

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

PROJETO DE CONTENÇÃO EM SOLO GRAMPEADO – CHÃ BEBEDOURO 2

Chã De Bebedouro, Maceió-AL

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

PROJETO DE CONTENÇÃO EM SOLO GRAMPEADO – CHÃ BEBEDOURO 2

Chã De Bebedouro, Maceió-AL


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Certificado
NBR ISO 9001


BRTUV

Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO				17-07-2022


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO	6
2.	INTRODUÇÃO	7
3.	DOCUMENTOS RECEBIDOS	7
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	8
5.	METODOLOGIA.....	8
5.1	PARÂMETROS ADOTADOS.....	8
5.2	SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS.....	17
6.	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO	21
7.	SOLUÇÃO - SOLO GRAMPEADO	22
7.1	GRAMPO	22
7.2	FACE – CONCRETO PROJETADO COM TELA ELETROSOLDADA	24
8.	RESULTADOS	26
8.1	FATORES DE SEGURANÇA	26
8.2	RUPTURA DO GRAMPO	27
9.	ENSAIO DE ARRANCAMENTO.....	28
10.	INSTRUMENTAÇÃO.....	30
10.1	INCLINÔMETROS.....	30
10.1.1	MÉTODO CONSTRUTIVO	30
10.1.2	MEDIÇÕES	31
10.2	PIEZÔMETROS	32
10.2.1	MÉTODO CONSTRUTIVO	32

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

10.2.2	MEDIÇÕES	33
11.	MÉTODO CONSTRUTIVO	33
11.1	SOLO GRAMPEADO	33
11.1.1	DHP	34
11.1.2	BARBACÃ	35
12.	QUANTITATIVO	36
12.1	GRAMPO	37
12.2	DRENAGEM INTERNA	39
13.	RECOMENDAÇÕES	40
13.1	GERAIS	40
14.	CONCLUSÕES	40
15.	ANEXO I: CHÃ BEBEDOURO 2	42
15.1	SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO	42
15.2	SEÇÃO 1 – COM TERRAPLENAGEM	43
15.3	SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO	44
15.4	SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO	46
15.5	SEÇÃO 2 – COM TERRAPLENAGEM	47
15.6	SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO	48
15.7	SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO	49
15.8	SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO	50
15.9	SEÇÃO 3 – COM TERRAPLENAGEM	51
15.10	SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO	52
16.	REFERÊNCIAS	54

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



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

Rafael Araújo Guillou

Engº Civil

CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Certificado
NBR ISO 9001



2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto geotécnico de contenção da encosta Chã Bebedouro 2.

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 2.dwg	Levantamento topográfico
117 - Relatório Técnico - FUTURE - Contenção Chã de Bebedouro 2 - Maceió - Alagoas	Sondagem
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 02	


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

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
NBR 6484 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT -Método de ensaio

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);
- Sondagens a percussão (NBR 6484/2020).

Os ensaios de granulometria, limites de consistência, compactação e índice de suporte Califórnia foram executados 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

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



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.

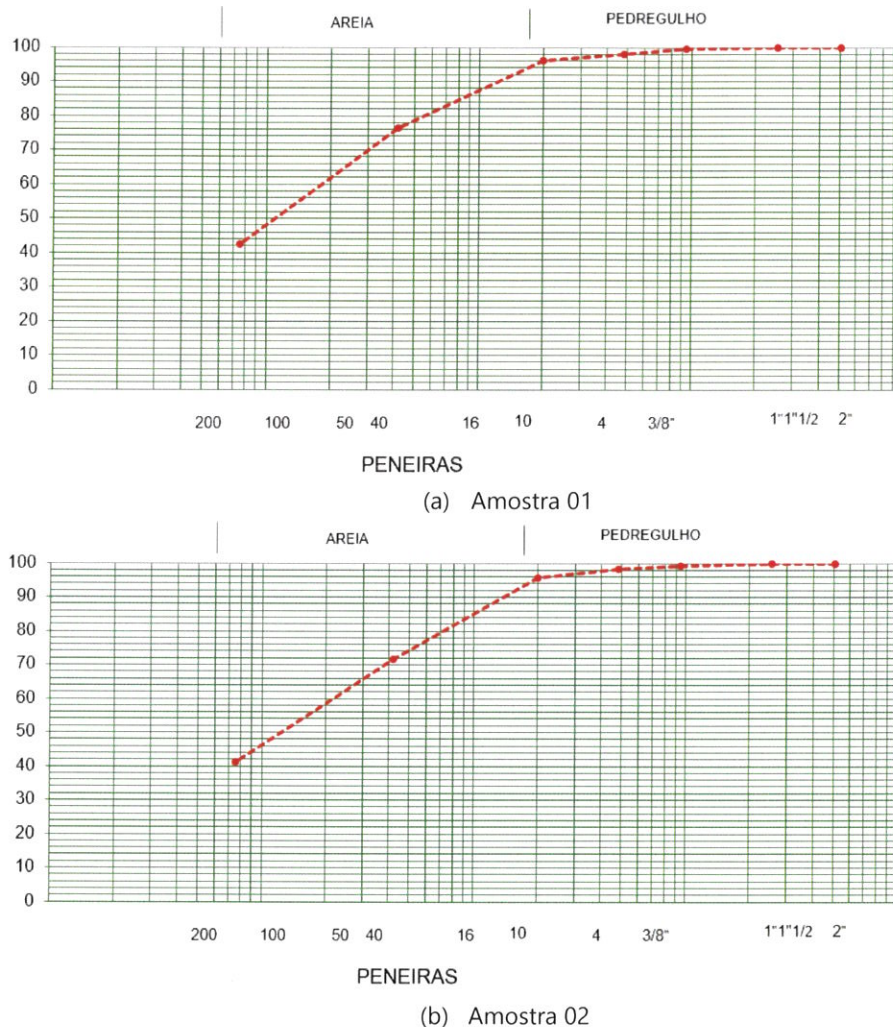


Figura 1: Curvas granulométricas das amostras AM-01 e AM-02.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



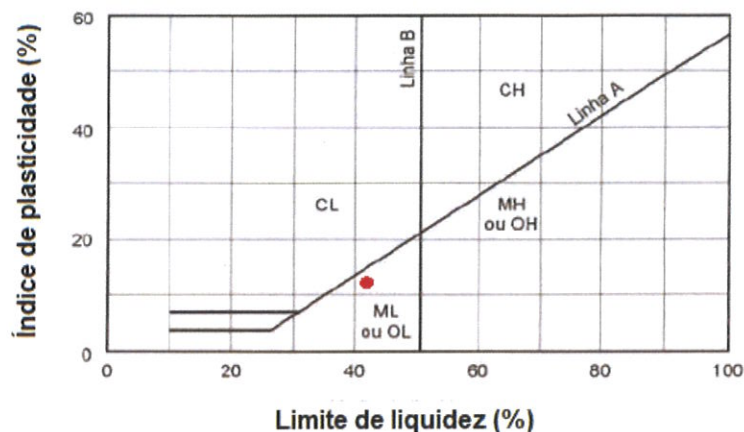


Figura 2: Carta de plasticidade

Para a elaboração do perfil geológico-geotécnico, foi executado 1 furo de sondagem de simples reconhecimento, com medida dos índices de penetração dinâmica (SPT), totalizando 10,25 metros de perfuração (Figura 3). O resultado, apresentado na Figura 4, indica a presença das seguintes camadas:

- Camada superficial de argila arenosa com 3,0 m de espessura e N_{SPT} médio de 5 golpes;
- Camada de silte arenoso com 4,0 m de espessura e N_{SPT} médio de 20 golpes;
- Camada de argila arenosa dura com N_{SPT} médio de 40 golpes.

O nível d'água não foi detectado na sondagem. Tendo em vista à pouca quantidade de ensaios, lançou-se mão da carta de suscetibilidade a movimentos de massas e de estudos de investigações realizadas em Maceió - AL.

A Figura 5 apresenta a carta de suscetibilidade de movimento de massa com destaque para o local da encosta da Chã Bebedouro 2. 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 6 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".

