

# FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

## Projeto de contenção em solo grampeado – Morada dos Palmares

Rua Doná Maria de Lourdes Brandão - Conjunto Morada dos Palmares - Bairro Tabuleiro dos Martins, Cep: 57.061-170 - Maceió - Al. Referência: Atrás do Condomínio Residencial Allegro.

## MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

  
**Rafael Araújo Guillou**  
Engº Civil  
CREA. 021 081 852-2

## Projeto de contenção em solo grampeado – Morada dos Palmares

Rua Doná Maria de Lourdes Brandão - Conjunto Morada dos Palmares - Bairro Tabuleiro dos Martins, Cep: 57.061-170 - Maceió - Al. Referência: Atrás do Condomínio Residencial Allegro.

### Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO				14-04-2022

#### FUTURE ATP

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

  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA. 021 081 852-2

Qualihab CDHU





## Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO.....	6
2.	INTRODUÇÃO .....	7
3.	DOCUMENTOS RECEBIDOS .....	7
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
5.	METODOLOGIA .....	8
5.1	PARÂMETROS ADOTADOS.....	8
5.2	SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS.....	15
6.	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO .....	18
7.	SOLUÇÕES .....	19
7.1	GRAMPEAMENTO .....	19
7.1.1	GRAMPO .....	19
7.1.2	FACE – CONCRETO PROJETADO COM TELA ELETROSOLDADA.....	21
7.2	GABIÃO.....	22
7.2.1	GABIÃO GALMAC 95 80/140 .....	22
7.2.1.1	DIMENSÕES .....	24
7.2.2	MACTEX H.2.....	24
7.2.3	TERRAPLENO .....	26
7.3	GEOMANTA MACMAT R3.....	26
8.	RESULTADOS.....	27
8.1	GRAMPEAMENTO .....	27
8.1.1	FATORES DE SEGURANÇA .....	27

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

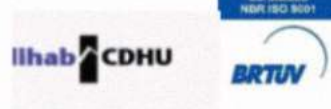
Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



8.1.2	RUPTURA DO GRAMPO .....	28
8.1.3	ARRANCAMENTO DO GRAMPO .....	29
8.1.4	ENSAIO DE ARRANCAMENTO .....	30
8.2	GABIÃO .....	31
<b>9.</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO .....</b>	<b>32</b>
9.1	INCLINÔMETROS .....	32
9.1.1	MÉTODO CONSTRUTIVO .....	33
9.1.2	MEDIÇÕES .....	33
9.2	PIEZÔMETROS .....	34
9.2.1	MÉTODO CONSTRUTIVO .....	35
9.2.2	MEDIÇÕES .....	35
<b>10.</b>	<b>MÉTODO CONSTRUTIVO .....</b>	<b>36</b>
10.1	SOLO GRAMPEADO .....	36
10.1.1	DRENAGEM INTERNA .....	37
10.1.1.1	DHP .....	37
10.1.1.2	BARBACÃ .....	38
10.2	GABIÃO .....	39
10.2.1	PREPARAÇÃO DAS CAIXAS .....	39
10.2.2	CONSTRUÇÃO .....	40
10.3	GEOMANTA .....	40
<b>11.</b>	<b>QUANTITATIVO .....</b>	<b>41</b>
11.1	GRAMPO .....	41
11.2	DRENAGEM INTERNA .....	42
11.3	GABIÃO .....	43
11.4	GEOMANTA .....	43

## FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Certificado  
NBR ISO 9001





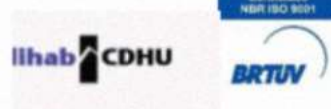
12.	RECOMENDAÇÕES.....	43
13.	CONCLUSÕES .....	44
14.	ANEXO I .....	46
14.1	Dimensionamento da tela eletrosoldada.....	46
15.	ANEXO II .....	50
15.1	Dimensionamento do Gabião 1.....	50
15.2	Dimensionamento do Gabião 2.....	53
16.	ANEXO III.....	56
16.1	SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO.....	56
16.2	SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO .....	59
16.3	SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO.....	62
16.4	SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO .....	65
16.5	SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO.....	68
16.6	SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO .....	71
16.7	SEÇÃO 4 – SEM TRATAMENTO.....	74
16.8	SEÇÃO 4 – COM TRATAMENTO .....	77
16.9	SEÇÃO 5 – COM TRATAMENTO .....	80
17.	REFERÊNCIAS .....	83

## FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 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

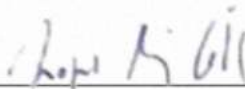
**CNPJ:** 17.926.123/0001-50

---

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

---



Responsável Técnico pelo Projeto Arquitetônico

**Rafael Araújo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021.081 852-2

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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

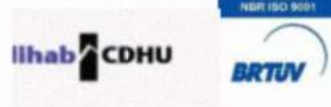
Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

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 Grota da Macaxeira.

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 - GROTA DA MACAXEIRA - civil 3 d_recover.dwg	Levantamento topográfico
ACAD-BARREIRA - GROTA DA MACAXEIRA-Model1.kmz	Localização no Google Earth
AM 01 L . D MATERIAL BARREIRA GROTA DA MACAXEIRA.xls	Ensaio de peneiramento, índices de consistência, compactação e CBR.
AM 02 L . E MATERIAL BARREIRA GROTA DA MACAXEIRA	



## 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)

### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
 Engº Civil  
 CREA 021.081.852-2



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 três amostras coletadas na encosta Morada dos Palmares. As amostras coletadas foram retiradas do 1º horizonte (entre 0 e 7 m de profundidade), 2º horizonte (entre 7 e 15 m de profundidade) e 3º horizonte (entre 15 e 22 m de profundidade).

A Figura 1 apresenta as curvas granulométricas das amostras coletadas e a Tabela 1 apresenta os índices de consistência obtidos. A classificação de todas as amostras, segundo o SUCS, corresponde a uma **areia argilosa**.

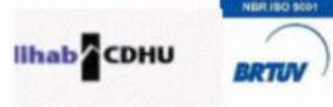
*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
Cerqueira César – CEP 01419-001  
São Paulo, Brasil  
Tel: +55 11 3266 2769  
Email: geral@future-motion.eu  
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-motion.eu  
CNPJ: 35.467.604/0009-84





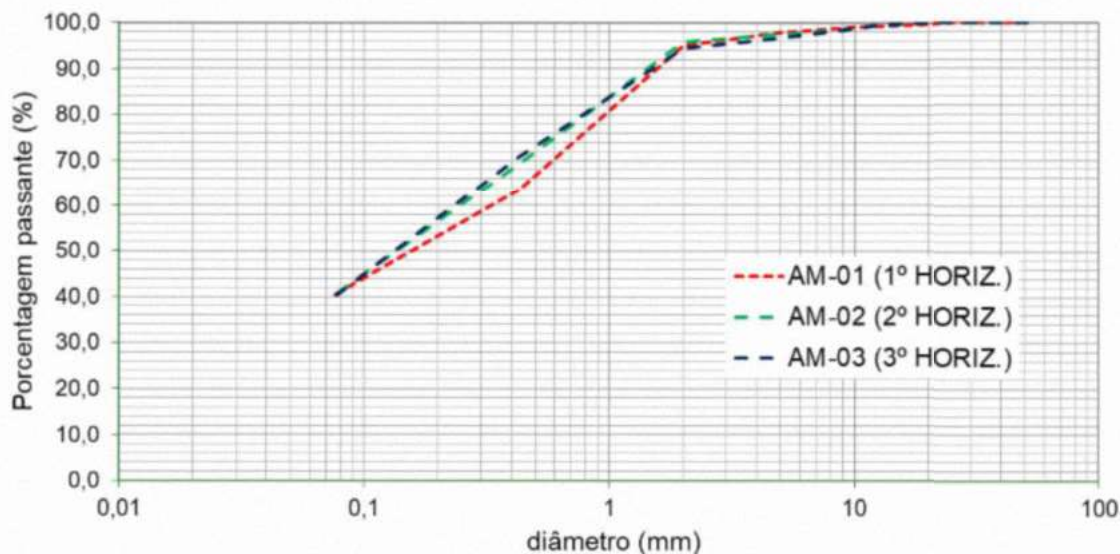


Figura 1: Curvas granulométricas das amostras AM-01 e AM-02.

Tabela 1: Índices de consistência.

Amostras	LL (%)	LP (%)	IP (%)
AM-01	39,3	29,8	10,1
AM-02	38	28,7	9,3
AM-03	40,1	31,3	8,8

<sup>(1)</sup> Recomenda-se que seja certificado se o resultado nulo corresponde a um material não plástico ou se houve problemas no registro da informação.

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 2 apresenta a carta de suscetibilidade de movimento de massa com destaque para o local da encosta Morada dos Palmares. 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.

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araújo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
 ISO 9001

BRTUV

A Figura 3 apresenta a hipsometria de Maceió, na qual observa-se que a cota de 59 a 89 m de altitude corrobora com a topografia disponibilizada no arquivo "BARREIRA - MORADA DOS PALMARES.dwg".

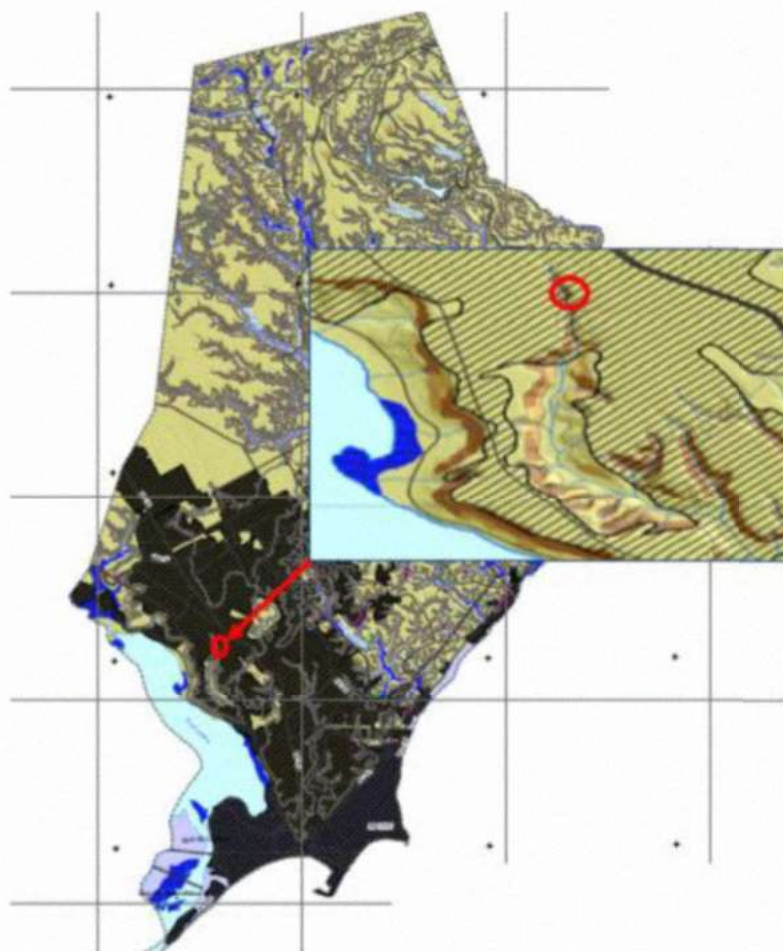


Figura 2: Carta de suscetibilidade de movimento de massa.

