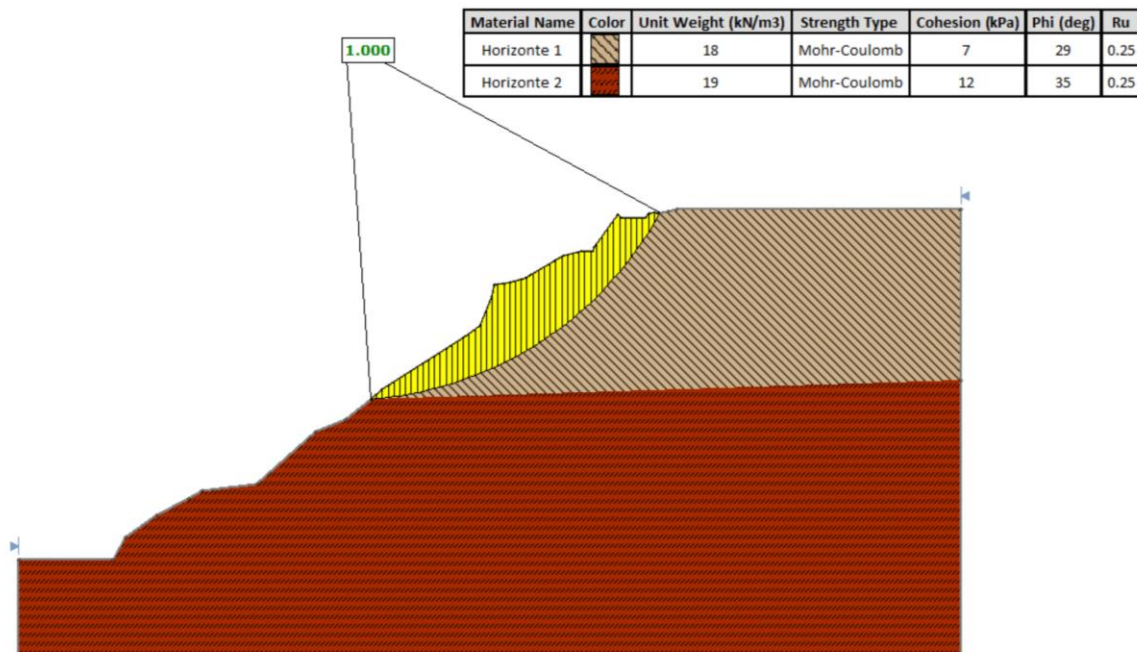


Figura 17: Estabilidade cenário S2-P1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001



Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Ru
Horizonte 1		18	Mohr-Coulomb	1	29	0
Horizonte 2		19	Mohr-Coulomb	1	35	0

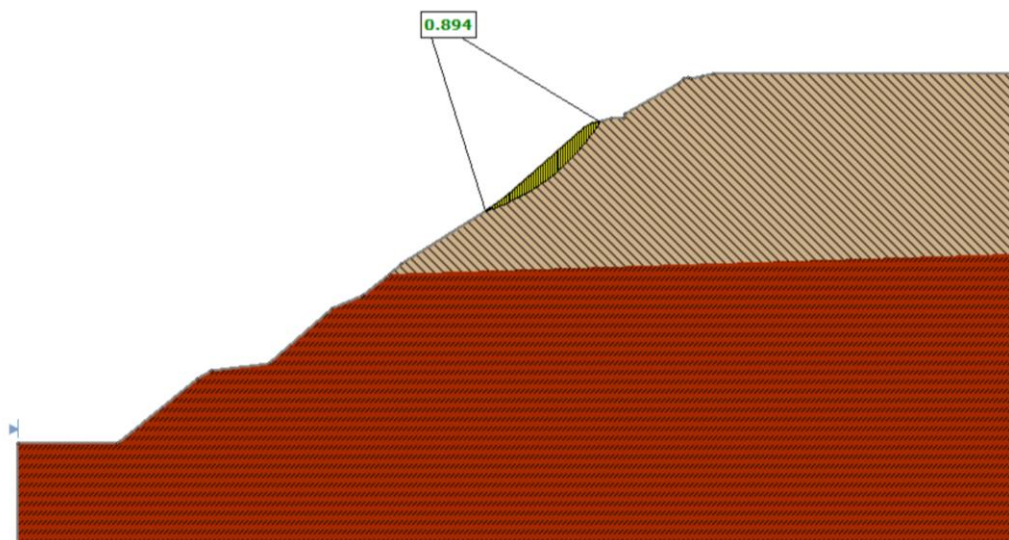


Figura 18: Estabilidade cenário S2-P2

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 16.4 SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO