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



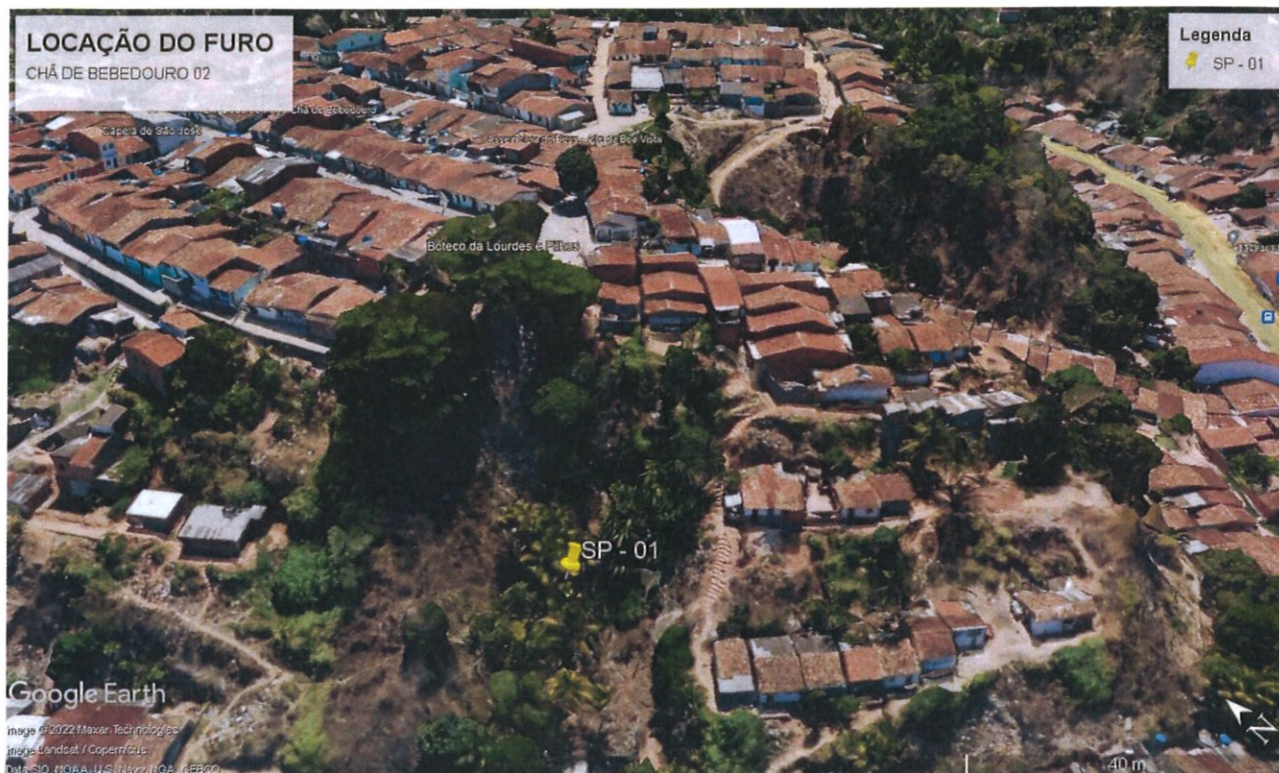


Figura 3. Localização da sondagem SP-01

Ruão
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



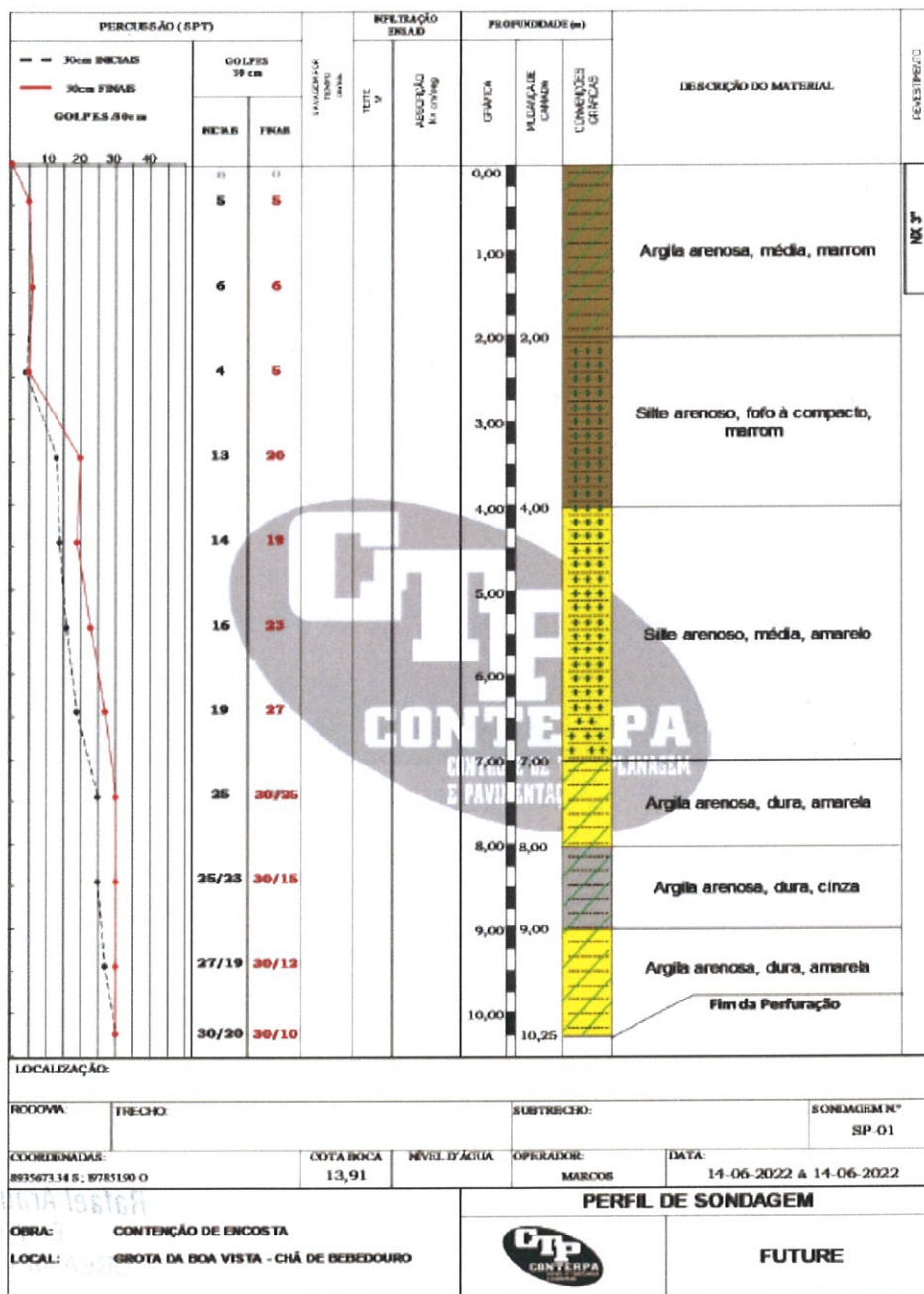


Figura 4. Sondagem a percussão

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillo
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

Certificado
 NBR ISO 9001



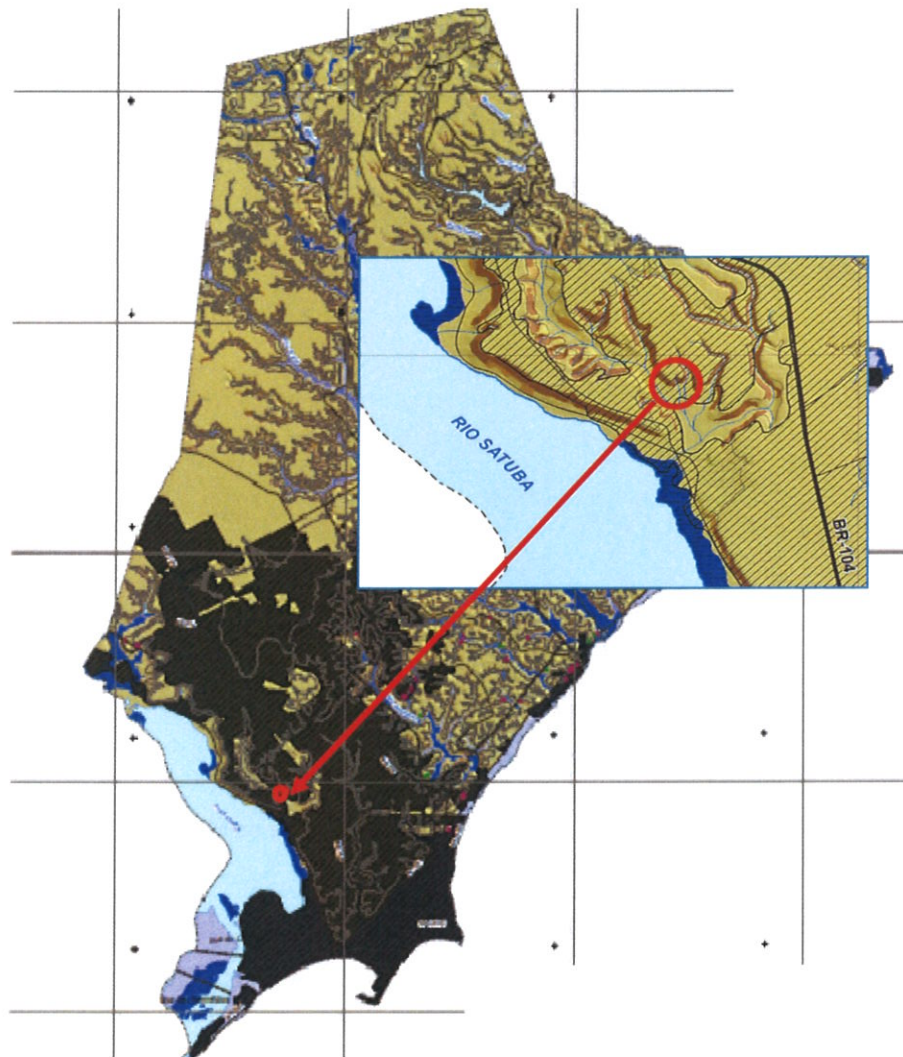


Figura 5: Carta de suscetibilidade de movimento de massa.

Rafael
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



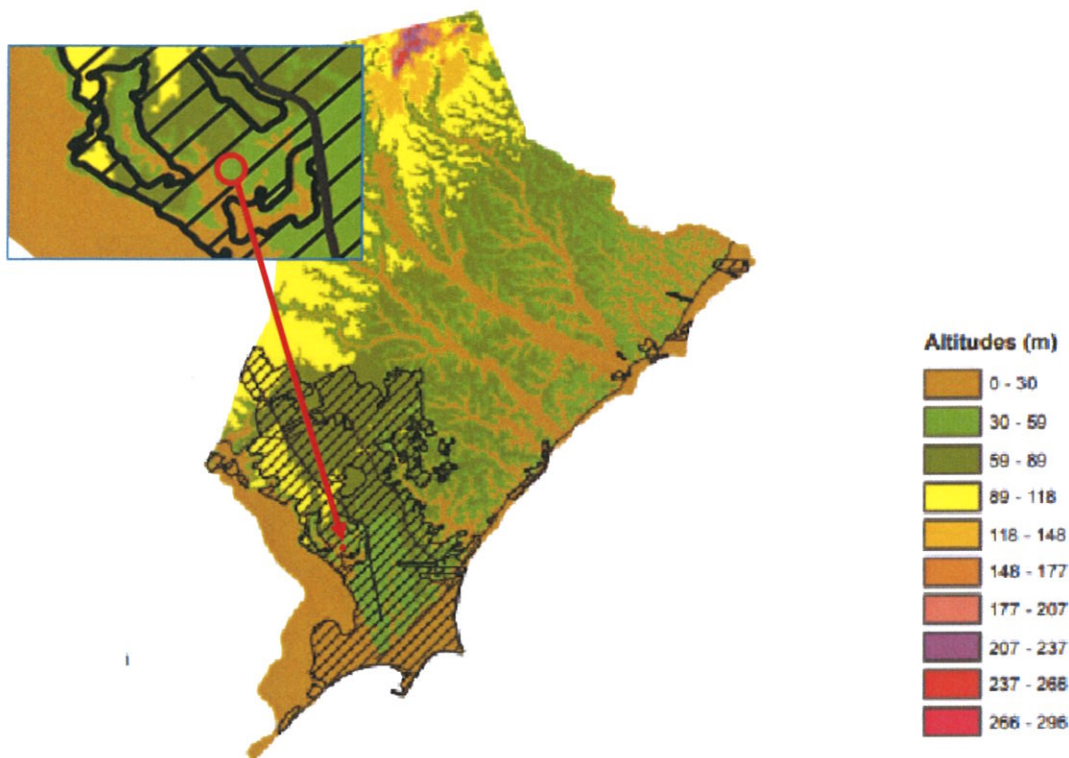


Figura 6: Hipsometria de Maceió.