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU





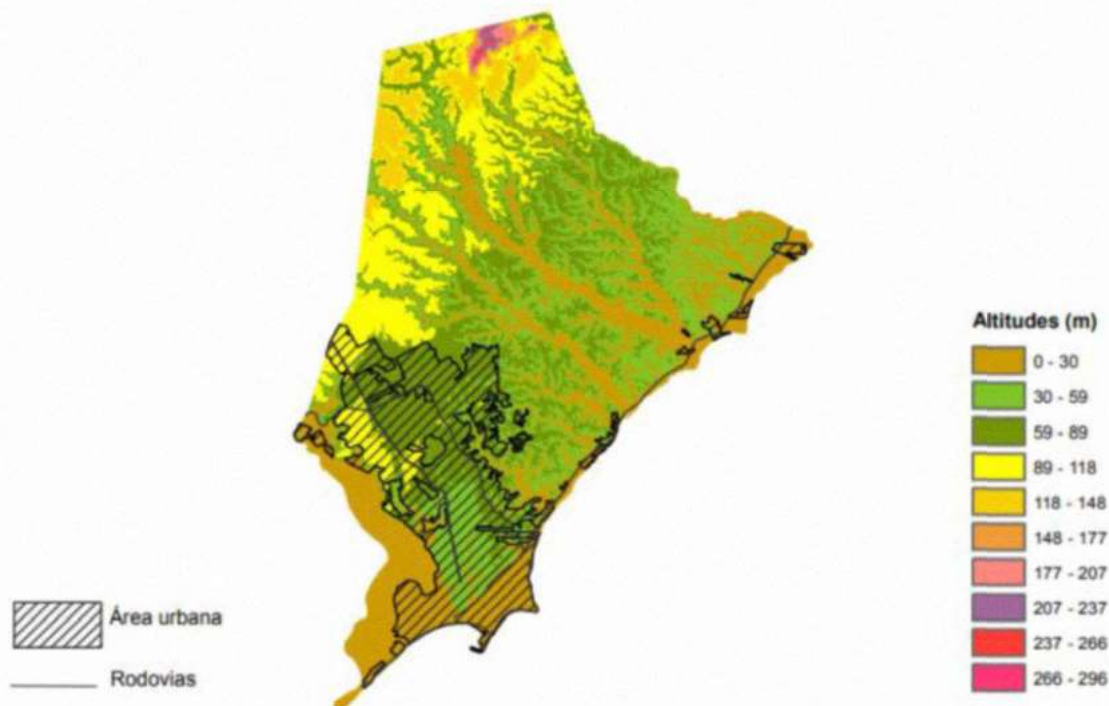


Figura 3: Hipsometria de Maceió.

Segundo Marques (2005) o perfil estratigráfico apresentado na Figura 4 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 compactidade 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 30 m. Portanto, devido a falta de conhecimento do solo em profundidade, adotou-se 3 horizontes nas seções analisadas, de acordo com o apresentado na Figura 4.

*Rafael*  
**Rafael Araújo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU

Certificado  
 NBR ISO 9001  
 BRTUV

Para obtenção dos ângulos de atrito ( $\phi'$ ) dos horizontes propostos, utilizou-se valores médios de  $N_{SPT}$  (Figura 4) e as correlações propostas por Teixeira (1996), Godoy (1983) e Joppert (2007). Observa-se que os valores obtidos nas correlações 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 6 apresenta os parâmetros de resistência (drenado) adotados.

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.
20,00	SPT: 15 a 50
	ARGILA ferruginosa, pouco arenosa, consistência dura.
	SPT: 20 a 60

Figura 4: Perfil estratigráfico típico da região alta de Maceió. Fonte: Marques (2005)

#### FUTURE ATP

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2



Tabela 2: Ângulos de atrito calculados.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>spt</sub> adotado <sup>(1)</sup>	$\phi'$ (°)		
			Teixeira (1996) <sup>(2)</sup>	Godoy (1983) <sup>(2)</sup>	Joppert (2007) <sup>(3)</sup>
1º Horiz. (AM-01)	$H \leq 7$	8	28	31	28
2º Horiz. (AM-02)	$7 < H < 15$	20	35	36	30
3º Horiz. (AM-03)	$H \geq 15$	30	39	40	32

(1) N<sub>spt</sub> 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.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>spt</sub> adotado <sup>(1)</sup>	c' (kPa)
			Joppert (2007)
1º Horiz. (AM-01)	$H \leq 7$	8	5
2º Horiz. (AM-02)	$7 < H < 15$	20	7,5
3º Horiz. (AM-03)	$H \geq 15$	30	10

(1) N<sub>spt</sub> adotado de maneira conservadora, com base no perfil estratigráfico apresentado na Figura 4.

Tabela 4: Pesos específicos adotados.

Horizontes	Profundidade (m)	N <sub>spt</sub> adotado <sup>(1)</sup>	Joppert (2007)	
			$\gamma_{nat}$ (kN/m³)	$\gamma_{sat}$ (kN/m³)
1º Horiz. (AM-01)	$H \leq 7$	8	17	18
2º Horiz. (AM-02)	$7 < H < 15$	20	18	19
3º Horiz. (AM-03)	$H \geq 15$	30	19	20

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.

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2

ilhav CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
ARTUV



A Tabela 5 apresenta os resultados de ensaios de cisalhamento direto, realizados por Marques (2006), de amostras coletadas entre as profundidades 5,10 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)	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
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 conjugado 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 de possíveis contribuições da água servida para a perda significativa de resistência do material, as análises de estabilidade levaram em consideração o parâmetro de poropressão ( $R_u$ ).

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

Onde:

$u$  = poropressão (kPa);

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

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



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

A Tabela 6 apresenta os parâmetros drenados adotados na modelagem numérica.

Tabela 6: Parâmetros de resistência adotados nas análises numéricas.

Profundidade (m)	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$\gamma$ (kN/m³)
1º Horiz. (AM-01)	7	29	18
2º Horiz. (AM-02)	12	34	19
3º Horiz. (AM-03)	17	36	20

## 5.2 SEÇÕES ANALISADAS E CENÁRIOS

Foram selecionadas cinco seções para análise de estabilidade, por equilíbrio limite (método Morgenstern-Price), considerando Mohr Coulomb como modelo constitutivo dos materiais. Foi considerada nas seções a existência de três horizontes de solo areno argilosos.

As análises de estabilidade iniciais contaram com a topografia atual da encosta, sem qualquer tratamento. Após a verificação dos fatores de segurança e do alcance da superfície de ruptura do estado atual da encosta, verificou-se o ganho de resistência ao cisalhamento com a solução proposta.

Foi considerado uma sobrecarga de 10 kN/m² 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 cisalhante analisou-se a variação do parâmetro de poropressão ( $R_u$ ) e a redução da coesão aparente para 1 KPa.

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001

BRTUV

Figura 5 apresenta a locação das seções analisadas e a área tratada com a solução de solo grampeado (destacado em azul).

Tabela 7: Cenários analisados.

	CENÁRIOS		SEÇÕES				
			S1	S2	S3	S4	S5
Sem tratamento	$R_u=0$	P1	S1-P1	S2-P1	S3-P1	S4-P1	-
	$R_u=0,25$	P2	S1-P2	S2-P2	S3-P2	S4-P2	-
	$c'=1$	P3	S1-P3	S2-P3	S3-P3	S4-P3	-
Com tratamento	$R_u=0$	G1	S1-G1	S2-G1	S3-G1	S4-G1	S5-G1
	$R_u=0,25$	G2	S1-G2	S2-G2	S3-G2	S4-G2	S5-G2
	$c'=1$	G3	S1-G3	S2-G3	S3-G3	S4-G3	S5-G3

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Eng<sup>o</sup> Civil  
 CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84





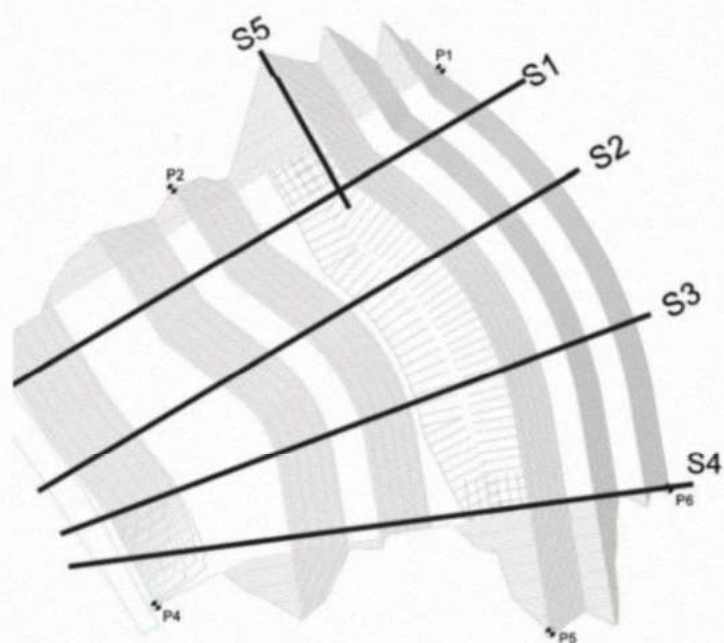


Figura 5: Localização das seções analisadas e da área de tratamento.

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillo**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

## 6. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA SOLUÇÃO

A solução adotada para o projeto foi a combinação da conformação da encosta (terraplanagem) com os tratamentos de: grampeamento, muro de gravidade (gabião) e proteção superficial contra erosão (geomanta) dos taludes.

A solução de grampeamento, adotada nos dois taludes superiores, 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. Como as deformações mais significativas ocorrem na crista do talude, esta solução permitirá que o talude se deforme, porém com menor magnitude se comparado a uma solução apenas com a adoção de terraplanagem. Além disso, esta solução permite a adoção de taludes mais íngremes, evitando assim problemas com desapropriações.

A solução de muro de gravidade, utilizando gabião, garante o combate dos empuxos horizontais nas análises de estabilidade local e o aumento da resistência cisalhante na estabilidade global. Esta solução também foi empregada devido ao terreno vizinho já ser tratado com esta solução.

A solução com geomanta é utilizada para proteger superfícies susceptíveis a processos erosivos e reforçar a vegetação já desenvolvida (ou a se desenvolver com a semeadura).

Para assegurar a eficiência da combinação das soluções, deve-se investir em instrumentações. Para detecção dos deslocamentos e da poropressão dentro da encosta, deve-se instrumentar a área com inclinômetros e piezômetros, respectivamente.

Neste presente relatório não será apresentada uma análise de tensão deformação 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 ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



## 7. SOLUÇÕES

### 7.1 GRAMPEAMENTO

#### 7.1.1 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 o grampo da Dywidag.

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

As tabelas abaixo 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 S1							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	87,5	12	20	1,72	1,5	32	588
2	86	12	20	1,5	1,5	32	588
3	82,5	14	20	3,5	1,5	32	588
4	81	14	20	1,5	1,5	32	588

Tabela 10: Informações grampo – Seção 2

SEÇÃO S2							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	87,5	12	20	1,62	1,5	32	588
2	86	12	20	1,5	1,5	32	588
3	82,5	12	20	3,5	1,5	32	588
4	81	12	20	1,5	1,5	32	588

#### FUTURE ATP

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

Corqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV



Tabela 11: Informações grampo – Seção 3

SEÇÃO S3							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	87,5	12	20	1,54	1,5	32	588
2	86	12	20	1,5	1,5	32	588
3	82,5	12	20	3,5	1,5	32	588
4	81	12	20	1,5	1,5	32	588

Tabela 12: Informações grampo – Seção 4

SEÇÃO S4							
Grampo	Cota (m)	Comprimento (m)	Inclinação (°)	Sv (m)	Sh (m)	Ø grampo (mm)	F <sub>yk</sub> (kN)
1	87,5	12	20	1,56	1,5	32	588
2	86	12	20	1,5	1,5	32	588
3	82,5	12	20	3,5	1,5	32	588
4	81	12	20	1,5	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 da obra. A carga máxima de ensaio ( $T_{máx}$ ) 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  $N_{SPT}$  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 a seguinte força de arrancamento por metro de grampo:

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

- 35 kN/m → para grampos localizados no 1º horizonte;

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 seguridade 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.

Destarte, 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.

## 7.1.2 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. A verificação da viabilidade de adoção da tela eletrosoldada Q196 foi através do software RUVOLUM® da Geobrigg. A verificação feita está presente no Anexo I. Vale salientar que o software em questão recomenda telas disponibilizadas pela Geobrigg. Todavia, foi feita equivalência de parâmetros para determinação do modelo Q 196.

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

 **CDHU**

  
Certificado  
NBR ISO 9001



Devido a 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.

## 7.2 GABIÃO

### 7.2.1 GABIÃO GALMAC 95 80/140

Os Gabiões Caixa GalMac 4R da Maccaferri são elementos prismáticos retangulares, confeccionados com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos com liga GalMac® 4R. A liga GalMac 4R garante maior aderência à alma de aço, o que é fundamental para uma eficaz proteção contra a corrosão, garantindo maior durabilidade, mesmo nas mais severas condições de utilização.

Os gabhões são subdivididos em células por diafragmas que reforçam os elementos, aumentando a rigidez das estruturas constituídas. As bordas dos painéis de malha, que formam os gabhões, são constituídas por arames de diâmetro maior que o da malha hexagonal, fortalecendo as estruturas e facilitando sua montagem e instalação.

O gabião caixa adotado no projeto foi o **GALMAC 95 80/140**. Este gabião apresenta malha 8 x 10, diâmetro do arame de 2,7 mm revestido com liga de zinco 95% e GSC de 140. O GSC (Gabion Serviceability Coefficient) é uma espécie de fator de rigidez que relaciona a tração e o deslocamento máximo do gabião no ensaio de punção com um fator de redução relacionado com o revestimento empregado no gabião. Este valor de GSC-140 corresponde a uma caixa com H=1 m. Portanto, reduzindo a caixa para H=0,5 m o valor de GSC duplica. As tabelas a seguir apresentam as propriedades do Gabião caixa GALMAC 4R.