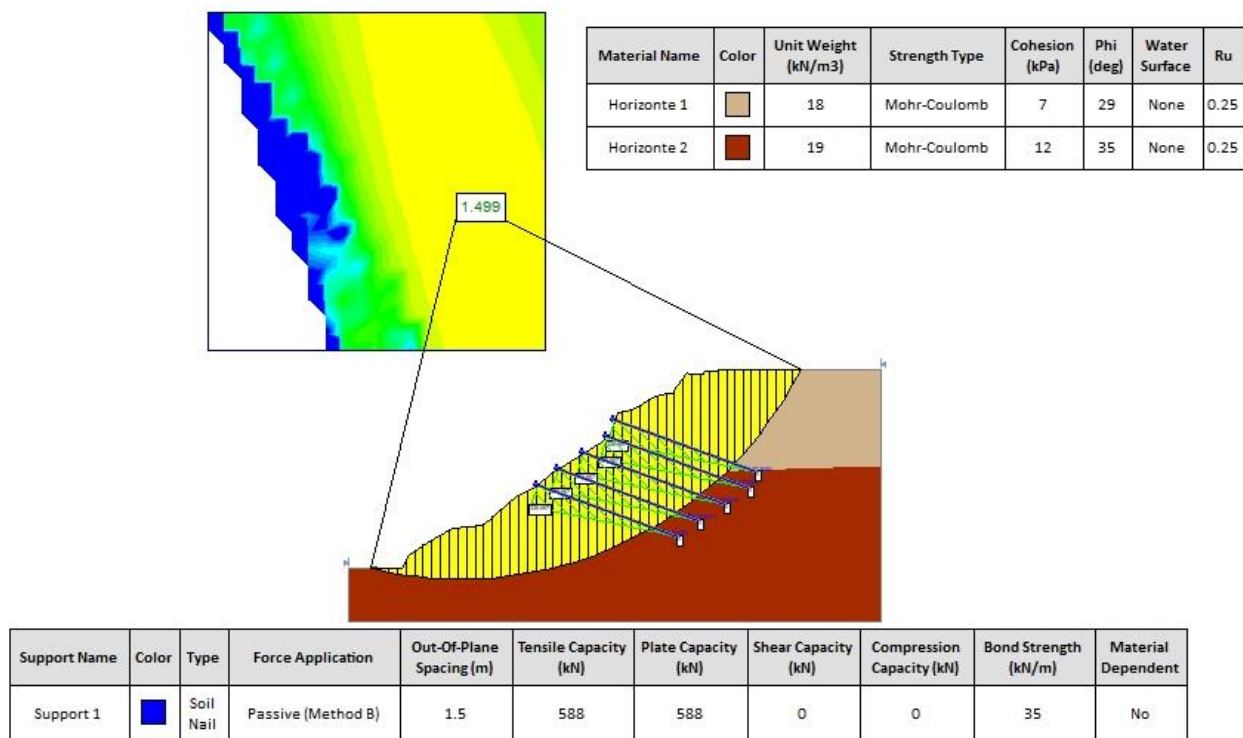


Figura 19: Estabilidade cenário S2-G1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



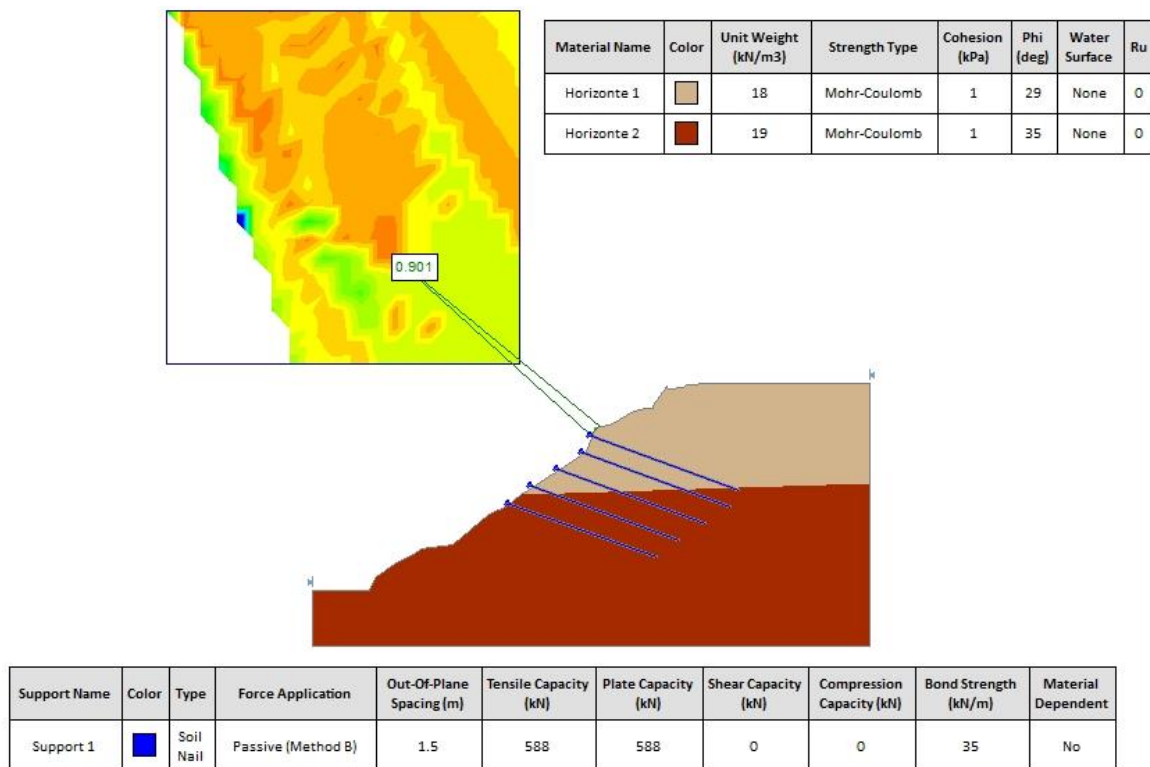


Figura 20: Estabilidade cenário S2-G2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