Para obtenção dos ângulos de atrito (ϕ') dos horizontes propostos, utilizou-se valores médios de N_{SPT} (Tabela 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e as correlações propostas por Teixeira (1996) e Godoy (1983):

$$\phi = 15^\circ + \sqrt{24 \cdot N_{SPT}} \quad \text{Teixeira (1996)} \quad \text{Equação 1}$$

$$\phi = 28^\circ + 0,4 \cdot N_{SPT} \quad \text{Godoy (1983)} \quad \text{Equação 2}$$

Para o parâmetro de coesão (c'), foram utilizadas as correlações de Joppert (2007). 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} .

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



Tabela 2: Ângulos de atrito calculados.

Horizontes	Profundidade (m)	N _{SPT} adotado ⁽¹⁾	ϕ' (°)	
			Teixeira ⁽²⁾ (1996)	Godoy ⁽²⁾ (1983)
Argila arenosa média	H < 3,0	5	26	30
Silte arenoso médio	3,0 < H < 7,0	20	37	36
Argila arenosa dura	H > 7,0	40	45	44

(1) N_{SPT} adotado de maneira conservadora, com base no perfil estratigráfico apresentado na Figura 4;

(2) Resultados obtidos através de correlações analíticas;

(3) Resultados obtidos através de correlações tabeladas.

Tabela 3: Coesão aparente (Joppert, 2007).

Horizontes	Profundidade (m)	N _{SPT} adotado	c' (kPa)
			Joppert (2007)
Argila arenosa média	H < 3,0	5	20
Silte arenoso médio	3,0 < H < 7,0	20	30
Argila arenosa dura	H > 7,0	40	50

Tabela 4: Pesos específicos adotados.

Horizontes	Profundidade (m)	N _{SPT} adotado	γ_{nat} (kN/m ³)
Argila arenosa média	H < 3,0	5	18
Silte arenoso médio	3,0 < H < 7,0	20	20
Argila arenosa dura	H > 7,0	40	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.

0-1000 g/m³
0-1000 g/m³
0-1000 g/m³

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

Certificado
NBR ISO 9001



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.

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).

$$R_u = \frac{u}{\gamma h} = \frac{u}{\sigma_v}$$

Equação 3

Onde:

u = poropressão (kPa);

σ_v = Tensão vertical total (kPa);

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

Rafael Araújo Guilhermino
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



De forma a executar análises conservadoras, será considerado um valor de R_u igual a 0,20. Diante do exposto, a Tabela 6 reúne os parâmetros adotados nas análises de estabilidade, ressaltando que todos os parâmetros adotados são conservadores.

Tabela 6: Parâmetros adotados nas análises de estabilidade

Horizontes	Profundidade (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	R_u
Argila arenosa média	$H < 3,0$	18	26	10	0,20
Silte arenoso médio	$3,0 < H < 7,0$	20	37	10	
Argila arenosa dura	$H > 7,0$	19	39	20	

5.2 SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS

Para as análises da estabilidade, foram selecionadas quatro seções (S1 a S4), apresentadas na Figura 7. 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.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2





Figura 7. Seções analisadas: Chã 2

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 a estabilidade com a geometria final da terraplanagem proposta.

Por fim, verificou-se o ganho de resistência ao cisalhamento com a solução em solo grampeado juntamente com a geometria final da terraplanagem.

Foi considerado uma sobrecarga de 10 kPa 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. O símbolo P representa a geometria primitiva, e o símbolo T a geometria com terraplanagem. O símbolo G representa o 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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Eng° Civil
CREA. 021.081.852-2

Certificado
NBR ISO 9001



com grampos. Neste caso, foram analisadas 2 condições distintas para simular a redução da resistência ao cisalhamento: $R_u = 0,20$ (nomenclatura G1) e a redução da coesão aparente para 1 kPa (nomenclatura G2).

A Figura 8 apresenta a locação das seções analisadas e as áreas tratadas com a solução de solo grampeado.

As seguintes áreas foram tratadas:

- Área 1: Azul ciano;
- Área 2: Amarelo;
- Área 3: Verde;

Tabela 7: Cenários analisados.

Condição	CENÁRIOS	SEÇÕES – CHÃ BEBEDOURO 2		
		S1	S2	S3
Sem tratamento	$R_u = 0,20$	S1_P	S2_P	S3_P
Com terraplenagem	$R_u = 0,20$	S1_T	S2_T	S3_T
Com grampeamento	$R_u = 0,20$	S1_G1	S2_G1	S3_G1
	$c' = 1 \text{ kPa}$	S1_G2	S2_G2	S3_G2

Rafael Araujo
Rafael Araujo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



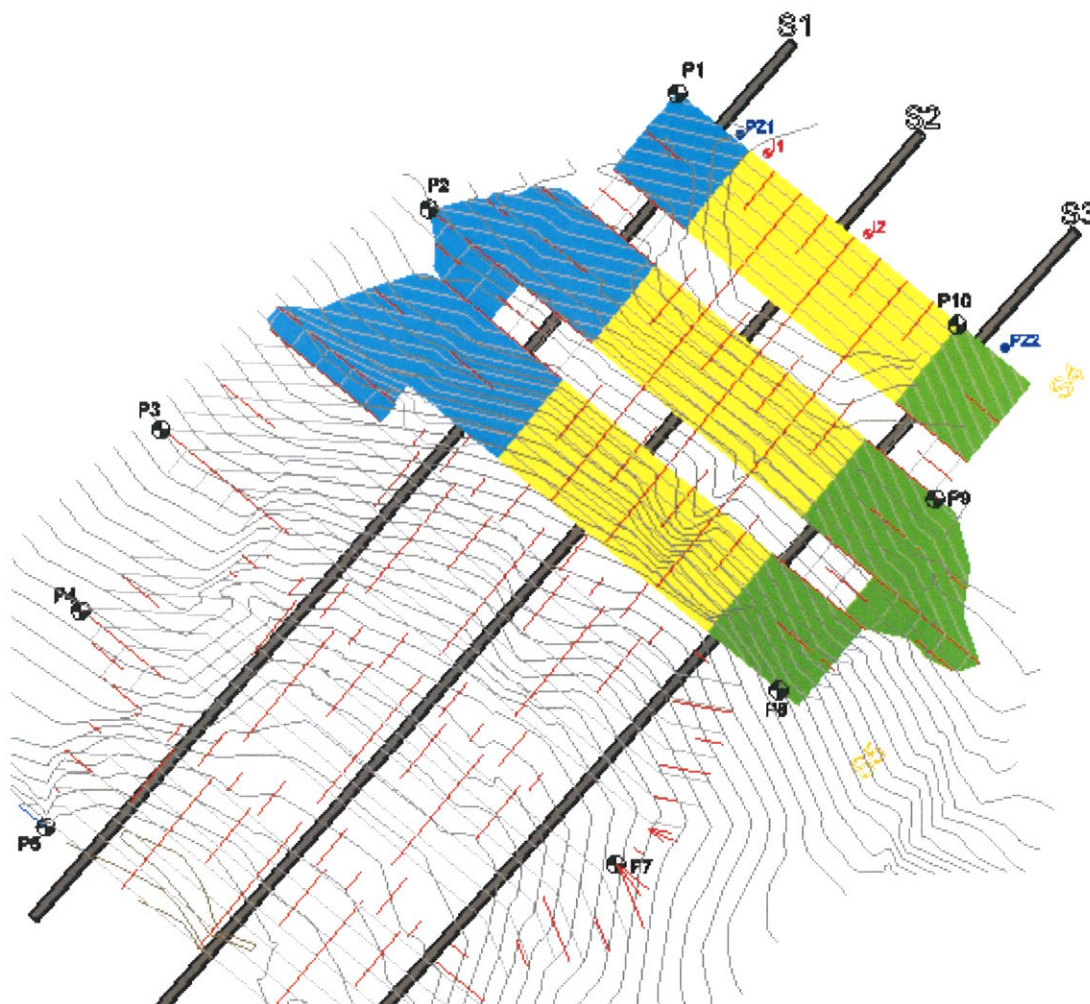


Figura 8: Localização das seções analisadas, da área de tratamento e da instrumentação recomendada

Projeto de Engenharia
 Arquitetura e Urbanismo
 Engenharia de Estruturas

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

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Certificado
 NBR ISO 9001



6. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO

A solução adotada para o projeto 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. 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).

No presente relatório não será apresentada 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.

Imagem de fundo decorativa com o nome 'FUTURE' em uma fonte decorativa.

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

CNPJ: 35.467.604/0001-27


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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, 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

A Tabela 9 à

Tabela 11 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

SEÇÃO 1							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	Fyk (kN)
1	46,73	16	20	2,13	1,5	32	588
2	45,23	16	20	1,5	1,5	32	588
3	43,73	16	20	1,5	1,5	32	588
4	40,23	8	20	2,0	1,5	32	588
5	38,23	8	20	2,0	1,5	32	588
6	34,23	8	20	2,0	1,5	32	588
7	32,23	8	20	2,0	1,5	32	588
8	30,23	8	20	2,0	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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



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)	Fyk (kN)
1	46,73	16	20	1,27	1,5	32	588
2	45,23	16	20	1,5	1,5	32	588
3	43,73	16	20	1,5	1,5	32	588
4	42,23	16	20	1,5	1,5	32	588
5	40,23	8	20	2,0	1,5	32	588
6	38,23	8	20	2,0	1,5	32	588
7	36,23	8	20	2,0	1,5	32	588
8	33,73	8	20	2,0	1,5	32	588
9	31,73	8	20	2,0	1,5	32	588
10	29,73	8	20	2,0	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)	Fyk (kN)
1	46,73	16	20	1,79	1,5	32	588
2	45,23	16	20	1,5	1,5	32	588
3	43,73	16	20	1,5	1,5	32	588
4	40,23	8	20	2,0	1,5	32	588
5	38,23	8	20	2,0	1,5	32	588
6	36,23	8	20	2,0	1,5	32	588
7	34,23	8	20	2,0	1,5	32	588
8	32,23	8	20	2,0	1,5	32	588
9	30,23	8	20	2,0	1,5	32	588

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

Certificado
 NBR ISO 9001



da obra. A carga máxima de ensaio (T_{\max}) 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, adotou-se uma força de arrancamento por metro de grampo igual a 35 kN/m.