*Rafael*  
**Rafael Araújo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU





Tabela 13: Propriedades mecânicas e físicas – Gabião GALMAC.

Propriedades mecânicas e físicas		Normas de referência	
Resistência a tração da malha <sup>(1)</sup>	kN/m	50	EN 10223-3
Resistência de conexão na borda <sup>(2)</sup>	kN/m	34	EN 10223-3
Tensão de ruptura do arame <sup>(3)</sup>	MPa	350 a 500 - Classe A	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Alongamento na ruptura do arame <sup>(3)</sup>	%	8 - Classe A	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame da malha	mm	2,7	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame de borda	mm	3,4	NBR 10514 / EN 10223-3

Tabela 14: Propriedades geométricas – Gabião GALMAC.

Propriedades geométricas dos Gabiões Caixa <sup>(4)</sup>						
Comprimento das caixas	m	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Largura das caixas	m	1,0				
Altura das caixas	m	0,5		1,0		
Tolerância no comprimento	%	+/- 3				
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5				

Os gabiões dimensionados obterão degrau de 0,5 m abaixo da cota do platô para disposição do lastro (H=0,3 m) e tubo coletor perfurado de PVC (Ø entre 0,2 e 0,3 m). A Figura 6 apresenta o esquema da solução em gabião e destaca a sugestão do emprego de degraus no terreno natural para facilitar a etapa de compactação do terrapleno.

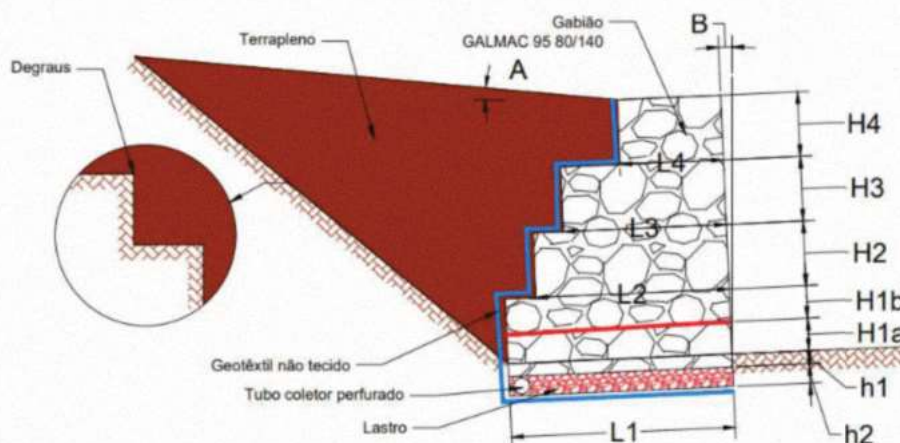


Figura 6: Esquema – Gabião

## FUTURE ATP

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

Carqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001

BRTUV

## 7.2.1.1 DIMENSÕES

A tabela a seguir apresenta as dimensões adotadas para os gabiões 1 e 2. Os alteamentos iniciais dos gabiões 1 e 2 foram com caixas de  $H=0,5$  m para que o deslocamento máximo na face da caixa não ultrapasse a admissível.

Tabela 15: Dimensões dos gabiões.

	GABIÃO 1	GABIÃO 2
L1 (m)	4	3,5
L2 (m)	3,5	2,5
L3 (m)	3	1,5
L4 (m)	2,5	1
L5 (m)	2	-
H1a (m)	0,5	0,5
H1b (m)	0,5	0,5
H2a (m)	0,5	0,5
H2b (m)	0,5	0,5
H3a (m)	0,5	1
H3b (m)	0,5	-
H4 (m)	1	1
H5 (m)	1	-
h1 (m)	0,2	0,2
h2 (m)	0,3	0,3
B (°)	6	6
A (°)	-	8

## 7.2.2 MACTEX H.2

Ambos os gabiões possuirão um geotextil não tecido do topo até a base do gabião (Figura 6), impedindo o carregamento de finos para dentro do gabião e consequente colmatagem a longo prazo. O geotextil não tecido Mactex H.2 foi utilizado neste presente projeto. As tabelas a seguir apresentam as propriedades do modelo H 36.2.

### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2





Tabela 16: Propriedades físicas – Modelo H 36.2

Propriedades físicas			H 30.2	H 36.2
Cor				
Gramatura	g/m²	ASTM D5261 / ABNT NBR ISO 9864	150	180
Espessura	mm	ASTM D5199 / ABNT NBR ISO 9863-1	1,2	1,25
Ponto de amolecimento	°C	—		
Resistência U.V	% / horas	ASTM D4355	50/500	70/500

Tabela 17: Propriedades mecânicas – Modelo H 36.2

Propriedades mecânicas			H 30.2	H 36.2
Resistência à tração Faixa Larga Sentido longitudinal	kN/m	ASTM D4595 / ABNT NBR ISO 10319	8	9
Alongamento Faixa Larga	%	ASTM D4595 / ABNT NBR ISO 10319	50	50
Resistência à tração GRAB Sentido longitudinal	N	ASTM D4632	530	650
Alongamento GRAB	%	ASTM D4632	50	50
Resistência ao Estouro (Mullen Burst)	kPa	ASTM D3786	1200	1350
Resistência ao puncionamento CBR	kN	ASTM D6241 / ABNT NBR ISO 12236	1,2	1,4
Resistência ao rasgo trapezoidal Sentido longitudinal	N	ASTM D4533	300	325

Tabela 18: Propriedades hidráulicas – Modelo H 36.2

Propriedades hidráulicas			H 30.2	H 36.2
Permeabilidade normal	cm/s	ASTM D4491 / ABNT NBR ISO 11058	0,23	0,21
Permissividade	s <sup>-1</sup>	ASTM D4491 / ABNT NBR ISO 11058	1,7	1,6
Velocidade do fluxo	m/s	ASTM D4491 / ABNT NBR ISO 11058	0,10	0,09
Abertura aparente (AOS)	mm	ASTM D4751	0,075	0,075

## FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2



Certificado  
NBR ISO 9001





## 7.2.3 TERRAPLENO

O terrapleno é o aterro a ser alteado entre o terreno natural e o gabião. Este aterro deve ocorrer concomitantemente à construção do gabião.

O solo para o terrapleno deve apresentar as seguintes especificações, de acordo com a norma DNIT 108/2009:

- ausência de matéria orgânica ou impurezas;
- expansão inferior a 2%;
- Camadas de 25 cm com GC=98% (energia normal);

Nas proximidades do gabião (aprox. 1 m) deve-se utilizar placa vibratória ou sapo mecânico para compactação do terrapleno.

Deve-se realizar ensaios de compactação (DNER-ME 129/94 (Método A)) e de Índice Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 49/94) para controle dos resultados de expansão e grau de compactação, respectivamente.

Caso o material de corte da terraplanagem atenda aos critérios supracitados, este pode ser empregado como terrapleno.

## 7.3 GEOMANTA MACMAT R3

A geomanta dimensionada foi a MacMat R3 que é uma manta tridimensional, anticorrosiva, reforçada e apresenta mais de 90% de vazios. As tabelas a seguir apresentam as propriedades físicas, mecânicas e geométricas da geomanta adotada.

Tabela 19: Propriedades físicas da geomanta reforçada

Espessura nominal	mm	ASTM D5199	15
Gramatura	g/m <sup>2</sup>	ASTM D5261	≥400
Índice de vazios	%		>90
Cor <sup>(1)</sup>			Verde
Polímero predominante			Poliétileno
Temperatura de fragilidade do polímero predominante	°C	ASTM D746	-35
Resistência UV do polímero predominante		ASTM D4355	Estabilizado

### FUTURE ATP

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

Corqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



Tabela 20: Propriedades mecânicas da geomanta reforçada.

Resistência à tração longitudinal	kN/m	ASTM D4595	≥4
Alongamento na ruptura longitudinal	%	ASTM D4595	≤30
Resistência à tração transversal	kN/m	ASTM D4595	≥3
Alongamento na ruptura transversal	%	ASTM D4595	≤30
Resistência ao rasgo longitudinal	Kgf	DIN 53.363	5±2
Resistência ao rasgo transversal	Kgf	DIN 53.363	5±2

Tabela 21: Propriedades geométricas da geomanta reforçada.

Largura	m	2
Comprimento	m	50
Área	m²	100
Diâmetro médio	m	0,68
Peso	kg	40

## 8. RESULTADOS

### 8.1 GRAMPEAMENTO

#### 8.1.1 FATORES DE SEGURANÇA

A NBR 11682 recomenda que, para se obter um alto grau de segurança no local através de uma análise de equilíbrio limite, o fator de segurança deve ser igual ou superior a 1,5.

- As análises numéricas foram realizadas no software Slide 6.0. A (grampeamento) ou através da geomanta.
- A seção 5 sofreu apenas conformação (terraplanagem) para fazer a transição entre a área tratada e o terreno vizinho;

apresenta os fatores de segurança obtidos para cada cenário proposto.

Observa-se que:

- Na análise de estabilidade sem tratamento as seções 1 e 3 apresentam  $FS < 1$  para  $R_u > 0$  ou  $c' = 1$ . Já nas seções 2  $FS < 1$  para  $c' = 1$ . Portanto, entende-se que nas condições atuais da encosta, esta pode sofrer ruptura caso haja uma redução da resistência cisalhante devido a saturação;

#### FUTURE ATP

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

Carqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2





- Na análise de estabilidade com tratamento, para  $R_u=0,25$ , as seções 1 e 3 apresentaram FS de 1,492 e 1,493, respectivamente.
- Na análise de estabilidade com tratamento, para  $c'=1$ , as seções 1 a 4 apresentam  $FS < 1$ . No entanto as superfícies potenciais de ruptura destas análises foram locais e com isso podem ser combatidas através da tela eletrosoldada (grampeamento) ou através da geomanta.
- A seção 5 sofreu apenas conformação (terraplanagem) para fazer a transição entre a área tratada e o terreno vizinho;

Tabela 22: Fatores de segurança

FATORES DE SEGURANÇA							
	CENÁRIOS		SEÇÕES				
			S1	S2	S3	S4	S5
Sem tratamento	$R_u=0$	P1	1,238	1,502	1,181	1,602	-
	$R_u=0,25$	P2	0,995	1,192	0,890	1,226	-
	$c'=1$	P3	0,552	0,777	0,624	1,079	-
Com tratamento	$R_u=0$	G1	1,963	1,956	1,924	1,923	2,391
	$R_u=0,25$	G2	1,492	1,512	1,493	1,503	1,911
	$c'=1$	G3	0,839*	0,805*	0,823*	0,805*	1,718

\*Ruptura local a ser combatida pela armação de face.

## 8.1.2 RUPTURA DO GRAMPO

A Tabela 23 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 abaixo também são apresentados nos resultados do Anexo I.

Tabela 23: Cargas de trabalho admissíveis e mobilizadas.

Ø (mm)	Carga de escoamento (kN)	$S_h$	Carga de trabalho (kN)	Carga de tração mobilizadas (kN)			
				SEÇÃO 1	SEÇÃO 2	SEÇÃO 3	SEÇÃO 4
32	588	1,5	392	326,7	280	280	280

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV



## 8.1.3 ARRANCAMENTO DO GRAMPO

As tabelas abaixo apresentam os valores de carga de tração solicitantes e resistentes nas zonas passivas dos grampos para o cenário G2. Nota-se que as cargas de tração resistentes são superiores às cargas de tração 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 24: Cargas de arrancamento – Seção 1 – Cenário G2

SEÇÃO 1		
Grampo	Carga solicitante (kN)	Carga resistente (kN)
1	35	52
2	49	70
3	82	122
4	99	150

Tabela 25: Cargas de arrancamento – Seção 2 – Cenário G2

SEÇÃO 2		
Grampo	Carga solicitante (kN)	Carga resistente (kN)
1	38	52
2	53	80
3	49	70
4	69	105

Tabela 26: Cargas de arrancamento – Seção 3 – Cenário G2

SEÇÃO 3		
Grampo	Carga solicitante (kN)	Carga resistente (kN)
1	45	70
2	60	87
3	60	91
4	83	122

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Tabela 27: Cargas de arrancamento – Seção 4 – Cenário G2

SEÇÃO 4		
Grampo	Carga solicitante (kN)	Carga resistente (kN)
1	74	105
2	90	133
3	94	140
4	118	175

## 8.1.4 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.

A Tabela 28 apresenta as cargas e os tempos para os grampos GW Ø 32 mm Plus (comprimento de 12 m).