## 16.5 SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO

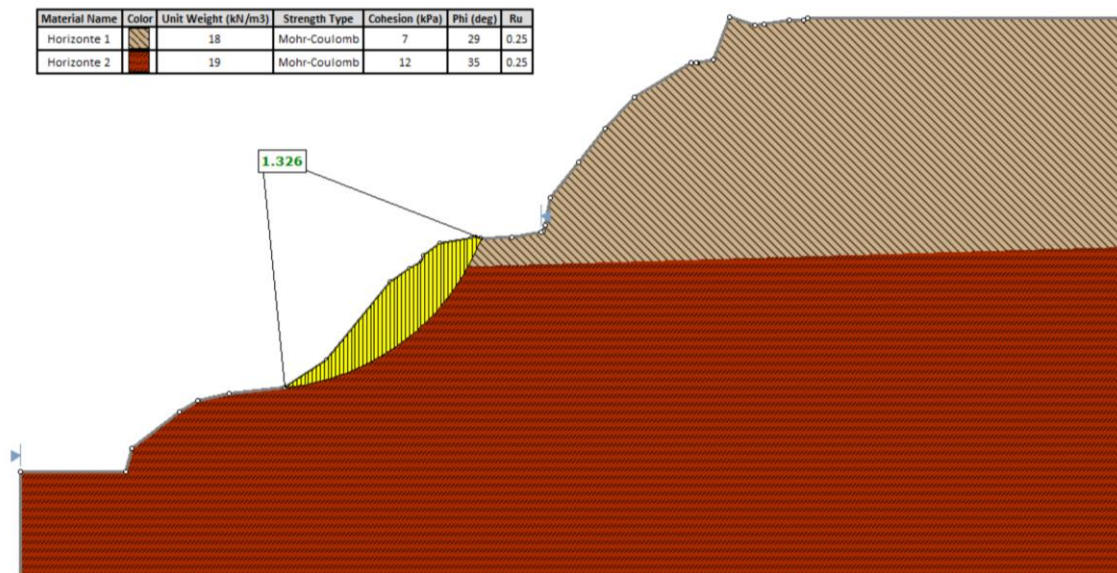


Figura 21: Estabilidade cenário S3-P1 – talude inferior

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



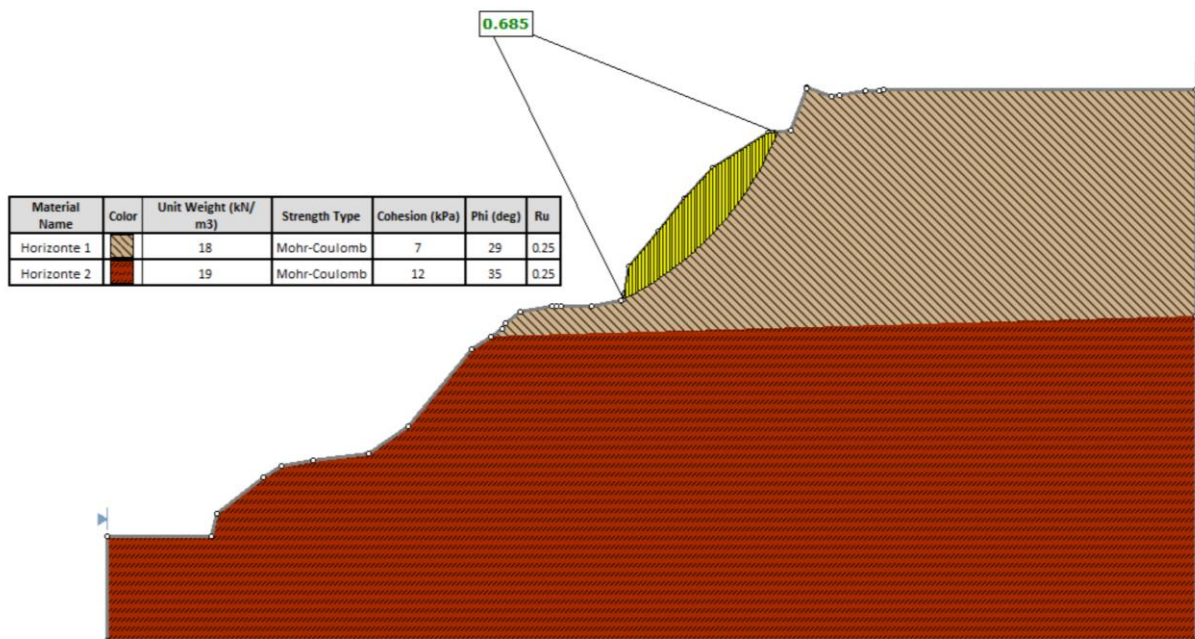


Figura 22: Estabilidade cenário S3-P1 – talude superior

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



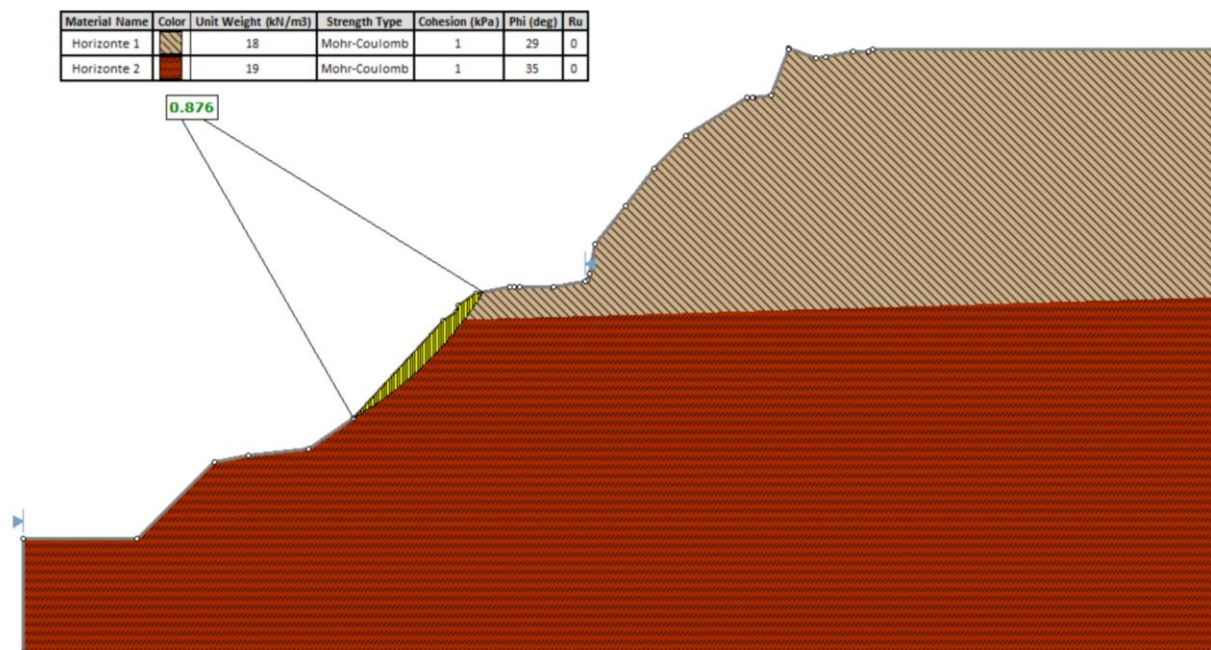


Figura 23: Estabilidade cenário S3-P2

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 16.6 SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO