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.

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.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



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/cm²) 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 Geobrugg. Vale salientar que o software em questão recomenda telas disponibilizadas pela Geobrugg. 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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

RuGu
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



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.

A Tabela 12 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, 2 e 3 apresentaram $FS \leq 1,2$ para $R_u=0,20$. Portanto, entende-se que, para estas condições de saturação, a encosta pode sofrer ruptura global.
- Nas análises considerando a terraplenagem, observou-se um aumento significativo nos fatores de segurança das 3 seções analisadas. No entanto, a terraplenagem não foi suficiente para a obtenção de $FS \geq 1,50$.
- Na análise de estabilidade da Seção 1 com tratamento, o fator de segurança aumenta para 1,504.
- Para a Seção 2, as análises com tratamento forneceram $FS = 1,507$;
- Para a Seção 3 com tratamento, as análises forneceram FS igual a 1,493;
- 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 S3).

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillev
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 12: Fatores de segurança – Chã Bebedouro 2.

CENÁRIOS			SEÇÕES		
			S1	S2	S3
Geometria primitiva	$R_u=0,25$	P	1,178	1,031	1,032
Após terraplenagem		T	1,406	1,323	1,433
Com tratamento em solo grampeado	$R_u=0,25$	G1	1,504	1,507	1,493
	$c' = 1\text{kPa}$	G2	1,092*	1,360*	0,902*

* Ruptura localizada na face

8.2 RUPTURA DO GRAMPO

A Tabela 13 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 as carga de tração mobilizadas nos grampos não ultrapassam as cargas de trabalho calculadas. Os valores dispostos na Tabela 13 também são apresentados no Anexo I.

Tabela 13: Cargas de trabalho admissíveis e mobilizadas.

\varnothing (mm)	Carga de escoamento (kN)	Sh (m)	Carga de trabalho (kN)	Carga de tração mobilizadas (kN)		
				SEÇÃO 1	SEÇÃO 2	SEÇÃO 3
32	588	1,5	392	373,3	373,3	373,3
32	588	2,0	294	186,67	186,67	186,67

A Tabela 14 e a Tabela 16 apresentam os valores de carga de arrancamento solicitantes e resistentes nas zonas passivas dos grampos. Nota-se que as cargas resistentes ao 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.

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

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 14: Cargas de arrancamento – Seção 1

SEÇÃO 1		
Grupo	Carga de arrancamento solicitante (kN)	Carga de arrancamento resistente (kN)
1	127,54	175,0
2	124,47	175,0
3	122,35	175,0

Tabela 15: Cargas de arrancamento – Seção 2

SEÇÃO 2		
Grupo	Carga de arrancamento solicitante (kN)	Carga de arrancamento resistente (kN)
1	58,64	87,5
2	57,70	87,5
3	57,87	87,3
4	59,13	70,0

Tabela 16: Cargas de arrancamento – Seção 3

SEÇÃO 3		
Grupo	Carga de arrancamento solicitante (kN)	Carga de arrancamento resistente (kN)
1	143,04	175,0
2	140,49	175,0
3	139,00	157,5

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.

As Tabela 17 e Tabela 18 apresentam as cargas e os tempos para o grampo GW Ø 32 mm Plus de 16 m e 8 m de comprimento, respectivamente.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araujo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Recomenda-se que sejam executados previamente dois grampos na encosta 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 – C=16 m.

Fyk (kN):	588	GRAMPO GW Ø 32 mm Plus - Comprimento = 16 m							
90% Fyk (kN):	529,2								
T_{máx,ar} (kN):	560								
1,2 T_{máx,ar} (kN):	672								
Estágios	Carga (kN)	Tempos de leitura de deslocamentos (min)							
		0	1	2	4	8	15	30	60
1	58,8								
2	112								
3	224								
4	420								
5	529,2								
6	420								
7	224								
8	112								
9	58,8								

Tabela 18: Cargas e tempos de leitura – ensaio de arrancamento – grampo Ø 32 mm – C=8 m.

Fyk (kN):	588	GRAMPO GW Ø 32 mm Plus - Comprimento = 8 m							
90% Fyk (kN):	529								
T_{máx,ar} (kN):	280								
1,2 T_{máx,ar} (kN):	336								
Estágios	Carga (kN)	Tempos de leitura de deslocamentos (min)							
		0	1	2	4	8	15	30	60
1	58,8								
2	112								
3	224								
4	336								
7	224								
8	112								
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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

Certificado
NBR ISO 9001



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 8 apresenta as locações propostas pelo projetista, sem georreferenciamento. Portanto, a geolocalização (com indicação do DATUM) deve ser registrada na instalação desta instrumentação.

10.1.1 MÉTODO CONSTRUTIVO

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

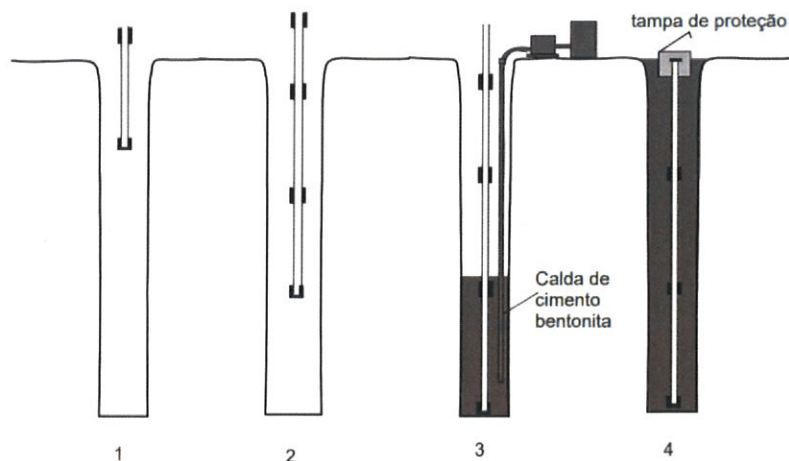


Figura 9: Método construtivo - inclinômetro

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

24/04
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



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.

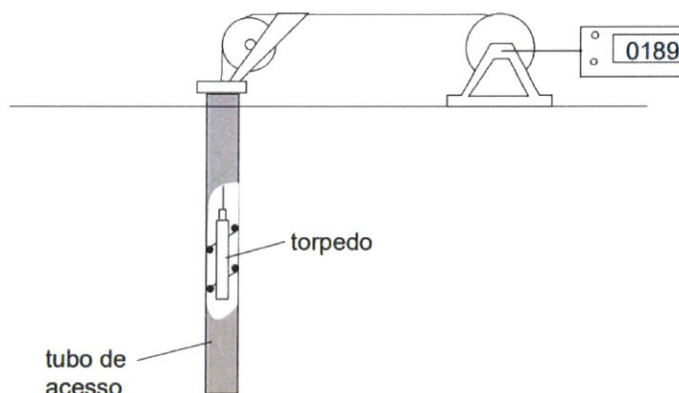


Figura 10: Detalhe - medição

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.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



10.2 PIEZÔMETROS

A encosta deve ser instrumentada com pelo menos dois piezômetros de tubo aberto para medição da linha piezométrica. A Figura 8 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.

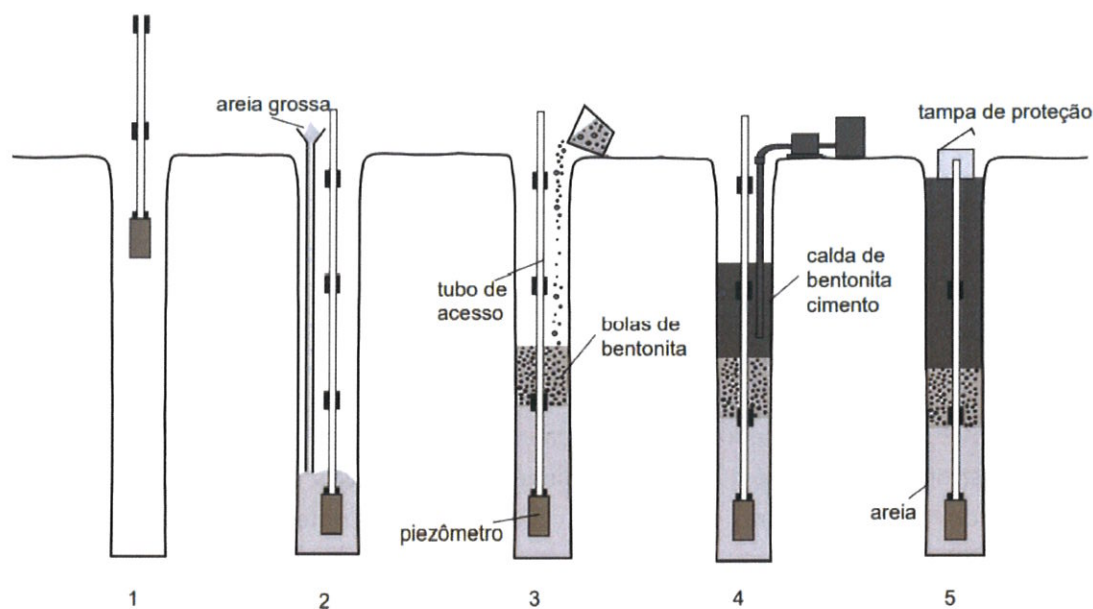


Figura 11: Método construtivo – piezômetro.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

Certificado
NBR ISO 9001



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) O trabalho deverá iniciar com a limpeza da vegetação e regularização dos taludes. Estes utilizarão ferramentas (ex: enxadas) para pequenas conformações necessárias da encosta;
- 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 à 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 GW Plus (\varnothing 32 mm) deverá ser executado com \varnothing 100 mm, e com uma inclinação de 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

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2


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.
- 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/cm². 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/cm²) conduzido em mangotes até o local de concretagem através de ar comprimido. O fck =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°.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Felício
Felício Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-4



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 m² (superfície de concreto projetado).