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

Tabela 28: Cargas e tempos de leitura – ensaio de arrancamento – grampo Ø 32 mm.

Fyk (kN):	588	GRAMPO GW Ø 32 mm Plus - Comprimento = 12 m							
90% Fyk (kN):	529,2								
Tmáx,ar (kN):	420								
1,2 Tmáx,ar (kN):	504								
Estágios	Carga (kN)	Tempos de leitura de deslocamentos (min)							
		0	1	2	4	8	15	30	60
1	58,8	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
2	168	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
3	252	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
4	336	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
5	420	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
6	504	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
7	420	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
8	336	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
9	252	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
10	168	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
11	58,8	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2





## 8.2 GABIÃO

É necessária a verificação da segurança do gabião contra os diversos tipos de ruptura: global, da fundação, deslizamento, tombamento e interna.

A tabela abaixo apresenta os fatores de segurança obtidos e os admissíveis para cada verificação. O programa GAWAC 3.0 da Maccaferri foi utilizado para obter os resultados. O relatório completo gerado pelo programa é apresentado no anexo.

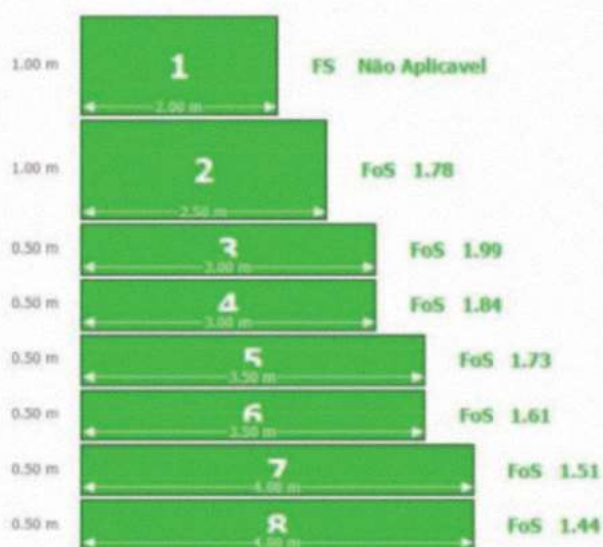
Tabela 29: Fatores de segurança - Gabião

Verificações	FS admissível	Gabião 1	Gabião 2
Tombamento	$\geq 2$	6,67	6,73
Deslizamento	$\geq 1,5$	4,63	4,51
Global	$\geq 1,5$	2,81	3,17
Fundação*	$\geq 3,0$	16,61	27,08
Interna*	$\geq 3,0$	6,5	8,07

\* Fatores de segurança mínimos.

O estado limite de serviço foi verificado quanto à rigidez da face da caixa, através do fatores de segurança para GSC. As figuras abaixo apresentam os fatores obtidos em cada caixa dos dois gabiões analisados. Reitera-se que somente com caixas de H=0,5 m nos primeiros alteamentos que foi possível obter  $FS_{GSC} > 1,4$ .

### GSC FoS



#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2



Figura 7: Verificação – Gabião 1



## GSC FoS



1.4

1.2

1.0

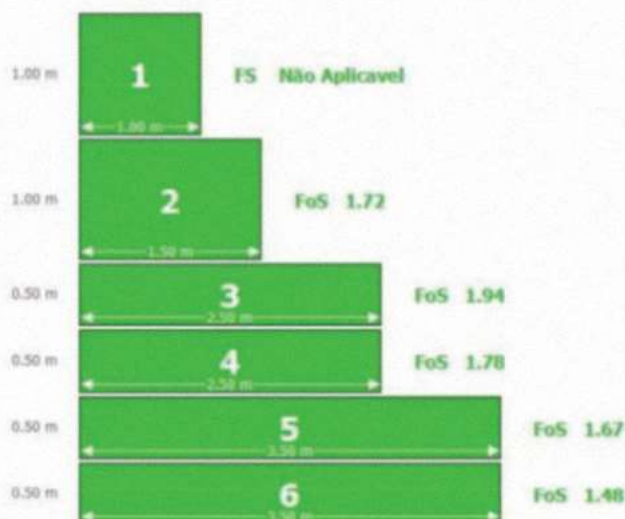


Figura 8: Verificação – Gabião 2

## 9. INSTRUMENTAÇÃO

### 9.1 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 5 apresenta as locações propostas pelo projetista, sem georreferenciamento. Portanto, a geolocalização (com indicação do DATUM) deve ser registrada na instalação desta instrumentação.

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

## 9.1.1 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.

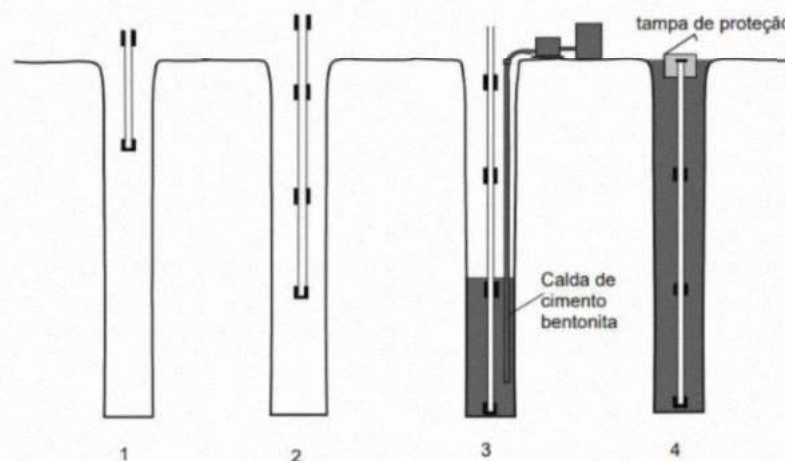


Figura 9: Método construtivo - inclinômetro

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).

## 9.1.2 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 ( $\varnothing$  25 mm) no tubo de acesso que faz a leitura dos deslocamentos de maneira ascendente, conforme retorno do torpedo para a superfície.

### FUTURE ATP

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

Corqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

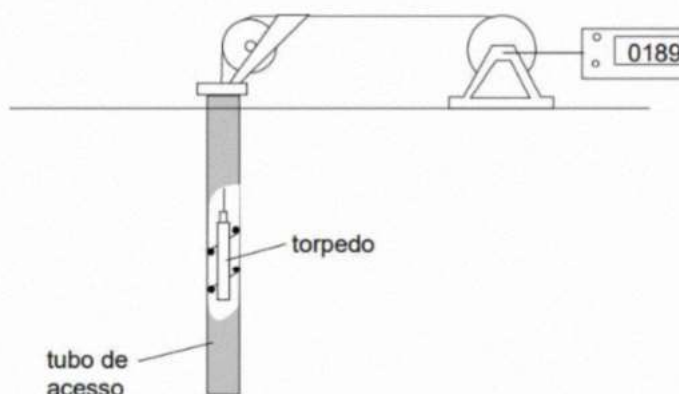


Figura 10: Detalhe - medição

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.

## 9.2 PIEZÔMETROS

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

Figura 5 apresenta as locações propostas pelo projetista, sem georreferenciamento. Portanto, a geolocalização (com

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillo*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



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 utilizada lama para a perfuração, para não influenciar a permeabilidade da parede do furo.

## 9.2.1 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.

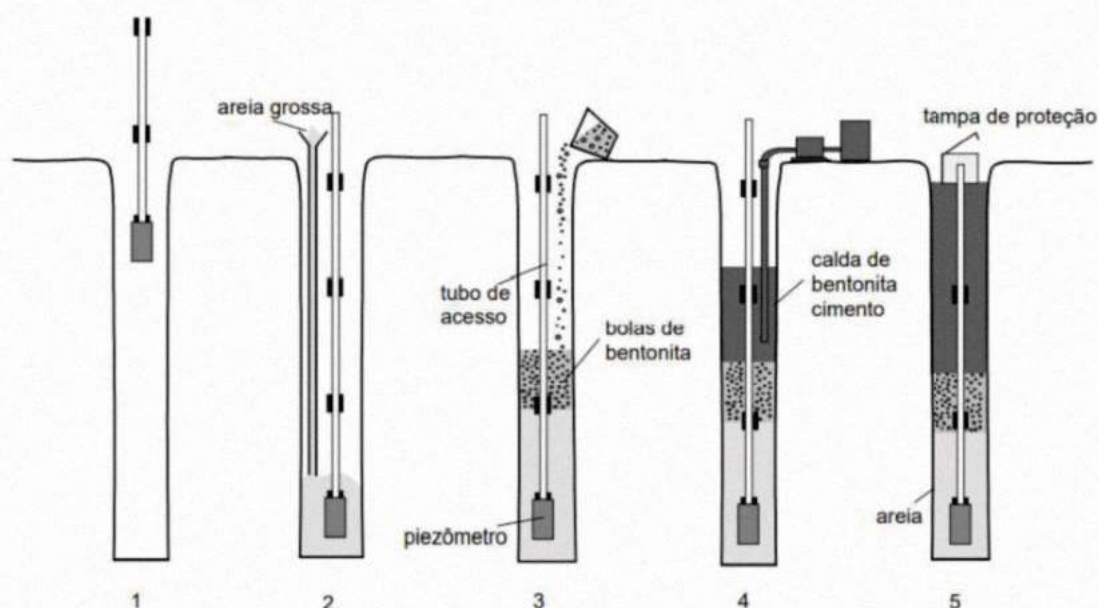


Figura 11: Método construtivo – piezômetro.

## 9.2.2 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.

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

## 10. MÉTODO CONSTRUTIVO

### 10.1 SOLO GRAMPEADO

- 1) O trabalho deverá iniciar com a limpeza da vegetação e regularização dos taludes. Os trabalhadores devem acessar a encosta íngreme através de cordas e equipados com os devidos dispositivos de segurança. 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 transpasse 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 espaçamento 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 ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2



- 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;

## 10.1.1 DRENAGEM INTERNA

### 10.1.1.1 DHP

Como drenagem profunda há drenos sub horizontais 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 ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

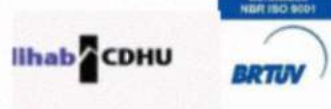
Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2





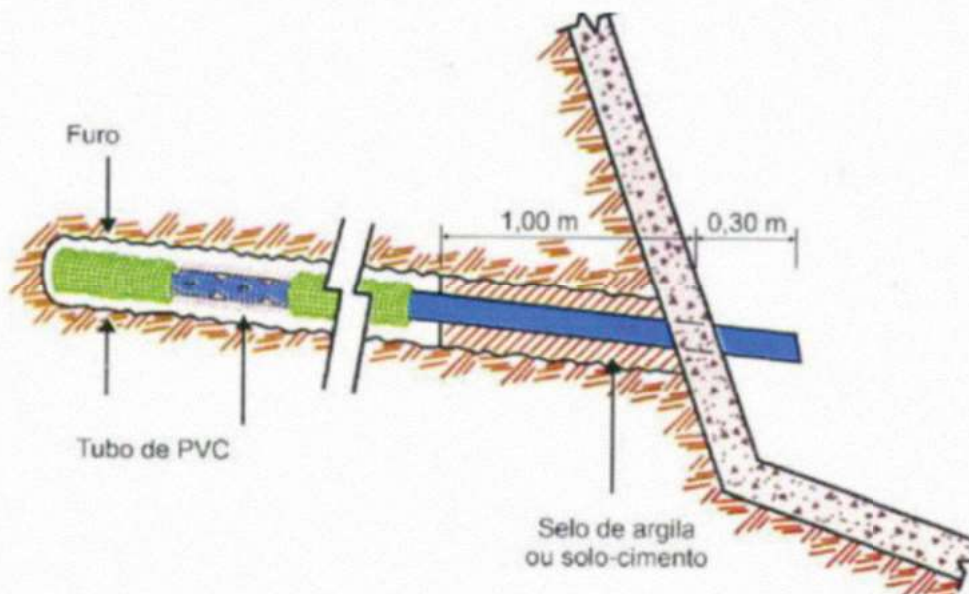


Figura 12: Detalhe - DHP

## 10.1.1.2 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.

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

### FUTURE ATP

**São Paulo** – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
 Cerqueira César – CEP 01419-001  
 São Paulo, Brasil  
 Tel: +55 11 3266 2769  
 Email: geral@future-motion.eu  
 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-motion.eu  
 CNPJ: 35.467.604/0009-84