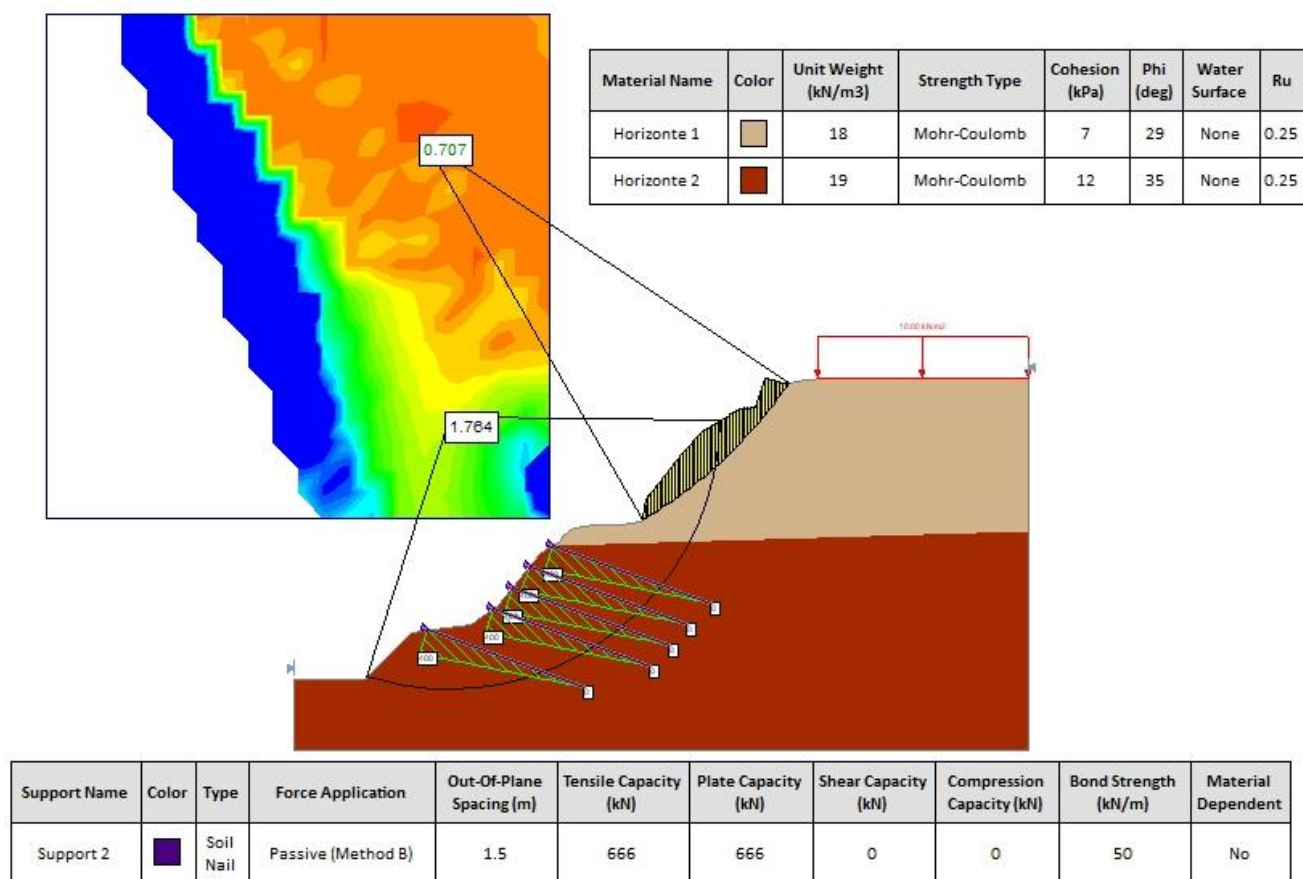


Figura 24: Estabilidade cenário S3-G1

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





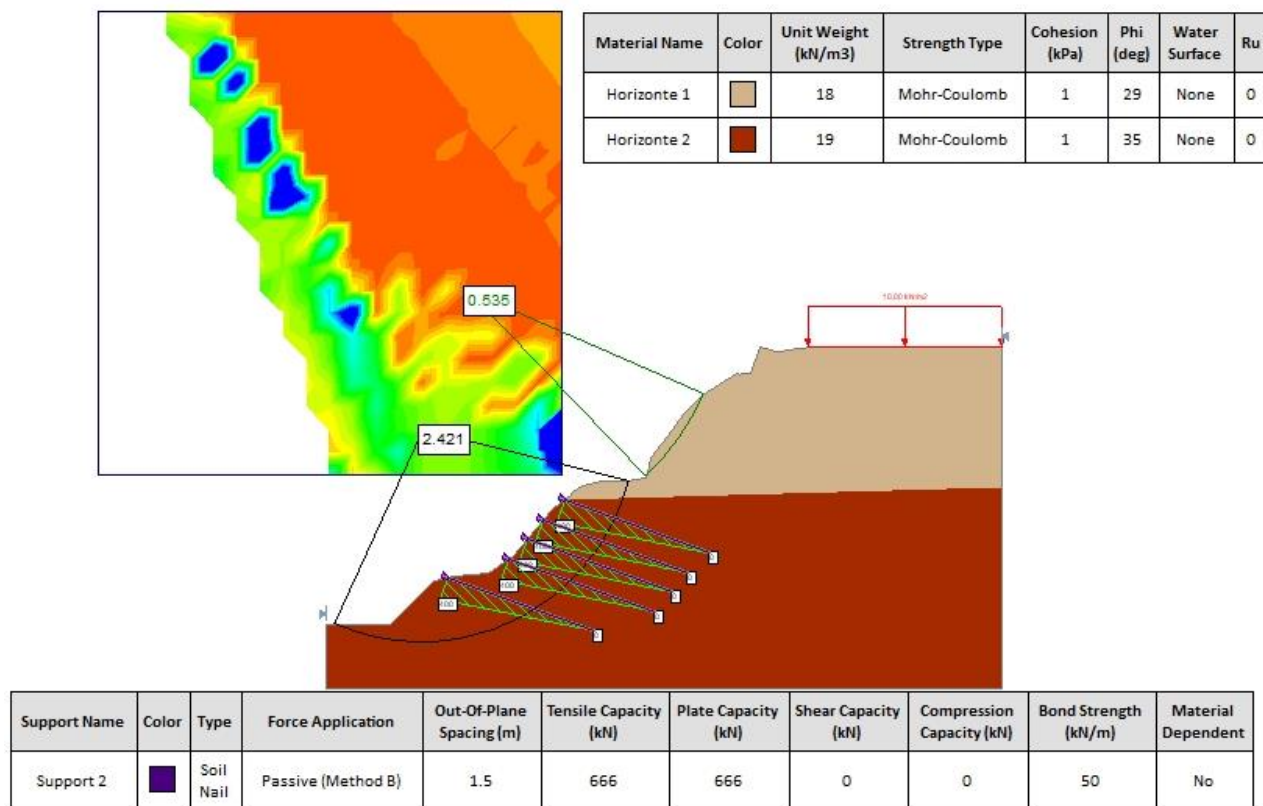


Figura 25: Estabilidade cenário S3-G2 – talude superior sem tratamento