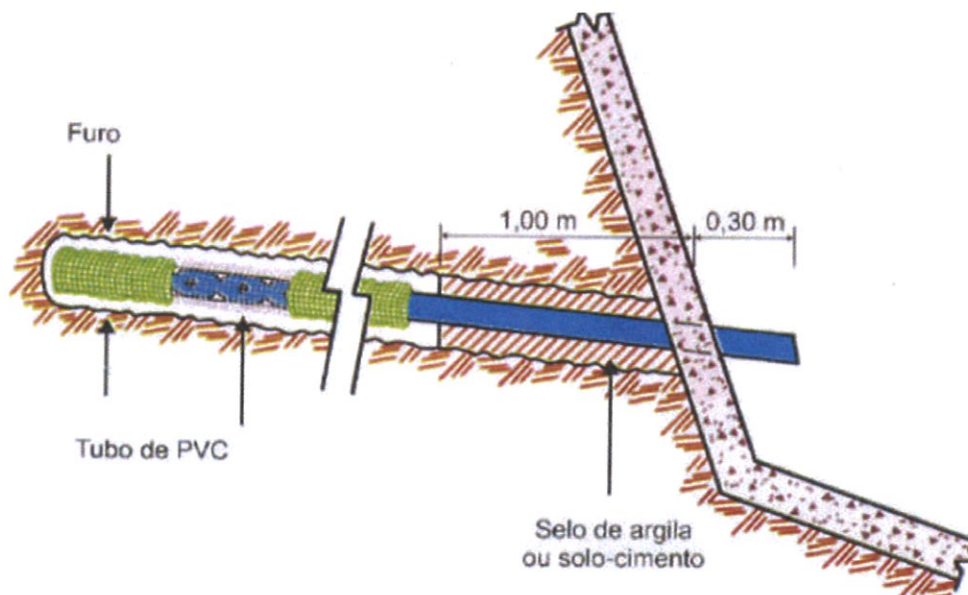


Figura 12: Detalhe - DHP

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



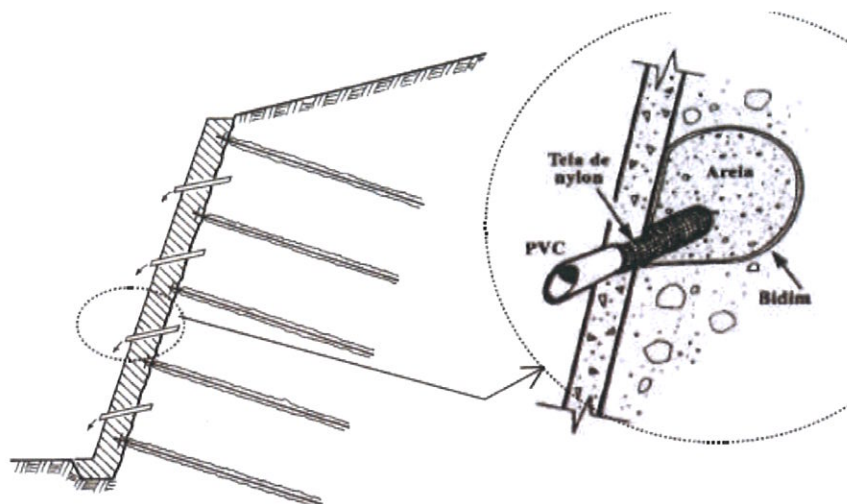


Figura 13: Barbacã

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillard
Rafael Araújo Guillard
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-1

Certificado
 NBR ISO 9001



12.1 GRAMPO

Tabela 19: Quantitativo de grampos.

QUANTITATIVO DE GRAMPOS						
ÁREAS	TIPO DO GRAMPO	DIÂMETRO (mm)	TENSÃO DE ESCOAMENTO (kPa)	QUANTIDADE (und)	COMPRIMENTO ÚNITÁRIO (m)	COMPRIMENTO TOTAL (m)
1	GW Plus S690	32	690	25	16	400
				44	8	352
2	GW Plus S690	32	690	52	16	832
				78	8	624
3	GW Plus S690	32	690	25	16	400
				28	8	224
					Σ=	2832

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

RUGA
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



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

QUANTITATIVO DOS MATERIAIS ADICIONAIS - GRAMPOS						
ÁREAS	MATERIAIS	QUANTIDADE (und)	COMPRIMENTO TOTAL (m)	ÁREA SUPERFICIAL (m²)	ÁREA TOTAL DE TELA (m²)	VOLUME (m³)
1	Centralizadores	307	-	-	-	-
	Tubos de injeção	138	1504	-	-	-
	Concreto projetado	-	-	493	-	51,77
	Tela Q283	-	-	493	565,6	-
	Aço CA-50 Ø10mm	-	108	-	-	-
	Aço CA-50 Ø12,5mm	-	24	-	-	-
2	Centralizadores	598	-	-	-	-
	Tubos de injeção	504	2912	-	-	-
	Concreto projetado	-	-	394,6	-	41,43
	Tela Q283	-	-	394,6	452,7	-
	Aço CA-50 Ø10mm	-	89	-	-	-
	Aço CA-50 Ø12,5mm	-	16	-	-	-
3	Centralizadores	259	-	-	-	-
	Tubos de injeção	106	1248	-	-	-
	Concreto projetado	-	-	309,6	-	32,51
	Tela Q283	-	-	309,6	355,2	-
	Aço CA-50 Ø10mm	-	89	-	-	-
	Aço CA-50 Ø12,5mm	-	16	-	-	-

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



12.2 DRENAGEM INTERNA

Tabela 21: Quantitativo de materiais - barbacã

QUANTITATIVO DE BARBACÃS								
ÁREAS	MATERIAIS	Volume unitário (m³)	Área unitária (m²)	Comprimento unitário (m)	Quantidade (und)	Volume total (m³)	Área total (m²)	Comprimento total (m)
1	Brita 1	0,03	-	-	34	1,02	-	-
	Manta BIDIM RT	-	0,5	-		-	17	-
	Tubo PVC	-	-	0,5		-	-	17
2	Brita 1	0,03	-	-	42	1,26	-	-
	Manta BIDIM RT	-	0,5	-		-	21	-
	Tubo PVC	-	-	0,5		-	-	21
3	Brita 1	0,03	-	-	27	0,81	-	-
	Manta BIDIM RT	-	0,5	-		-	13,5	-
	Tubo PVC	-	-	0,5		-	-	13,5
					Σ=	3,09	51,5	51,5

Tabela 22: Quantitativo de materiais - DHP

QUANTITATIVO DE DHP					
ÁREAS	MATERIAIS	Comprimento unitário (m)	Quantidade (und)	Comprimento total de tubo PVC (m)	Área de tela de Nylon (m²)
1	Tubo perfurado de PVC Ø 50 mm	12	30	360	-
	Tela de Nylon # 60	12	30	-	57
			Σ=	360	57

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-54

Rafael
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2



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 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 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.

14. CONCLUSÕES

A projetista concluiu que:

- A encosta **não** apresenta estabilidade recomendada, de acordo com a NBR 11682, quando não apresenta solução de tratamento;
- Com esta escolha de tratamento haverá deslocamentos verticais e horizontais, principalmente na crista, que necessitam ser rigorosamente monitorados;
- 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.

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

Certificado
NBR ISO 9001



- 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, não é possível 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.