**Ilhab CDHU**

Certificado  
 NBR ISO 9001  
**BRTUV**

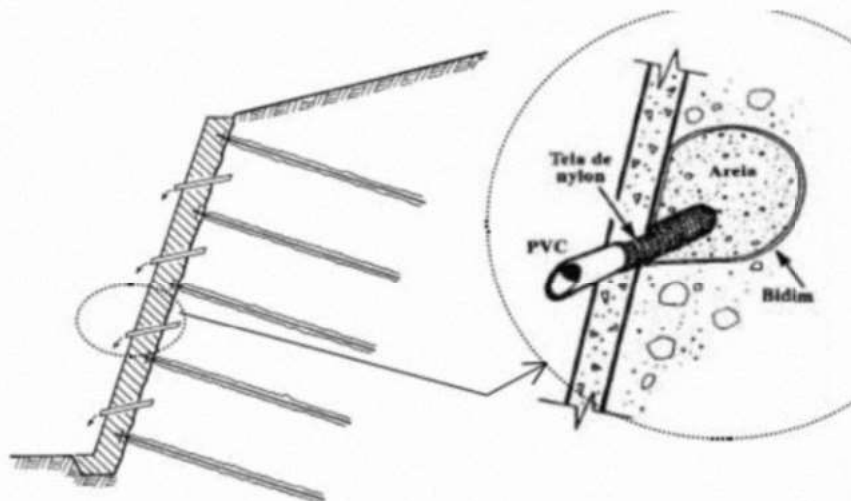


Figura 13: Barbacã

## 10.2 GABIÃO

### 10.2.1 PREPARAÇÃO DAS CAIXAS

- 1) Desdobre o gabião caixa em uma superfície rígida e plana, tirando eventuais irregularidades;
- 2) Levante as laterais e o diafragma para formar uma caixa;
- 3) Junte os campos superiores com arames grossos que saem dos mesmos;
- 4) Fixe o arame de amarração na parte inferior da junção dos cantos e costure-os alterando voltas simples e duplas a cada malha;
- 5) Costure vários gabiões caixa em grupos e coloque-os junto aos já colocados, costurando-os entre si sempre com o mesmo tipo de costura;
- 6) Para obter um bom acabamento, depois de ter posicionado vários gabiões caixa, antes de enchê-los, puxe-os com um tirfor ou use gabaritos de madeira;
- 7) Encha até 1/3 da capacidade total, coloque os tirantes e somente após encha mais 1/3 da caixa;

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001

BRTUV

- 8) Coloque novo tirante e preencha por completo a caixa até 3 a 5 cm da altura do gabião;
- 9) Dobre as tampas e amarre com os mesmos tipos de costura;
- 10) Nas caixa com  $H=0,5$  m haverá apenas 2 etapas de enchimento;
- 11) Não encha uma caixa sem que a do lado esteja parcialmente preenchida;
- 12) O material pétreo de preenchimento deve ter diâmetro médio superior a menor dimensão da malha hexagonal;
- 13) O peso específico do enchimento deve ser em torno de  $24 \text{ kN/m}^3$  com porosidade de aproximadamente 30%;

## 10.2.2 CONSTRUÇÃO

- 1) Escavar degrau de 0,5 m com comprimento de 4,0 m (Gabião 1) e 3,5 m (Gabião 2);
- 2) Instalar geotêxtil não tecido no fundo do degrau;
- 3) Instala-se gabião caixa de  $H=0,5$  m no degrau e tubo coletor perfurado;
- 4) Nos primeiros 0,3 m preenche-se com lastro (diâmetro igual ou superior ao do enchimento);
- 5) Os últimos 0,2 m deve ser preenchido com o material de enchimento;
- 6) Realiza-se a amarração entre o conjunto de caixas abaixo da cota do platô com a primeiro alteamento acima da cota do platô;
- 7) Subitem 7 e 8 do item 10.2.1;
- 8) O terrapleno deve ser alteado em conjunto com o gabião (verificar item 7.2.3);
- 9) Deve garantir que ao longo do alteamento o geotêxtil não tecido faça a intercessão entre gabião e terrapleno;

## 10.3 GEOMANTA

- 1) Limpe e regularize o talude com equipamento adequado, a fim de obter uma superfície uniforme;
- 2) No topo do talude abra uma canaleta de aproximadamente  $30 \times 30$  cm para ancoragem do MacMat;
- 3) A canaleta deve paralela e espaçada a 1 m da crista do talude;

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaias, 540, sala 900

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

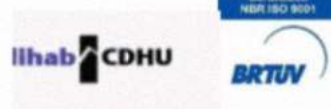
Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



Certificado  
NBR ISO 9001





- 4) Fixe o MacMat no fundo da canaleta com auxílio de grampos espaçados a cada 2 m e em seguida reponha o solo escavado compactando-o;
- 5) As geomantas devem ser desenroladas sobre o talude de forma que estas tenham transpasse de 30 cm;
- 6) Fixe a geomanta no talude com auxílio de grampos de aço;
- 7) Para as inclinações dos taludes deve-se utilizar 3,25 grampos/m<sup>2</sup>;
- 8) Caso o comprimento do rolo de geomanta não seja suficiente para o talude, deve ser realizado emenda com transpasse de 30 cm;
- 9) Após a instalação finalizada pode-se proceder com o procedimento de semeadura que pode ser por:
  - a. A escolha da cultura a ser plantada não faz parte do escopo deste projeto;

## 11. QUANTITATIVO

### 11.1 GRAMPO

Tabela 30: 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	116	12	1392
			8	14	112
				Σ=	1504

*Rafael*  
**Rafael Araújo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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

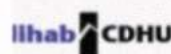
Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Certificado  
 NBR ISO 9001



Tabela 31: Quantitativo dos materiais adicionais à solução de solo grampeado.

MATERIAIS	QUANTIDADE (und)	COMPRIMENTO TOTAL (m)	ÁREA SUPERFICIAL (m²)	ÁREA TOTAL DE TELA (m²)	VOLUME (m³)
Centralizadores	628	-	-	-	-
Tubos de injeção	248	3008	-	-	-
Concreto projetado	-	-	505	-	51
Tela Q283	-	-	505	552	-
Aço CA-50 Ø10mm	-	296	-	-	-
Aço CA-50 Ø12,5mm	-	40	-	-	-

## 11.2 DRENAGEM INTERNA

Tabela 32: 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	-	-	15	0,45	-	-
Manta BIDIM RT	-	0,5	-		-	7,5	-
Tubo PVC	-	-	0,5		-	-	7,5

Tabela 33: Quantitativo de materiais - DHP

MATERIAIS	Comprimento unitário (m)	Quantidade (und)	Comprimento total de tubo	Área de tela de Nylon (m²)
Tubo perfurado de PVC Ø 50 mm	10	20	200	-
Tela de Nylon # 60	10	20	-	31

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
 Engº Civil  
 CREA 021 081 852-2

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



## 11.3 GABIÃO

Tabela 34: Quantitativo de caixas.

Caixas	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Quantidade (und)	Volume (m³)
G1-1	1	4	0,5	84	168
G1-2		3,5	0,5	84	147
G1-3		3	0,5	84	126
G1-4		2,5	1	42	105
G1-5		2	1	42	84
G2-1		3,5	0,5	64	112
G2-2		2,5	0,5	64	80
G2-3		1,5	1	32	48
G2-4		1	1	32	32
				Σ=	902

Tabela 35: Quantitativo dos materiais adicionais à solução com gabião.

Material	Comprimento(m)	Área (m²)	Volume (m³)
Enchimento	-	-	958
Geotextil não tecido	-	951	-
Lastro	-	-	84
Tubo coletor perfurado	74	-	-
Terrapleno	-	-	1134

## 11.4 GEOMANTA

Tabela 36: Quantitativo - geomanta

MATERIAIS	ÁREA (m²)	UNIDADE
GEOMANTA MACMAT R3	673	-
GRAMPOS DE AÇO	-	2188

## 12.RECOMENDAÇÕES

- 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;

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaias, 540, sala 900

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

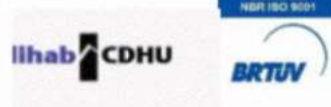
Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2





- Realizar campanha de investigação geotécnica (sondagens a percussão) para calibração do perfil estratigráfico da encosta;
- 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;

## 13. 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 com grampos 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.
- A solução com muro de gravidade do tipo gabião combate os empuxos ativos, aumenta a resistência ao cisalhamento e viabiliza a drenagem do terrapleno;
- A solução com uso de geomantas permite proteger os taludes contra a erosão superficial;
- A adoção deste conjunto de soluções 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;

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2



- A adoção da tela eletrosoldada Q196 e da geomanta permite que as superfícies potenciais de rupturas locais sejam combatidas por esta armação.
- 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 Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

## FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Certificado  
NBR ISO 9001



## 14. ANEXO I

### 14.1 Dimensionamento da tela eletrosoldada



#### RUVOLUM® ONLINE TOOL

RUVOLUM® - Programa de dimensionamento de sistema TECTA-SPEDRA de instalação de teladas

Projeto Nº: 340851-001-01  
Nome do projeto: MURADA DOS INJUNHOS  
Data: 20/04/2022

Dados de instalação		
Inclinação da telada	α°	70,0 Graus
Espessura da camada	δ°	2,00 m
Ângulo de vento externo do material solar característico	θ°	20,0 Graus
Densidade do material solar característico	ρ°	15,0 kg/m²
Inclinação de propagação	φ°	20,0 Graus
Distância horizontal das propagações	α°	1,50 m
Distância vertical das propagações	β°	1,50 m
Dados de carga		
Pressão do vento		Não
Sobrecarga		Não
Coefficiente sísmico de aceleração horizontal	g°	0,000 [1]
Coefficiente sísmico de aceleração vertical	g°	0,000 [2]
Fórmula e fórmulas de segurança		
Conteúdo do material solar característico	ρ°	0,0 kg/m²
Raio do cone de pressão superior	θ°	0,15 m
Inclinação do cone de pressão em relação à horizontal	θ°	45,0 Graus
Força constante da telada	Q°	3,0 kN
Força de pré-tensionamento do sistema	Q°	20,0 kN
Coefficiente de segurança parcial para o ângulo de vento	γ°	1,25 [1]
Coefficiente de segurança parcial para a camada	γ°	1,25 [1]
Coefficiente de segurança parcial para a densidade	γ°	1,00 [1]
Coefficiente de segurança do modelo	γ°	1,10 [1]
Dados para o dimensionamento		
ρ°		20,0 Graus
ρ°		0,0 kg/m²
ρ°		15,0 kg/m²

20/04/2022 09:33

1/1

Version 1.0

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

São Paulo – Alameda Santos, 745, Conj. 111/112  
Cerqueira César – CEP 01419-001  
São Paulo, Brasil  
Tel: +55 11 3266 2769  
Email: geral@future-motion.eu  
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-motion.eu  
CNPJ: 35.467.604/0009-84





Características técnicas		
Tipo de malha aplicada	TBCUD 045/2	
Tipo de placas Split plate aplicadas	Sistema de placas de amarração P30	
Resistência da malha às tensões paralelas ao talude	$Z_p^*$	10 kN
Resistência da malha ao punçamento na direção dos pregos	$D_p^*$	110 kN
Resistência da malha às forças de corte na direção dos pregos	$P_p^*$	55 kN
Alongamento no teste de resistência à tração longitudinal	$\delta_p^*$	6 %
Tipo de pregos aplicados	GBR 02 = 32 mm	
Tomado em consideração a corrosão	Sim	
Resistência da pregação à tração	$T_{pp}^*$	308 kN
Resistência da pregação ao corte	$S_{pp}^*$	178 kN
Seção da superfície da pregação com / sem corrosão	$A_{pp}^*$	414 mm <sup>2</sup>
Comprovação		
Comprovação da malha ao corte na parte superior da placa de amarração	Cumprir	
Comprovação da malha à transmissão de força e na pregação	Cumprir	
Comprovação da pregação ao escoamento de uma camada superficial paralela ao talude	Cumprir	
Comprovação da malha ao punçamento	Cumprir	
Comprovação da pregação e esforços combinados	Cumprir	
Os ensaios apresentados referem-se a investigações sobre instabilidades superficiais. Investigações adicionais são necessárias se existirem riscos relacionados com a estabilidade global do talude. Se necessário, o tipo de pregação e a malha de pregação têm de ser adaptadas.		
Determinação de resistência à tração e aos esforços combinados		
Comprovação da malha ao corte na parte superior da placa de amarração		
Esforço máximo da malha ao corte na direção dos pregos na parte superior da placa de amarração (valor de dimensionamento)	$P_p^*$	7,4 kN
Especcure do mecanismo de ruptura dentado	$\gamma_{pp}^*$	0,45 m
Resistência da malha ao corte na direção dos pregos na parte superior da placa de amarração (valor característico)	$P_p^*$	55,0 kN
Coefficiente de correção ao corte na direção dos pregos	$\gamma_{pp}^*$	1,5 15
Valor da resistência da malha ao corte	$P_p/\gamma_{pp}^*$	36,7 kN
Comprovação da capacidade de segurança	$P_p/\gamma_{pp}^*$	Cumprir
Comprovação da malha à transmissão de força e na pregação		
Força paralela ao talude tomada em consideração para os cálculos de equilíbrio	$Z_p^*$	5,6 kN
Resistência da malha às forças paralelas ao talude	$Z_p^*$	10,0 kN
Coefficiente de correção da componente da força Z paralela ao talude	$\gamma_{pp}^*$	1,5 15
Valor da capacidade de suporte de tensão da malha	$Z_p/\gamma_{pp}^*$	6,7 kN
Comprovação da capacidade de segurança	$Z_p/\gamma_{pp}^*$	Cumprir