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



## 16.7 SEÇÃO 4 – SEM TRATAMENTO

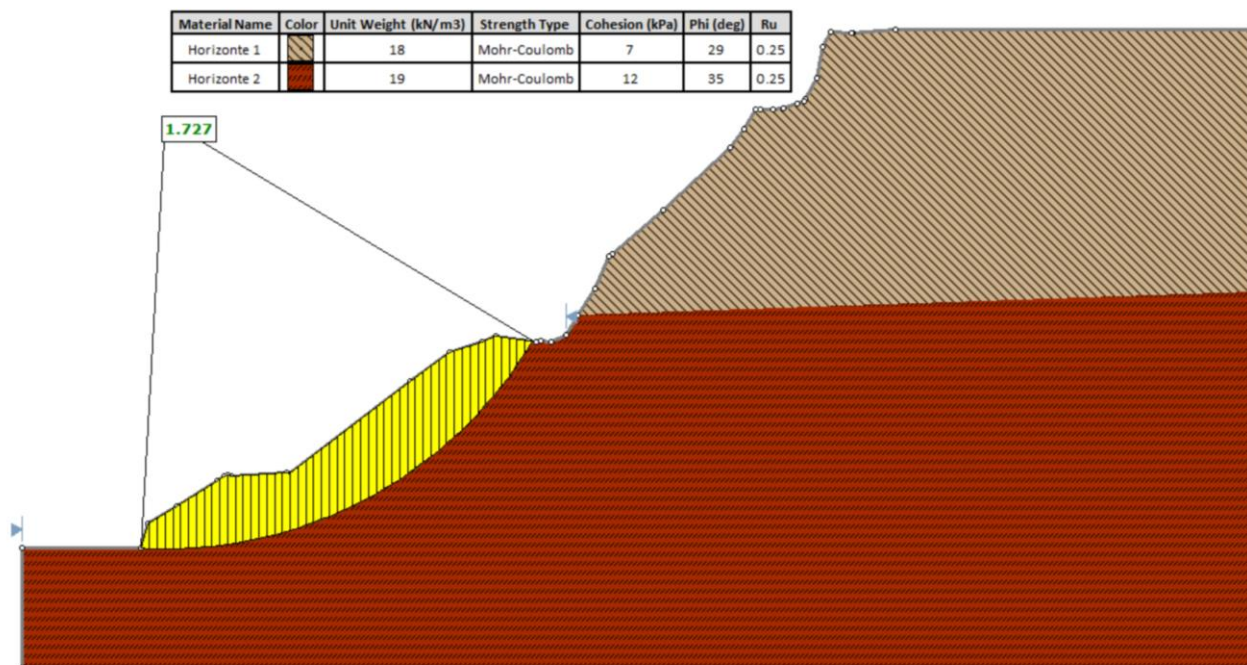


Figura 26: Estabilidade cenário S4-P1- talude inferior

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



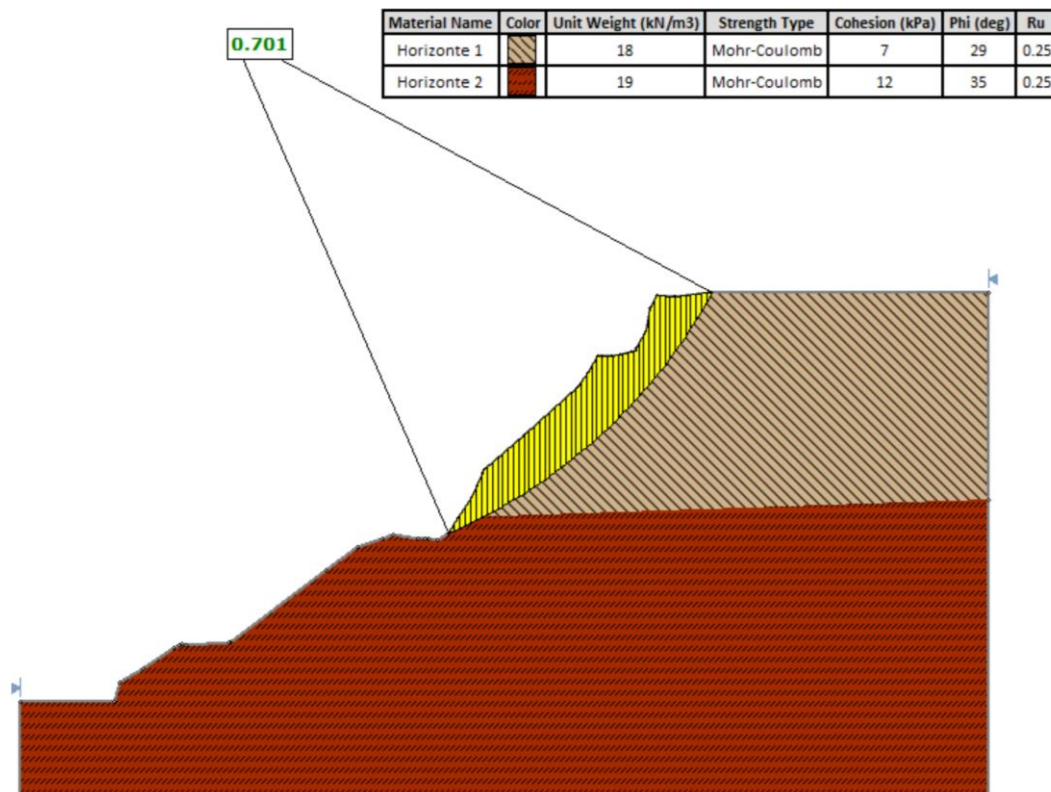