RAG
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



15. ANEXO I: CHÃ BEBEDOURO 2

15.1 SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO

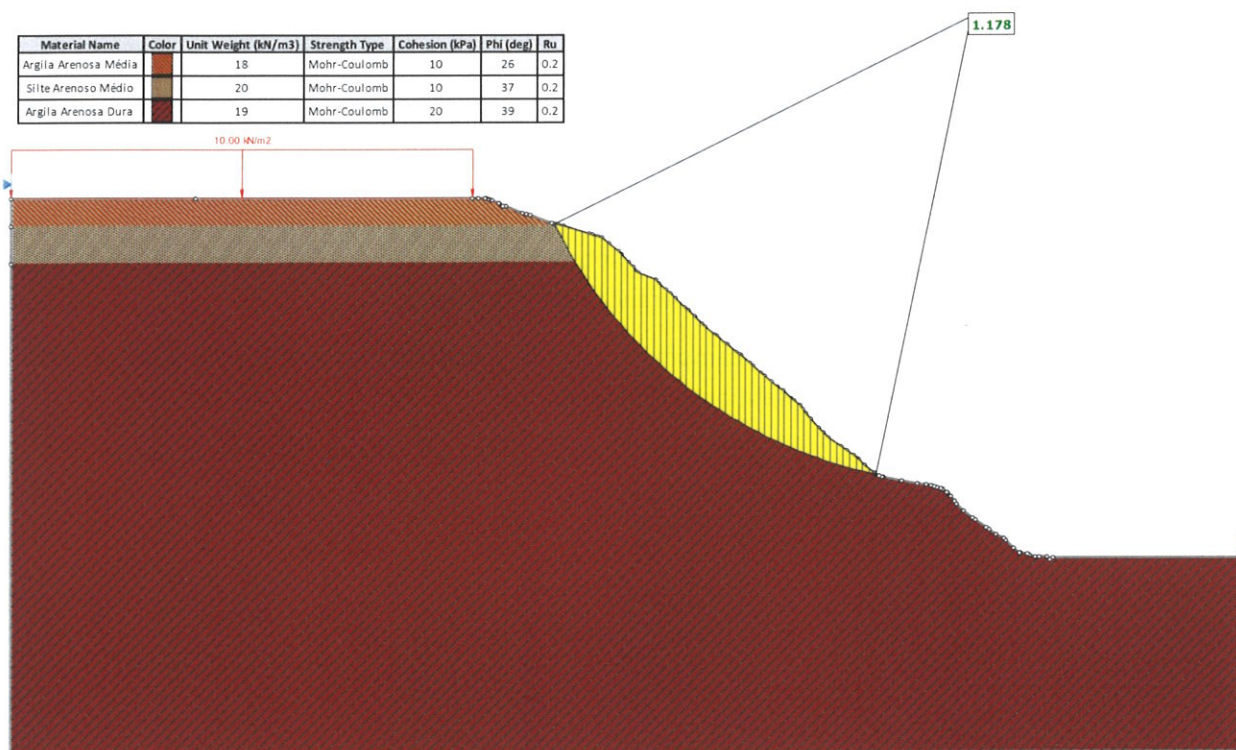


Figura 14: Estabilidade - Cenário S1-P

Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84



15.2 SEÇÃO 1 – COM TERRAPLENAGEM

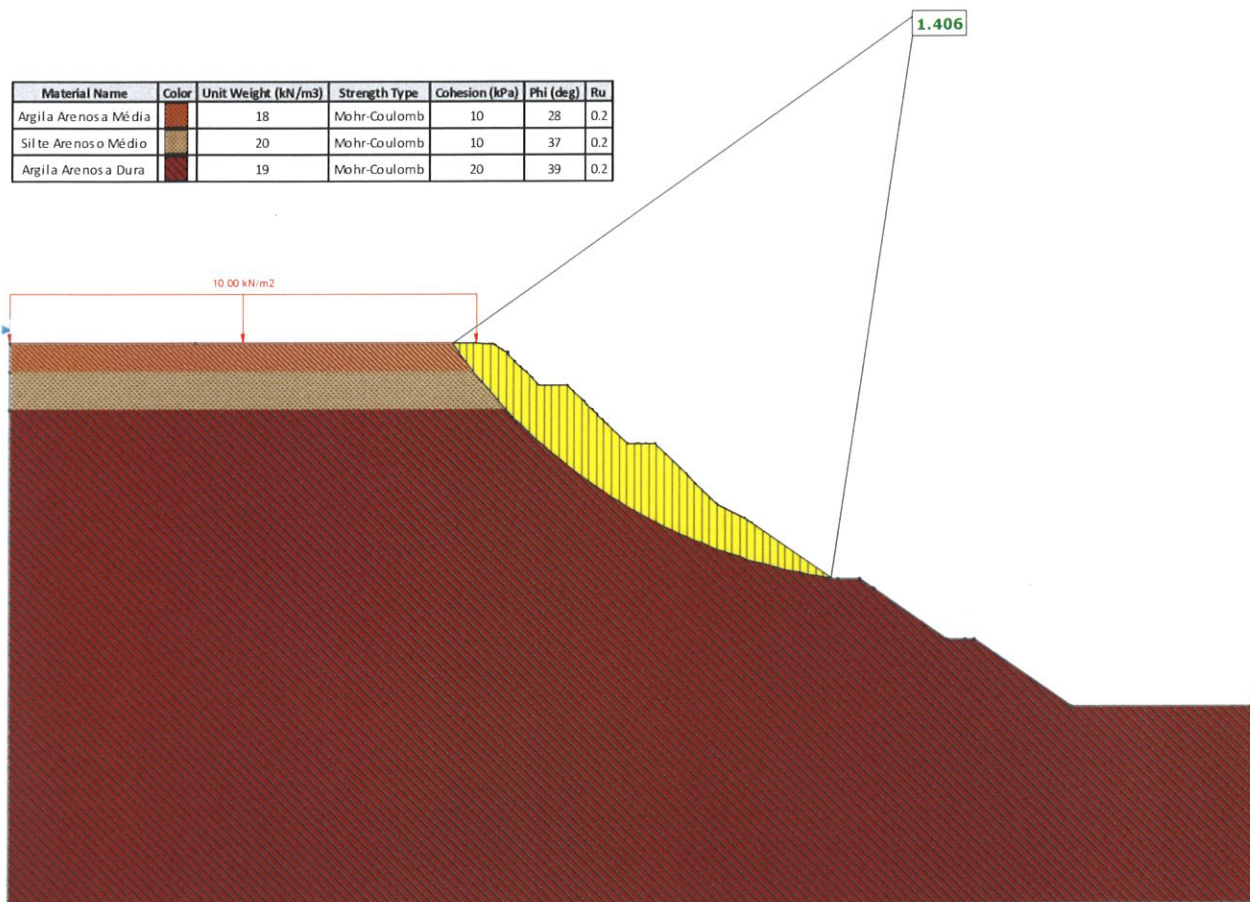


Figura 15: Estabilidade - Cenário S1-T

Rafael Araújo Guillou
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.3 SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO

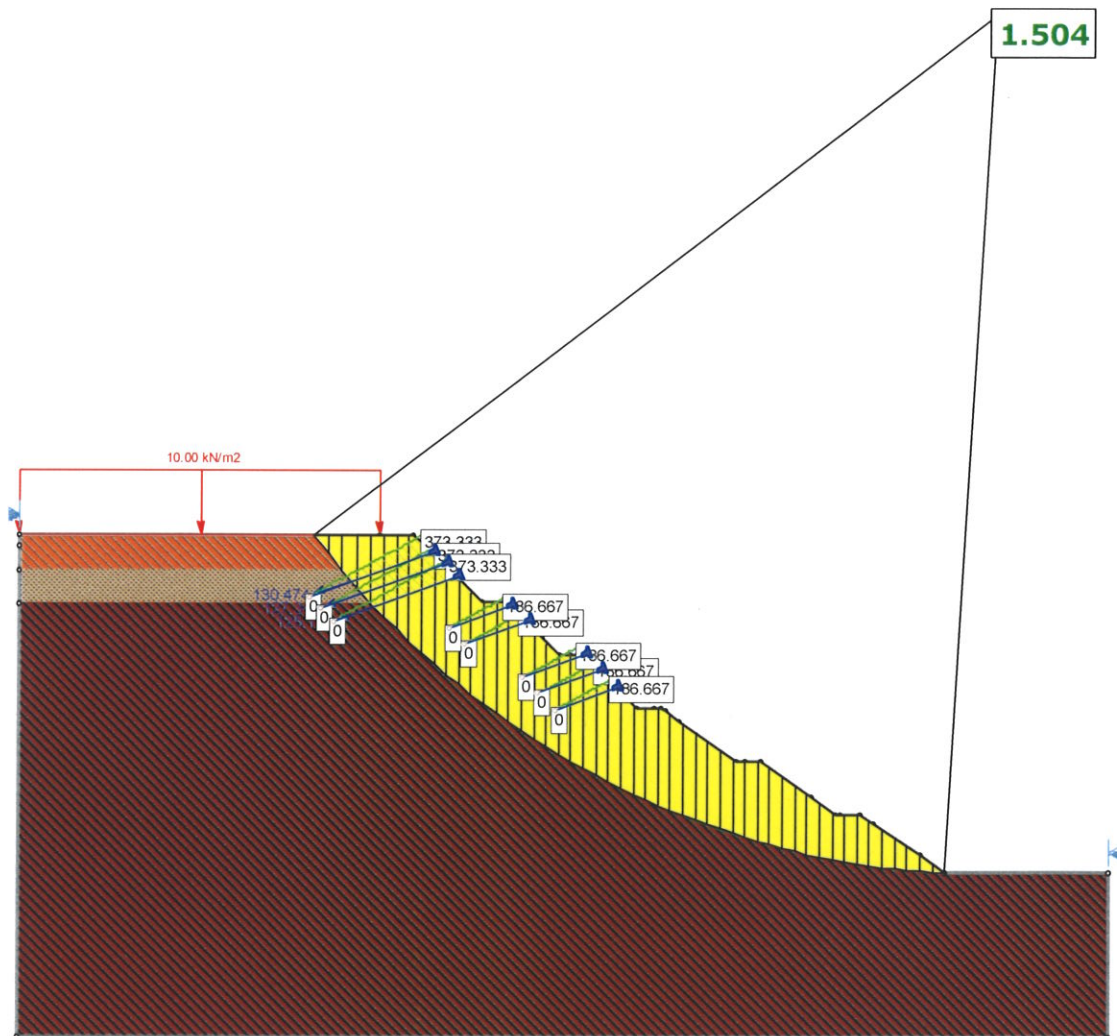


Figura 16: Estabilidade - Cenário S1-G1

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Eng° Civil
CREA. 021.081.852-2

**Certificado
NBR ISO 9001**



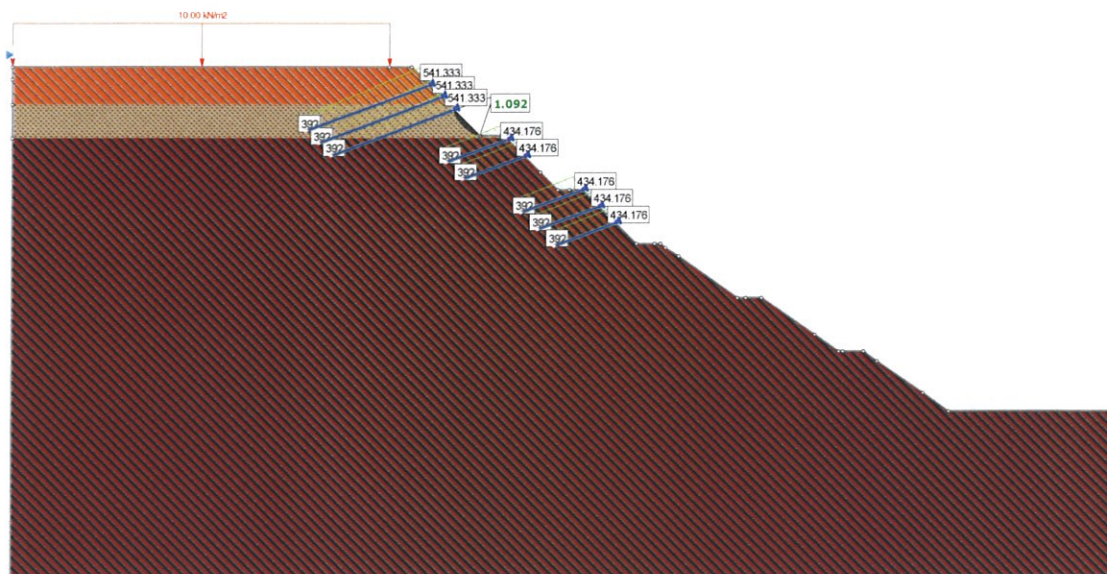


Figura 17: Estabilidade - Cenário S1-G2

Rafael
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.4 SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO

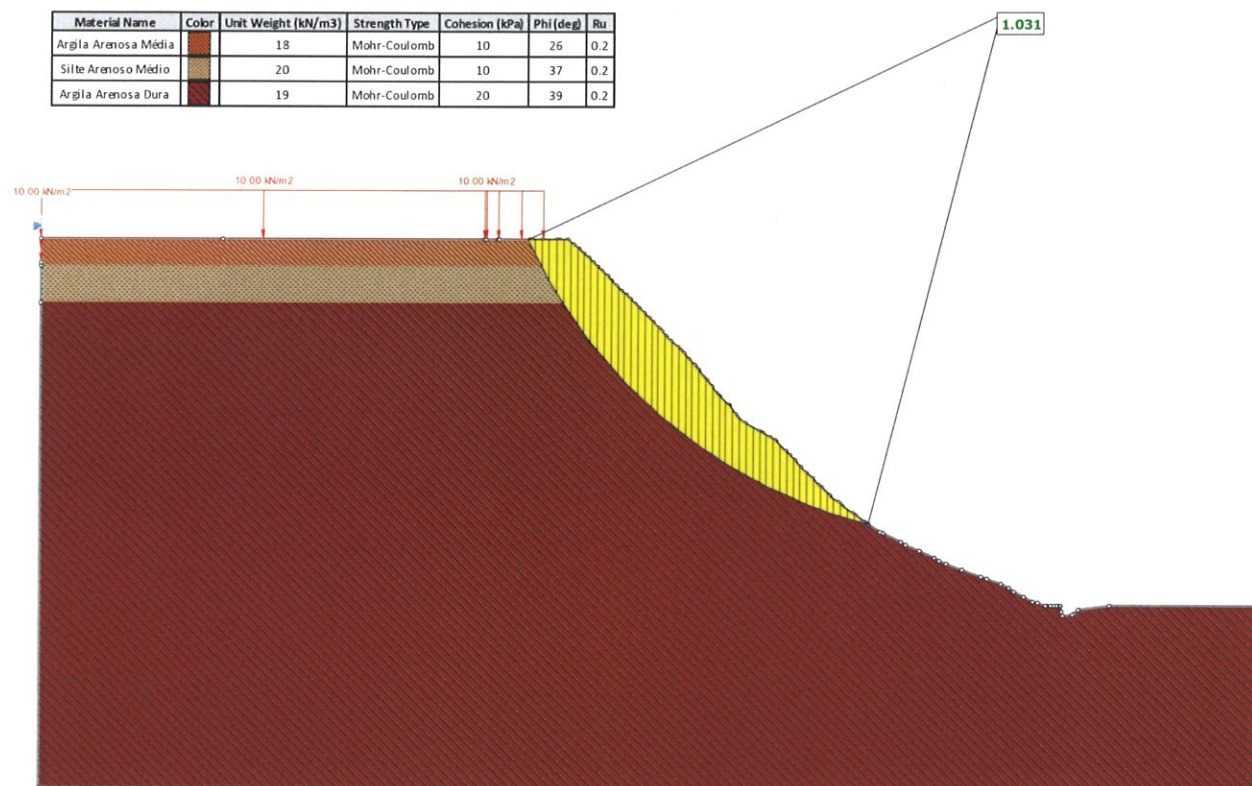


Figura 18: Estabilidade - Cenário S1-P

Assinado digitalmente por
Rafael Araújo Guillou
Data: 2023.08.15 14:12:15 -03'00'

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0001-27

CNPJ: 35.467.604/0009-84



15.5 SEÇÃO 2 – COM TERRAPLENAGEM

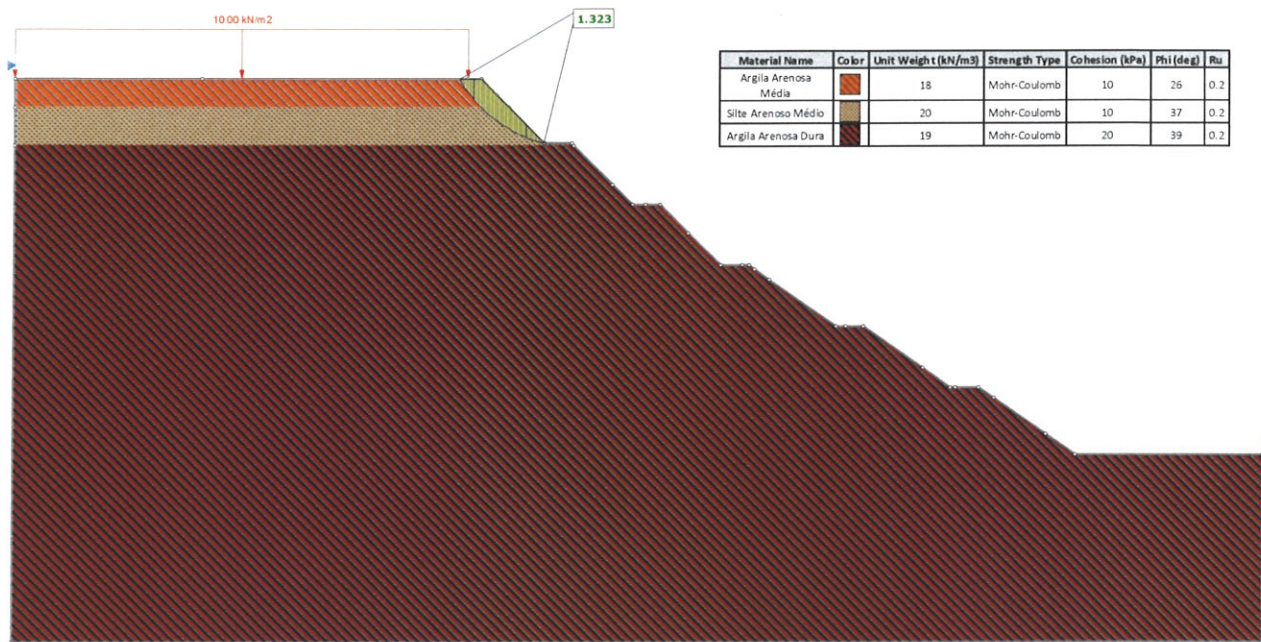


Figura 19: Estabilidade - Cenário S2-T

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.6 SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO

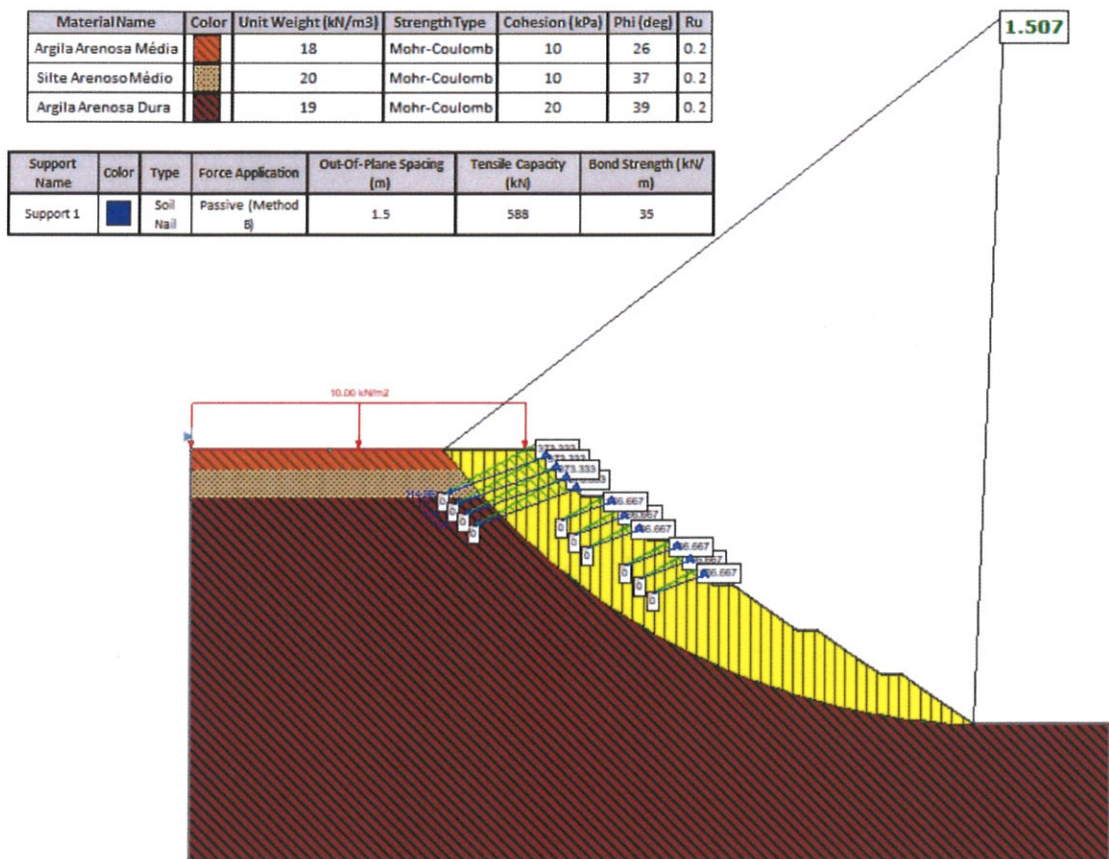


Figura 20: Estabilidade - Cenário S2-G1

contato@future.atp.eng.br
 11 3266 2769

Rafael Araujo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Certificado
 NBR ISO 9001