20.04.2022 09:33

214

Version 1.0

*Rafael Araújo Guillou*  
Eng.º Civil  
CREA 021.081.852-2

## FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

ilhav CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

Verificação da capacidade de projeto em solo		
Compressão da pregagem ao escoamento de uma camada superficial paralela ao talude		
Pré-tensão efetivamente aplicada à pregagem	$V_{pr}$	20.0 kN
Fator de carga para a influência da pré-tensão	$\gamma_{pr}$	0.8 []
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{pr}^+$	16.0 kN
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{pr}^+$	$S_{pr}^+$	52.1 kN
Resistência da pregagem ao corte	$T_{s,pr}$	178.0 kN
Coefficiente de correção da resistência ao corte da pregagem	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Valor de cálculo da resistência da pregagem ao corte	$S_{pr}^{calc}$	118.7 kN
Comprovação da capacidade de segurança	$S_{pr}^{calc} \leq T_{s,pr}$	Comprova
Compressão da malha ao punçamento		
Pré-tensão efetivamente aplicada à pregagem	$V_{pr}$	20.0 kN
Fator de carga para a influência da pré-tensão	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{pr}^+$	30.0 kN
Resistência da malha aos esforços na direção das pregagens	$D_{pr}$	110.0 kN
Coefficiente de correção da resistência ao punçamento	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Valor de cálculo da resistência à tração da pregagem	$D_{pr}^{calc}$	75.3 kN
Comprovação da capacidade de segurança	$V_{pr} \leq D_{pr}^{calc}$	Comprova
Compressão da pregagem a esforços combinados		
Pré-tensão efetivamente aplicada à pregagem	$V_{pr}$	20.0 kN
Fator de carga para a influência da pré-tensão	$\gamma_{pr}$	0.8 []
Valor da força de pré-tensão aplicada por influência positiva de $V$	$V_{pr}^+$	16.0 kN
Fator de carga pela influência negativa da pré-tensão	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Valor de cálculo da força de pré-tensão aplicada pela influência negativa de $V$	$V_{pr}^-$	39.0 kN
Cálculo da força de corte para o dimensionamento em função de $V_{pr}^+$	$S_{pr}^+$	42.1 kN
Resistência mínima da malha ao corte	$D_{pr}$	7.4 kN
Resistência da pregagem à tração	$T_{s,pr}$	308.0 kN
Resistência da pregagem ao corte	$T_{s,pr}$	178.0 kN
Coefficiente de correção da resistência à tração	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Coefficiente de correção da resistência ao corte	$\gamma_{pr}$	1.5 []
Comprovação da capacidade de segurança: $(D_{pr}^{calc} + T_{s,pr}^{calc}) \leq (D_{pr} + T_{s,pr})$	0.54	Comprova
Comprovação da capacidade de segurança: $(D_{pr}^{calc} + T_{s,pr}^{calc}) \leq (D_{pr} + T_{s,pr})$	0.52	Comprova
Resistência à tração mínima nas pregagens por instabilidade superficial		
Dimensionamento do valor de resistência à tração estática equivalente na pregagem para determinação do comprimento máximo	$T_{pr}$	140.1 kN

## FUTURE ATP

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

Carqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

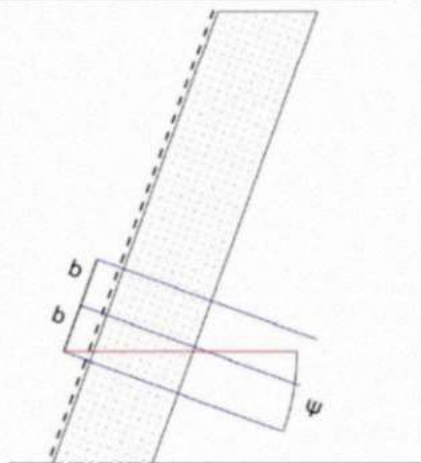
CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

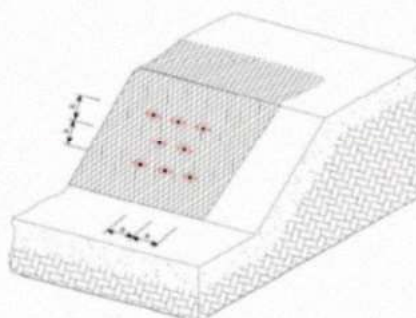
**ilhab CDHU**

Certificado  
NBR ISO 9001  
**BRTUV**

Dados geométricos		
Espessura da camada	$\gamma =$	2.00 m
Inclinação da carregagem	$\psi =$	20.0 Graus
Inclinação do talude	$\phi =$	75.0 Graus



## Área de malha de proteção



20.04.2022 09:33

A18

Version 1.0

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*R. Araujo*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

**Ilhab CDHU**

Certificado  
NBR ISO 9001

**ARTUV**



## 15. ANEXO II

### 15.1 Dimensionamento do Gabião 1

#### GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI

www.maccferri.com

19/04/2022 pag. 1 / 3

#### • Informações do Projeto

Título	GABÃO 1 - MORADA DOS PALMARES	Cliente		Descrição
Número		Projetista		
				Comentários

#### • Dados de Entrada

##### Dados sobre o muro

Inclinação do muro [°]	6.00
Peso específico da pedra [kN/m³]	22.00
Porosidade dos gabões [%]	30.00
Geotêxtil no terrapleno	Sim
Redução do atrito [%]	5.00
Geotêxtil sob a base	Não
Redução do atrito [%]	0.00

##### Dados sobre o terrapleno

Inclinação do 1º trecho [°]	0.00
Comprimento do 1º trecho [m]	12.00
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	20.00
Ângulo de atrito do solo [°]	30.00
Coesão do solo [kN/m²]	5.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinação [deg]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	0.00	60.00	19.00	12.00	34.00

##### Dados sobre a fundação

Altura da superfície superior [m]	0.00
Comprimento inicial [m]	5.50
Inclinação [°]	45.00
Peso específico do solo [kN/m³]	20.00
Ângulo de atrito do solo [°]	34.00
Coesão do solo [kN/m²]	12.00
Pressão admissível na fundação [kN/m²]	
Altura do nível d'água [m]	

Camada	Prof. [m]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	0.50	19.00	12.00	34.00
2	4.50	20.00	17.00	36.00

##### Dados sobre as cargas

##### Cargas distribuídas sobre o terrapleno

Primeiro trecho [kN/m²]	q1
Segundo trecho [kN/m²]	q2

##### Cargas distribuídas sobre o muro

Carga [kN/m²]	0.00
---------------	------

##### Linhas de carga sobre o terrapleno

Carga 1 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 2 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 3 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	

##### Linha de carga sobre o muro

Carga [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	0.00

##### Dados sobre a superfície freática

Altura inicial [m]	0.00
Inclinação do 1º trecho [°]	0.00
Comprimento do 1º trecho [m]	0.00
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Comprimento do 2º trecho [m]	0.00

##### Dados sobre as ações sísmicas

Coefficiente de aceleração horizontal	
Coefficiente de aceleração vertical	

##### Produto

Ambiente	Baixa Agressividade
----------	---------------------

Mesh	GSC 0.5	GSC 1.0
Gabion GALMAC 95 80/140	280	140

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

FUTURE ATP

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

Carqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

lihab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

## GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

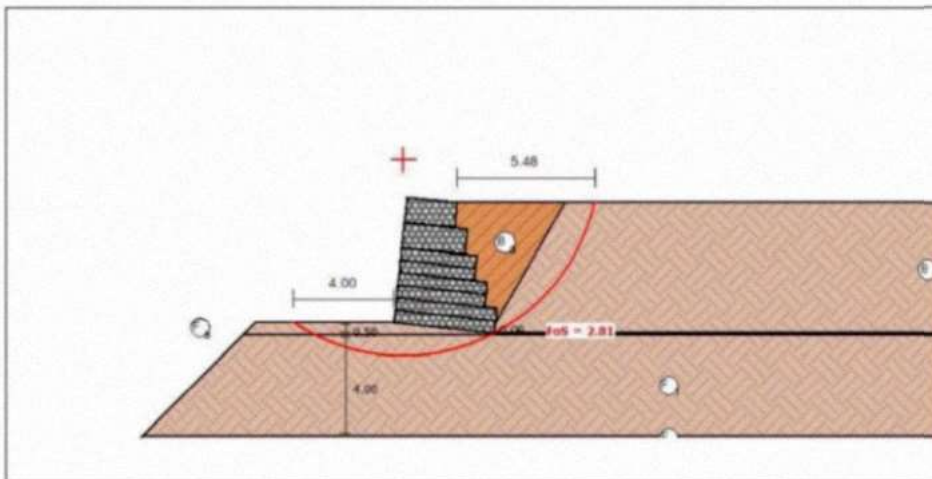
MACCAFERRI

www.maccferri.com

19/04/2022 pag. 2 / 3

### Resultados

#### ELU Estado Limite Último Geometria do Muro



#### Resultados das Análises

##### Empuxos Ativo e Passivo

Empuxo Ativo [kN/m]	83.23
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	3.43
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	1.53
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	44.30
Empuxo Passivo [kN/m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.00
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	0.00

##### Deslizamento

Força normal sob a base [kN/m]	293.77
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.77
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	-0.19
Força atuante tangencial [kN/m]	53.16
Força resistente tangencial [kN/m]	246.30
Deslizamento	4.63

##### Tombamento

Momento Atuante [kN/m x m]	91.42
Momento Resistente [kN/m x m]	610.15
Tombamento	6.67

##### Tensões Atuantes na Fundação

Excentricidade	0.23
Tensão normal na borda externa [kN/m²]	99.25
Tensão normal na borda interna [kN/m²]	47.64
Tensão última da fundação [kN/m²]	1648.49
Tensão na Base esq.	16.61
Tensão na Base dir.	34.61

##### Estabilidade Global | Bishop

Centro do arco ref. ao eixo X [m]	0.38
Centro do arco ref. ao eixo Y [m]	6.44
Global	2.81

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

#### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV



## GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI

www.maccferri.com

19/04/2022 pag. 3 / 3

### Resultados

#### ELS Estado Limite de Serviço

Gabion Serviceability Coefficient



#### ELU Estado Limite Último

Externa

Tombamento	Deslizamento	Tensão na Base esq.	Tensão na Base dir.	Global
FoS 6.67	FoS 4.63	FoS 16.61	FoS 34.61	FoS 2.81

Interna

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	T <sub>Max</sub> [kN/m]	T <sub>At</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	τ <sub>FoS</sub>	σ <sub>Max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>At</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>FoS</sub>
1	0.99	30.63	-3.22	32.24	-1.61	34.83	21.63	14.55	475.79	32.70
2	2.04	69.46	-6.66	85.69	-2.66	47.30	17.78	28.15	475.79	16.90
3	2.59	101.52	-5.25	144.43	-1.75	64.24	36.71	35.68	475.79	13.33
4	3.09	121.76	-5.63	174.34	-1.88	70.99	37.76	42.52	475.79	11.19
5	3.64	175.18	6.44	290.09	1.84	80.45	43.72	52.90	475.79	8.99
6	4.13	211.97	20.03	349.77	5.72	90.96	15.90	64.23	475.79	7.41
7	4.68	270.16	26.98	498.43	6.75	97.94	14.51	73.22	475.79	6.50

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillon  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV



## 15.2 Dimensionamento do Gabião 2

### GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI

www.maccferri.com

19/04/2022 pag. 1 / 3

#### • Informações do Projeto

Título	Gabião 2 - Morada dos Palmares	Cliente		Descrição
Número		Projetista		
				Comentários

#### • Dados de Entrada

##### Dados sobre o muro

Inclinação do muro [°]	6.00
Peso específico da pedra [kN/m³]	22.00
Porosidade dos gabões [%]	30.00
Geotêxtil no terrapleno	Sim
Redução do atrito [%]	5.00
Geotêxtil sob a base	Não
Redução do atrito [%]	0.00