Figura 27: Estabilidade cenário S4-P1 – talude superior

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



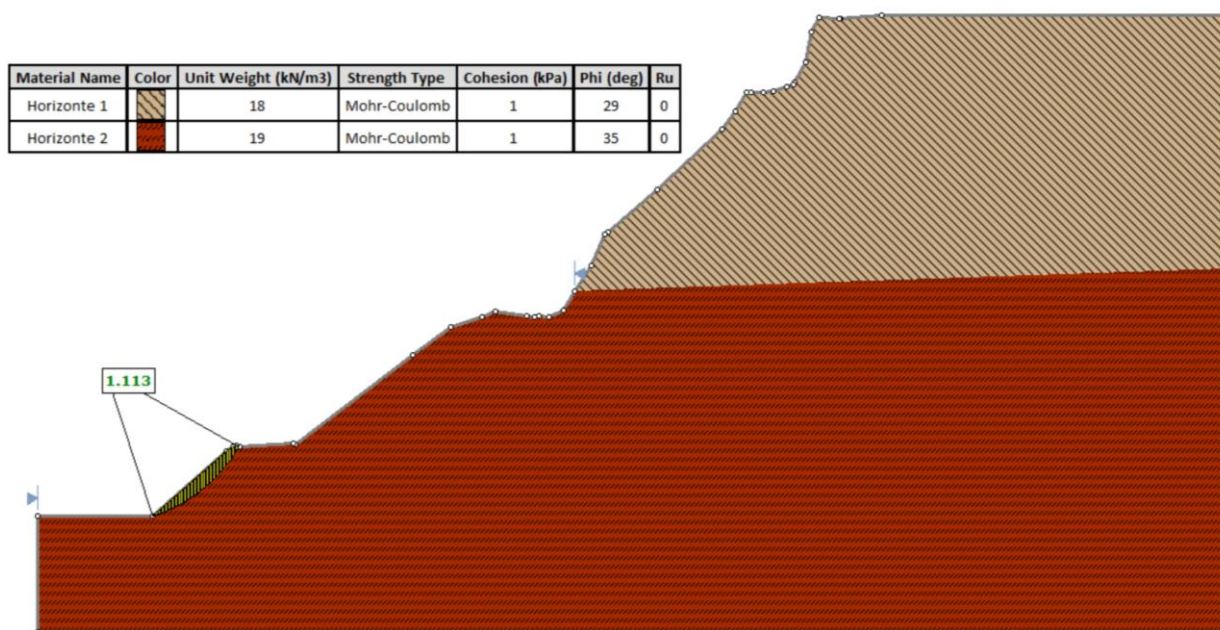


Figura 28: Estabilidade cenário S4-P2

**FUTURE MOTION BRASIL, LTDA**

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