15.7 SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO

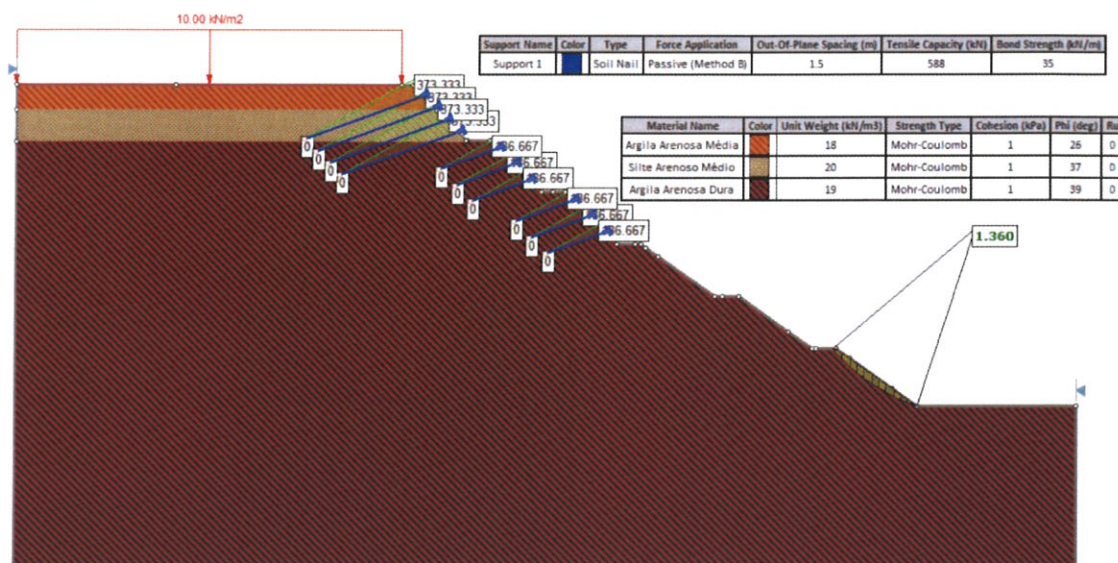


Figura 21: Estabilidade - Cenário S2-G2

21 G2
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.8 SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO

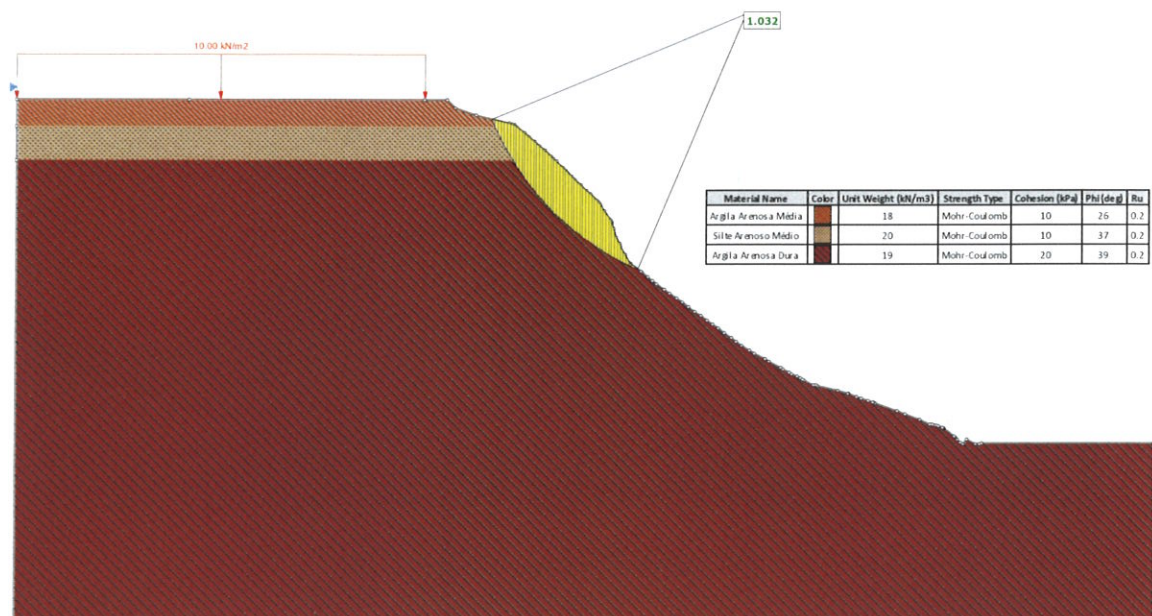


Figura 22: Estabilidade - Cenário S3-P

Artigo 17, inciso I, do Decreto
nº 7.747, de 2012

Rafael
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.9 SEÇÃO 3 – COM TERRAPLENAGEM

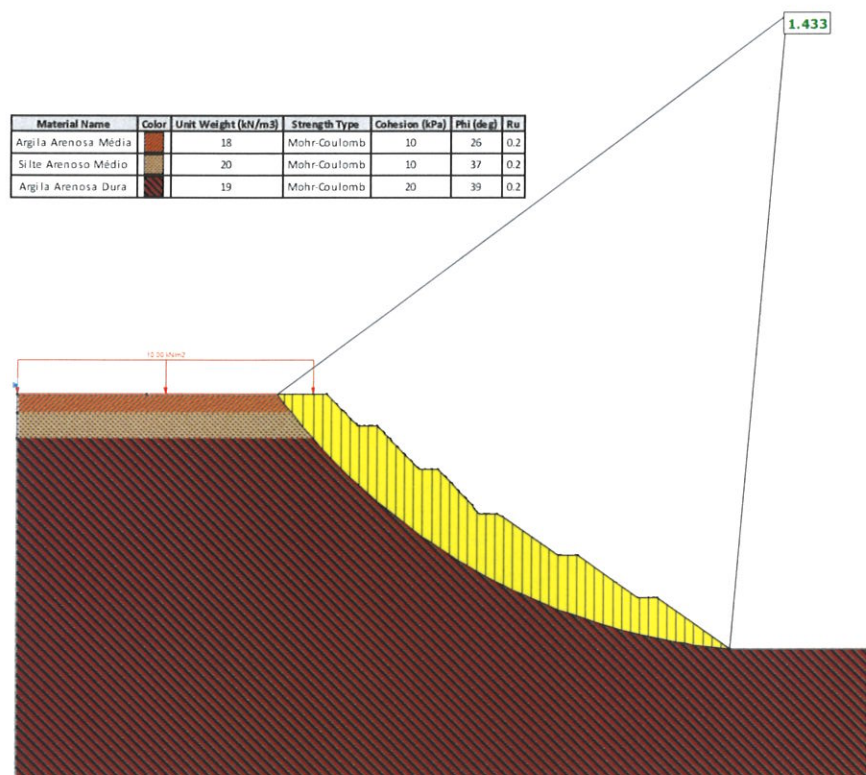


Figura 23: Estabilidade - Cenário S3-T

Rafael Araujo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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


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




CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



15.10 SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)
Support 1		Soil Nail	Passive (Method B)	1.5	588	35

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Ru
Argila Arenosa Média		18	Mohr-Coulomb	10	26	0.2
Silte Arenoso Médio		20	Mohr-Coulomb	10	37	0.2
Argila Arenosa Dura		19	Mohr-Coulomb	20	39	0.2

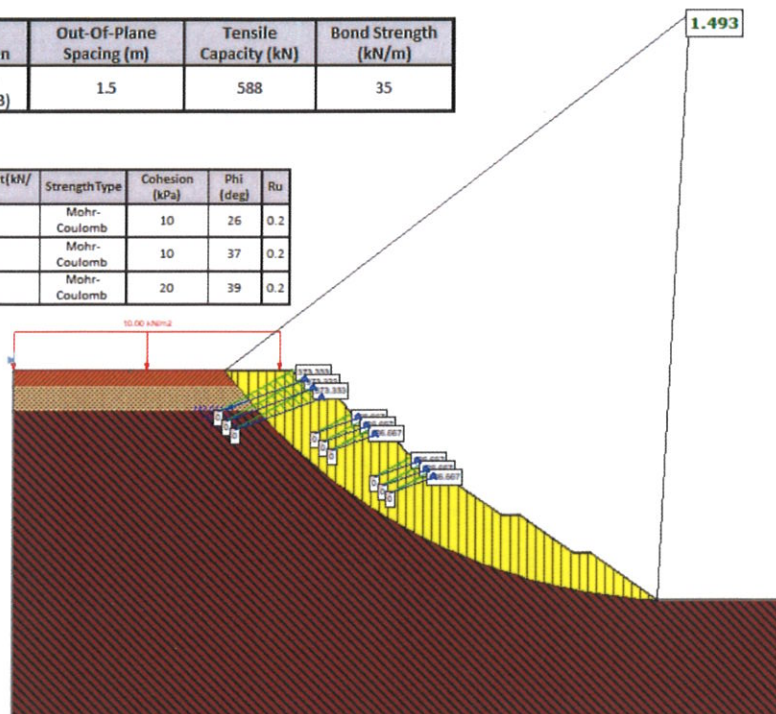


Figura 24: Estabilidade - Cenário S3-G1

21/6/20
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



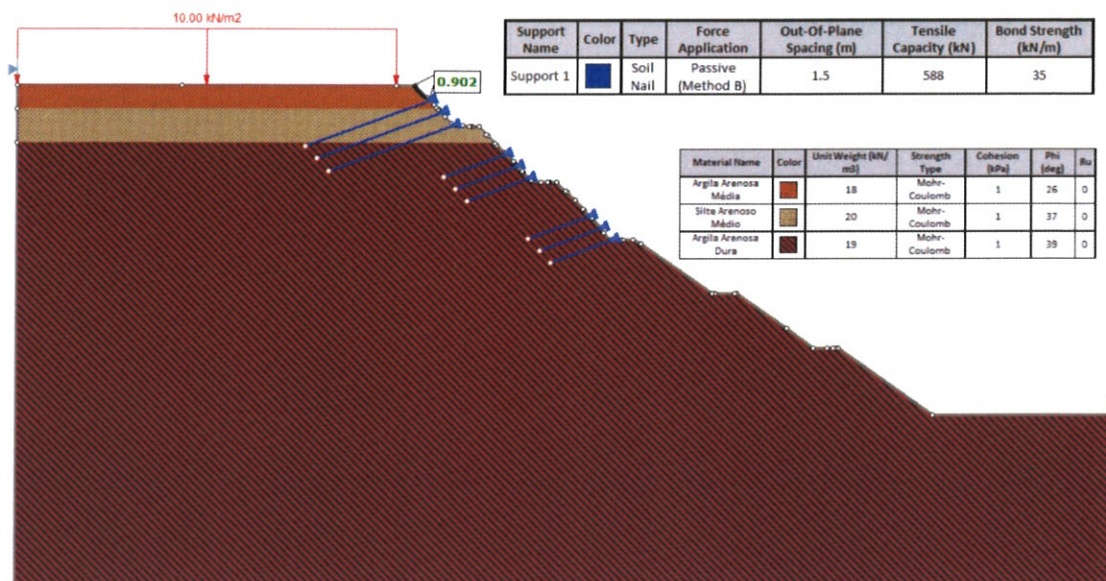


Figura 25: Estabilidade - Cenário S3-G2

Rafael Araújo
Rafael Araújo Guillou
 Eng° Civil
 CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



16. 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.

COBRAMSEG 2012, 2012

Ru Gu
Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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

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

CNPJ: 35.467.604/0009-84