##### Dados sobre o terrapleno

Inclinação do 1º trecho [°]	8.00
Comprimento do 1º trecho [m]	7.00
Inclinação do 2º trecho [°]	1.00
Peso específico do solo [kN/m³]	20.00
Ângulo de atrito do solo [°]	30.00
Coesão do solo [kN/m²]	5.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinação [deg]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	0.00	50.00	20.00	17.00	36.00

##### Dados sobre a fundação

Altura da superfície superior [m]	0.00
Comprimento inicial [m]	6.00
Inclinação [°]	40.00
Peso específico do solo [kN/m³]	20.00
Ângulo de atrito do solo [°]	36.00
Coesão do solo [kN/m²]	17.00
Pressão admissível na fundação [kN/m²]	
Altura do nível d'água [m]	

Camada	Prof. [m]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	6.00	20.00	17.00	36.00

##### Dados sobre as cargas

##### Cargas distribuídas sobre o terrapleno

Primeiro trecho [kN/m²]	q1
Segundo trecho [kN/m²]	q2

##### Cargas distribuídas sobre o muro

Carga [kN/m²]	
---------------	--

##### Linhas de carga sobre o terrapleno

Carga 1 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 2 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 3 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	

##### Linha de carga sobre o muro

Carga [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	

##### Dados sobre a superfície freática

Altura inicial [m]	0.00
Inclinação do 1º trecho [°]	0.00
Comprimento do 1º trecho [m]	0.00
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Comprimento do 2º trecho [m]	0.00

##### Dados sobre as ações sísmicas

Coefficiente de aceleração horizontal	
Coefficiente de aceleração vertical	

##### Produto

Ambiente	Baixa Agressividade
----------	---------------------

Mesh	GSC 0.5	GSC 1.0
Gabion GALMAC 95 80/140	280	140

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

lihab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001  
BRTUV

## GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI

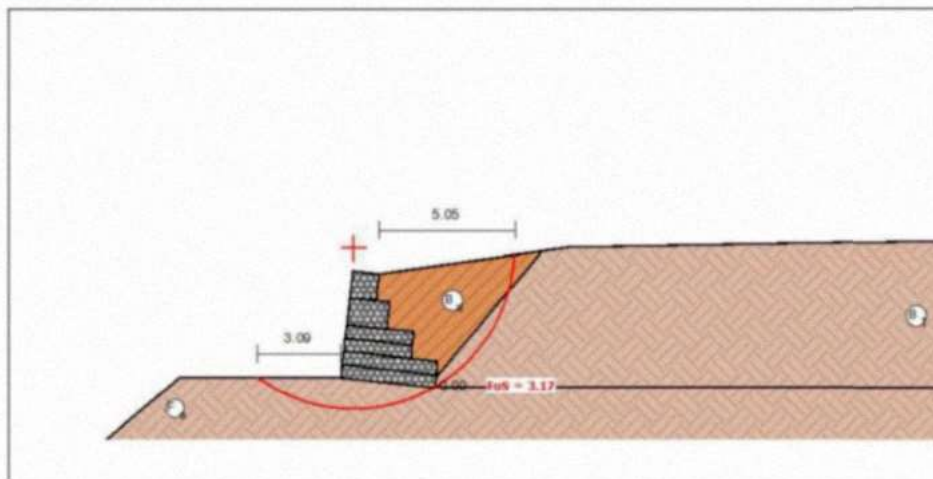
www.maccferri.com

19/04/2022 pag. 2 / 3

### Resultados

#### ELU Estado Limite Último

#### Geometria do Muro



#### Resultados das Análises

##### Empuxos Ativo e Passivo

Empuxo Ativo [kN/m]	90.90
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	2.76
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	1.12
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	54.51
Empuxo Passivo [kN/m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.00
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	0.00

##### Deslizamento

Força normal sob a base [kN/m]	216.96
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.56
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	-0.16
Força atuante tangencial [kN/m]	44.75
Força resistente tangencial [kN/m]	201.87
Deslizamento	4.51

##### Tombamento

Momento Atuante [kN/m x m]	59.18
Momento Resistente [kN/m x m]	398.54
Tombamento	6.73

##### Tensões Atuantes na Fundação

Excentricidade	0.19
Tensão normal na borda externa [kN/m²]	81.73
Tensão normal na borda interna [kN/m²]	42.24
Tensão última da fundação [kN/m²]	2213.09
Tensão na Base esq.	27.08
Tensão na Base dir.	52.39

##### Estabilidade Global | Bishop

Centro do arco ref. ao eixo X [m]	0.47
Centro do arco ref. ao eixo Y [m]	4.82
Global	3.17

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

#### FUTURE ATP

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

Corqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

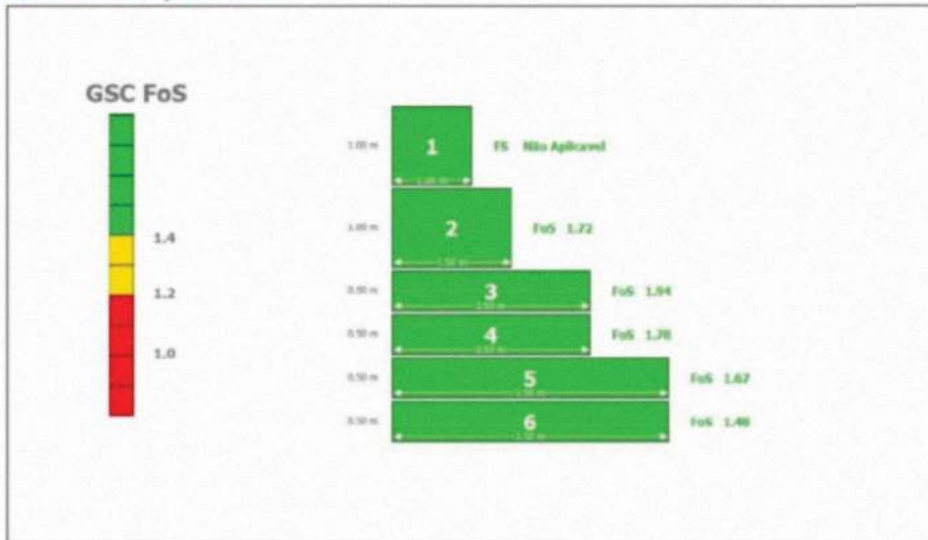
Certificado  
NBR ISO 9001  
**BRTUV**



### Resultados

#### ELS Estado Limite de Serviço

Gabion Serviceability Coefficient



#### ELU Estado Limite Último

Externa

Tombamento	Deslocamento	Tensão na Base esq.	Tensão na Base dir.	Global Global
FoS 6.73	FoS 4.51	FoS 27.08	FoS 52.39	FoS 3.17

Interna

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	$\tau_{max}$ [kN/m]	$\tau_{at}$ [kN/m²]	$\tau$ FoS	$\sigma_{max}$ [kN/m²]	$\sigma_{at}$ [kN/m²]	$\sigma$ FoS
1	0.99	15.32	-1.61	8.46	-1.61	34.83	21.63	13.86	475.79	34.33
2	2.04	38.29	-4.02	28.01	-2.68	45.04	16.81	26.17	475.79	18.18
3	2.64	74.15	-2.83	80.55	-1.13	60.06	53.15	34.13	475.79	13.94
4	3.14	88.31	-2.93	95.81	-1.17	65.73	56.18	40.70	475.79	11.69
5	3.74	196.62	24.33	327.94	6.95	86.58	12.46	58.95	475.79	8.07

This report is automatically generated by the software GAWAC 3.0, so please refer to the general Terms and Condition of the DEVELOPER's software.  
GAWAC for Market Area: ITALY

FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

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-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araujo Guillo  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