**Recife** – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84





## 16.8 SEÇÃO 4 – COM TRATAMENTO

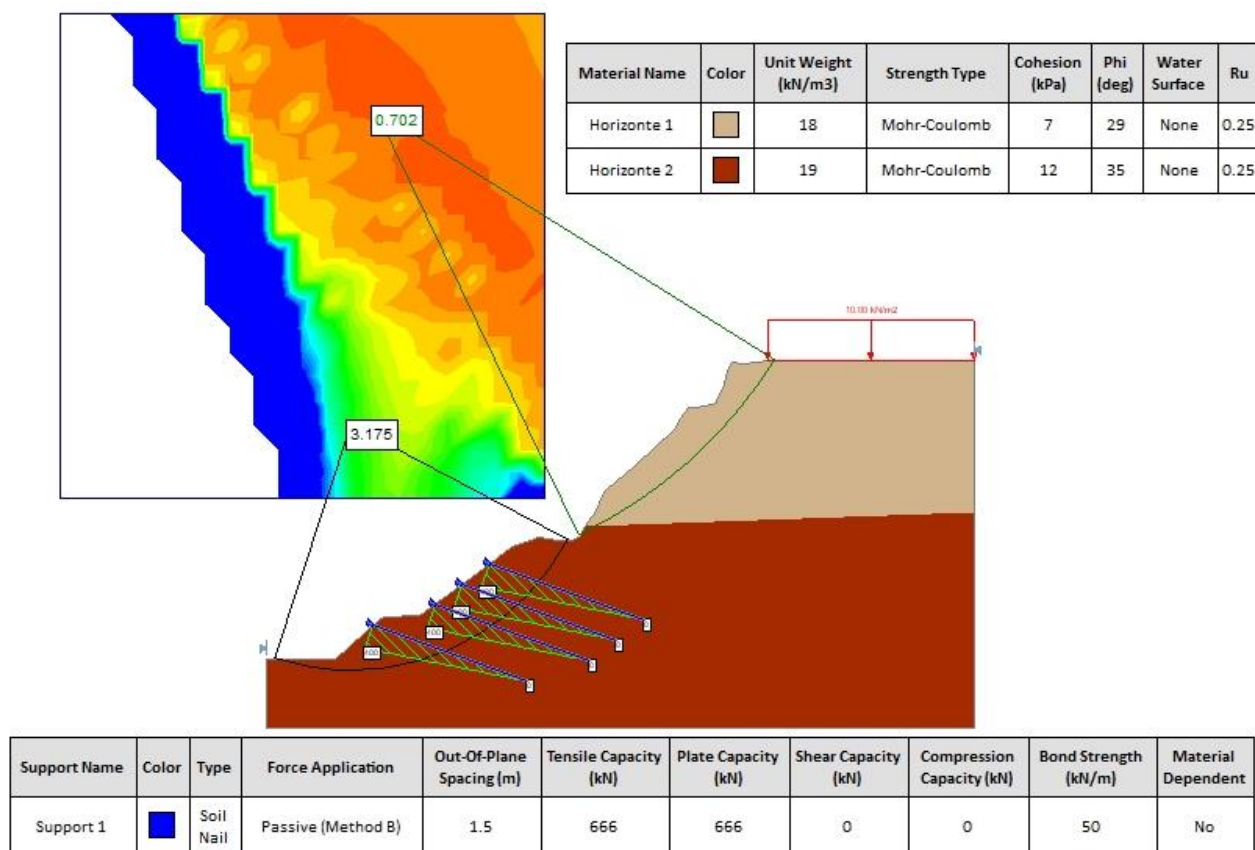


Figura 29: Estabilidade cenário S4-G1.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



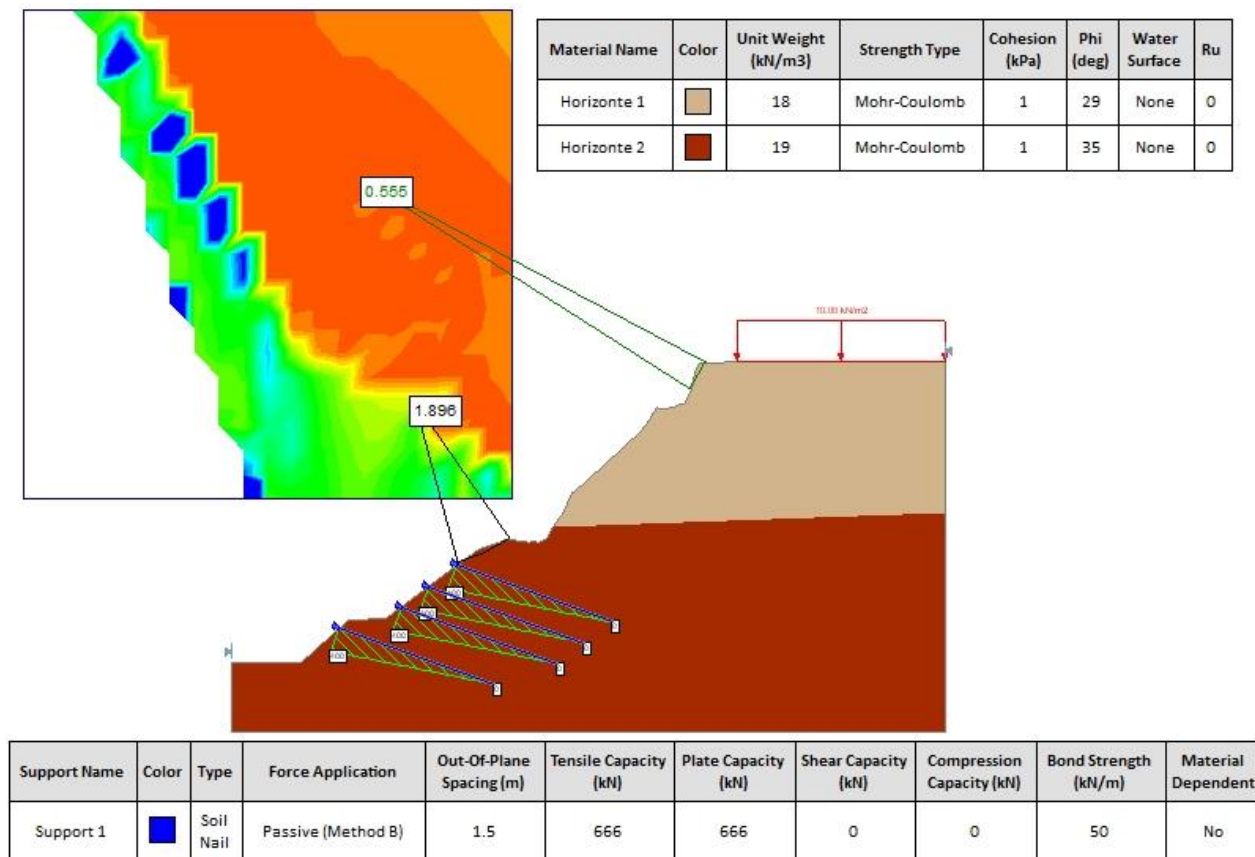


Figura 30: Estabilidade cenário S4-G2.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 17. REFERÊNCIAS

Marques, J. A. F. ; Marques, A.G. . Prática de Fundações no Estado de Alagoas. In: ABMS - Núcleo Nordeste. (Org.). Geotecnia no Nordeste. Recife: Universitária da UFPE, 2005, v. único, p. 247-264.

Marques, J. A. F. ; Marques, A.G. ; Marques, R.F. . Estudos Sobre Escorregamentos de Encostas da Formação Barreiras de Maceió-AL. In: XVI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica - COBRAMSEG, 2012, Porto de Galinhas - PE. COBRAMSEG 2012, 2012.

MARQUES, R. F. ; COUTINHO, R. Q. ; Marques, A.G. . Caracterização Geotécnica de um Perfil de Solo Não Saturado da Formação Barreiras da Cidade de Maceió-AL. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2006, Curitiba-PR. COBRAMSEG'2006, 2006. v. 1. p. 367-372.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: [geral@future.atp.eng.br](mailto:geral@future.atp.eng.br)

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