Ilhab CDHU

Certificado  
NBR ISO 9001

ARTUV



16.ANEXO III

16.1 SEÇÃO 1 – SEM TRATAMENTO

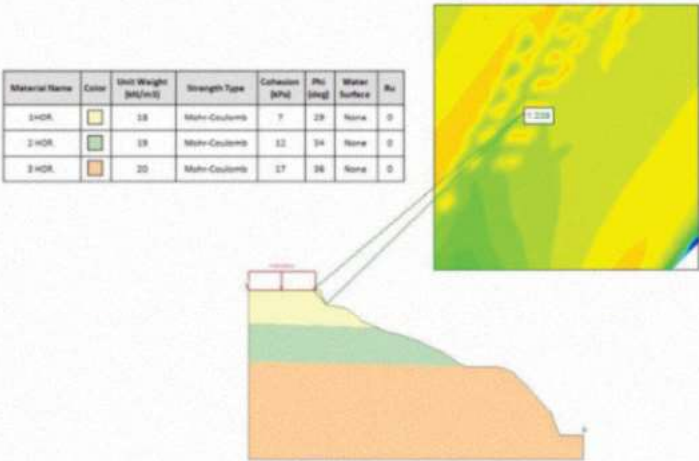


Figura 14: Estabilidade cenário S1-P1

Rafael Araujo Guillon  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

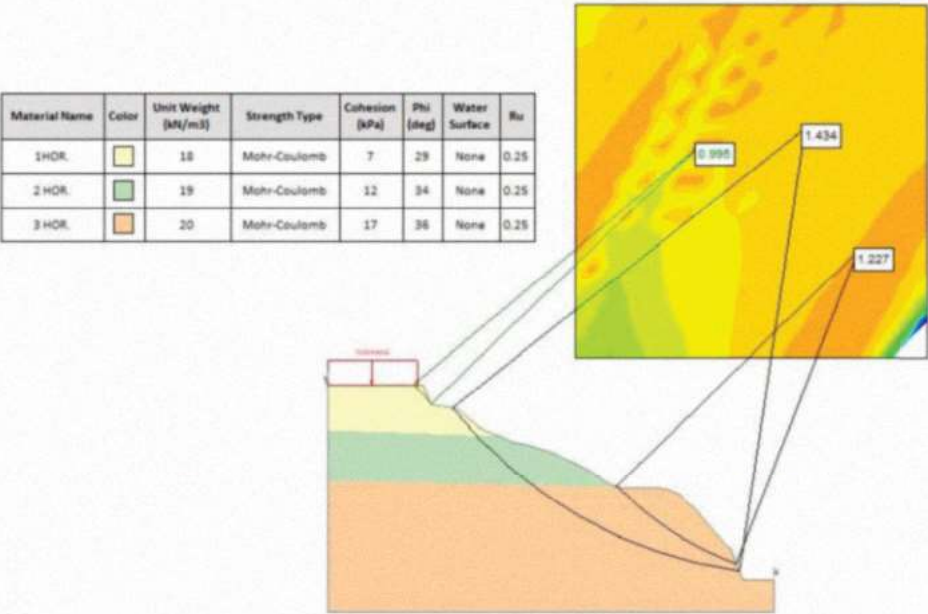


Figura 15: Estabilidade cenário S1-P2

*Rafael Araujo Guilhou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

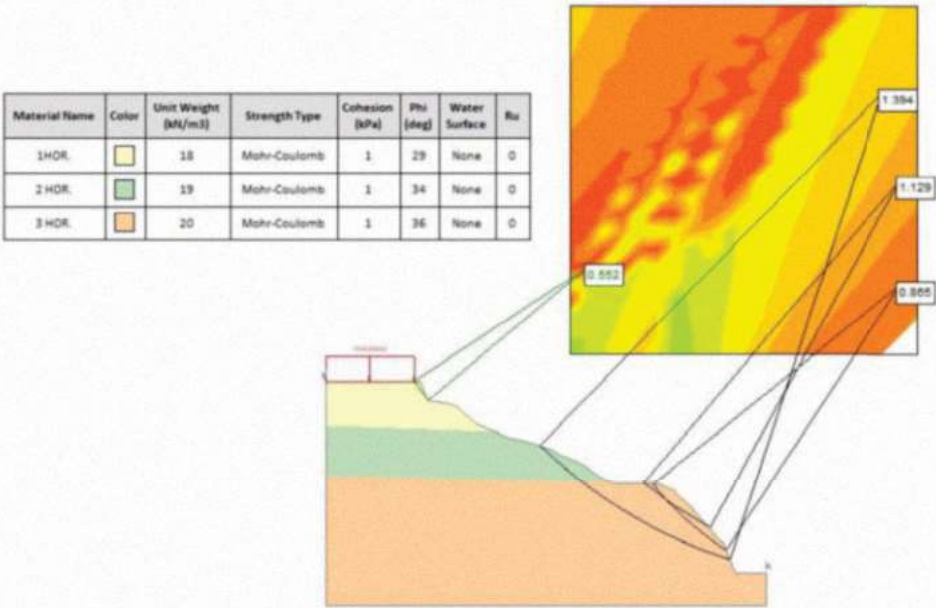


Figura 16: Estabilidade cenário S1-P3

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2



16.2 SEÇÃO 1 – COM TRATAMENTO

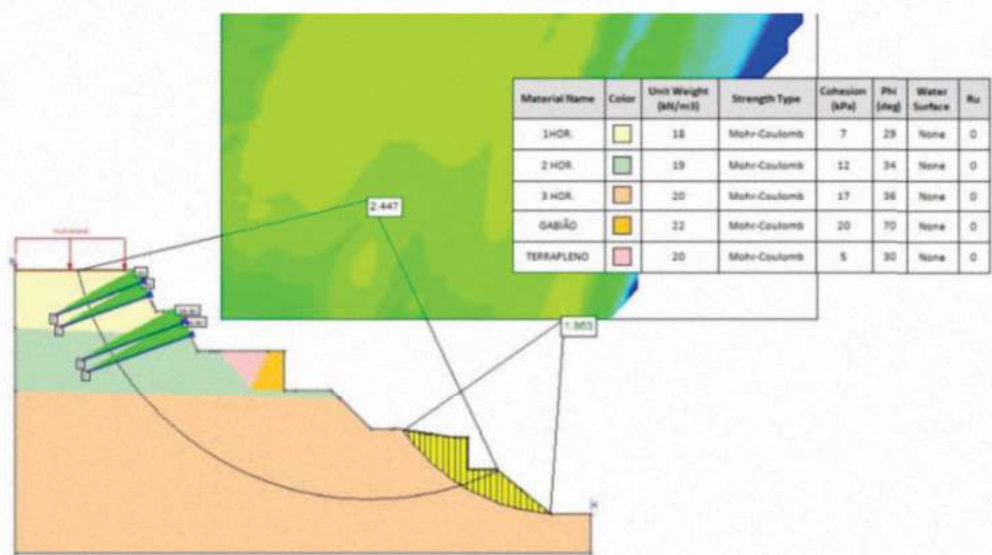


Figura 17: Estabilidade cenário S1-G1

Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

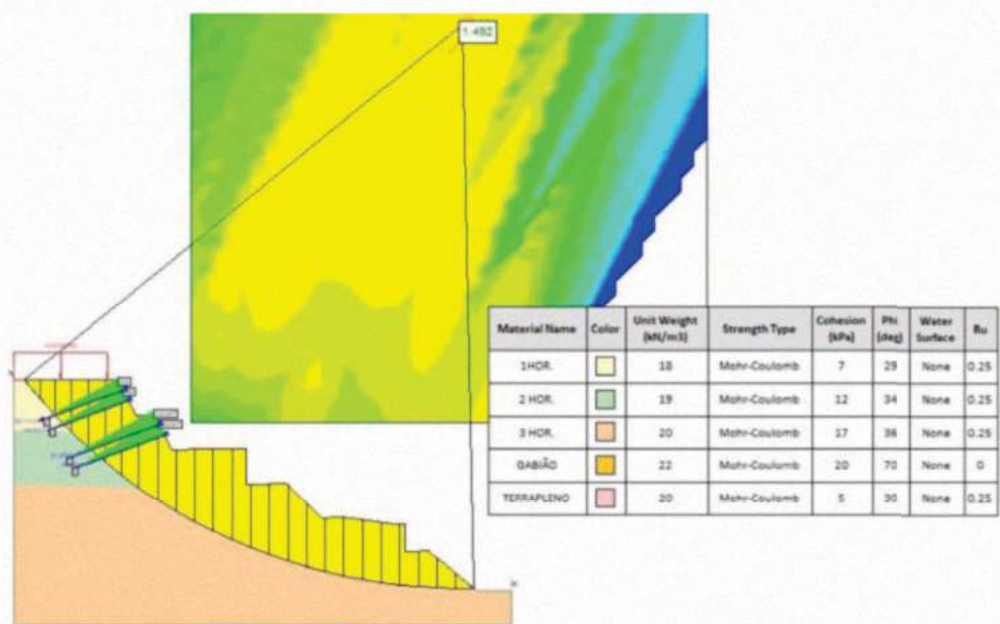


Figura 18: Estabilidade cenário S1-G2

*RAG*  
**Rafael Araújo Guillou**  
Eng.º Civil  
CREA 021 081 852-2

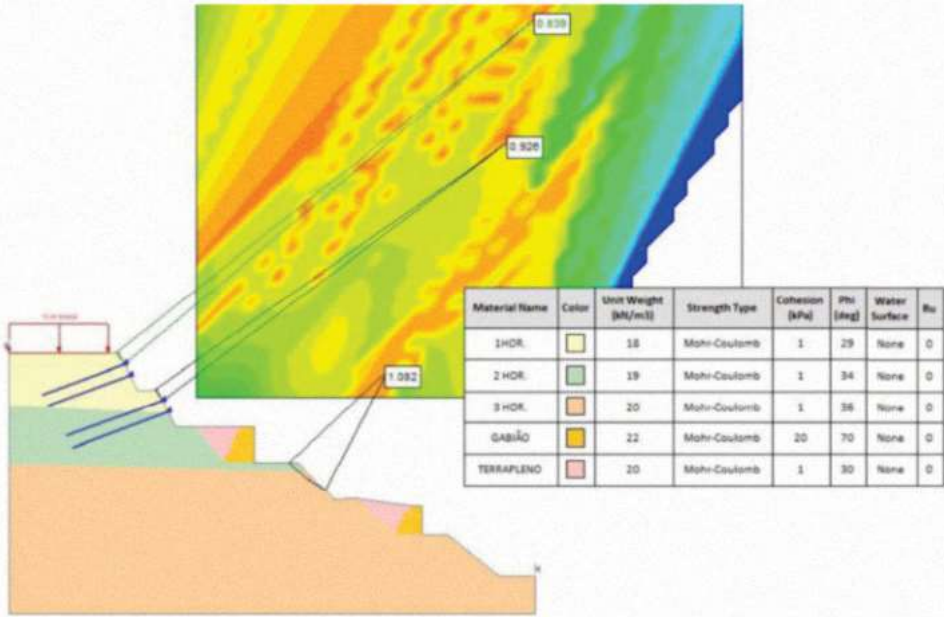


Figura 19: Estabilidade cenário S1-G3

*Rafael Araujo Guillow*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2



16.3 SEÇÃO 2 – SEM TRATAMENTO

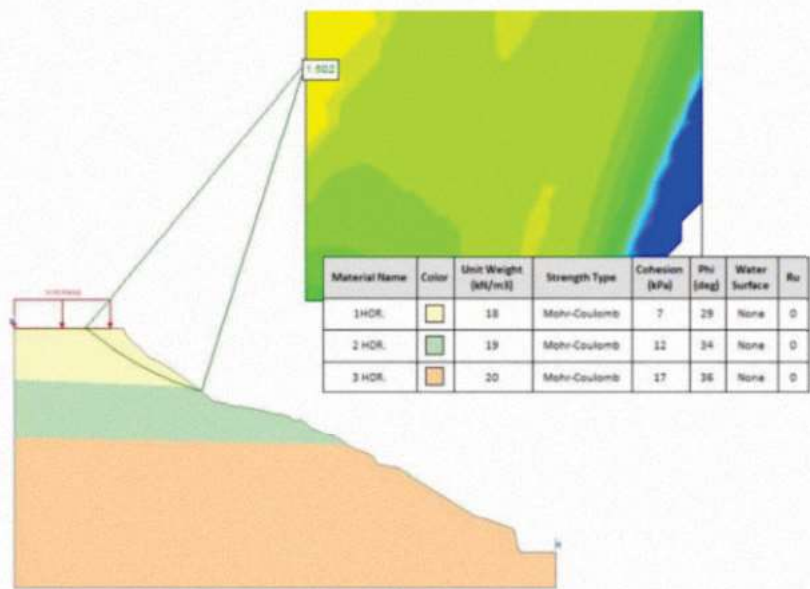


Figura 20: Estabilidade cenário S2-P1

Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 061 852-2

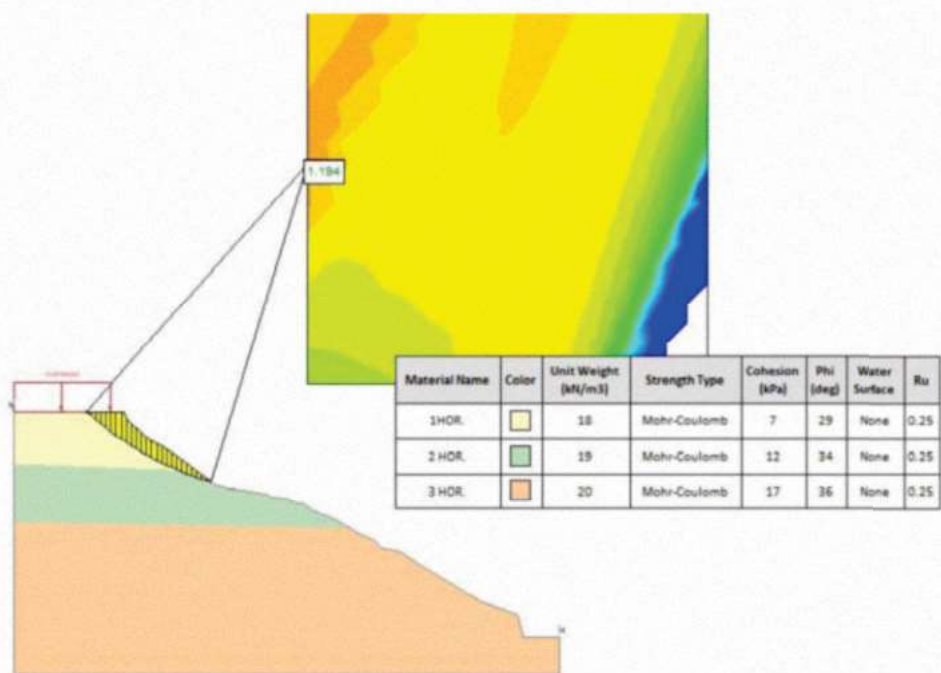


Figura 21: Estabilidade cenário S2-P2

*Rafael Araujo Guillo*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

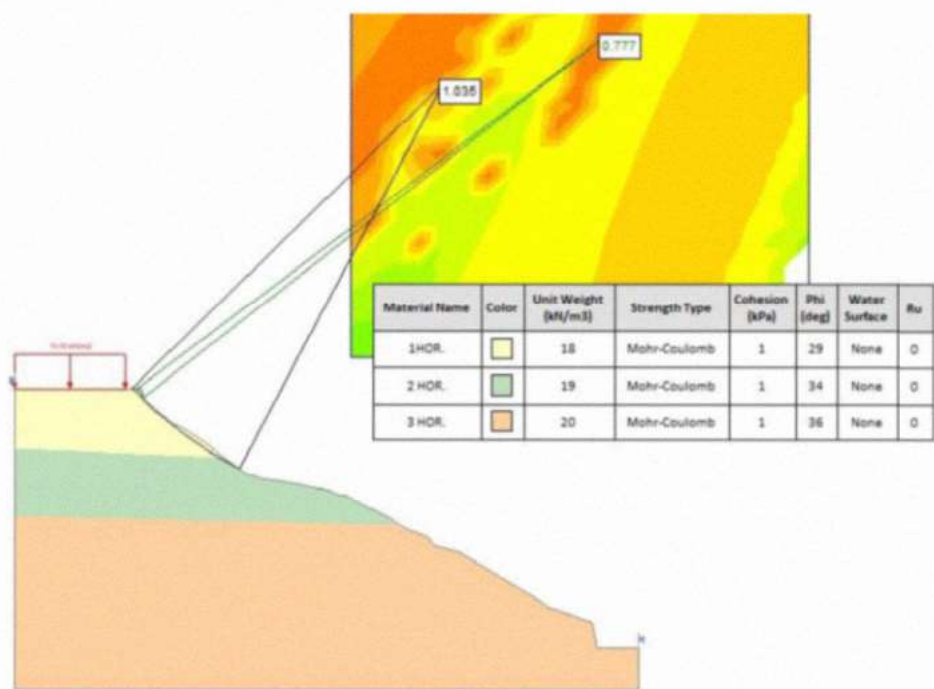


Figura 22: Estabilidade cenário S2-P3

*Rafael Araújo*  
Rafael Araújo Guilhou  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



16.4 SEÇÃO 2 – COM TRATAMENTO

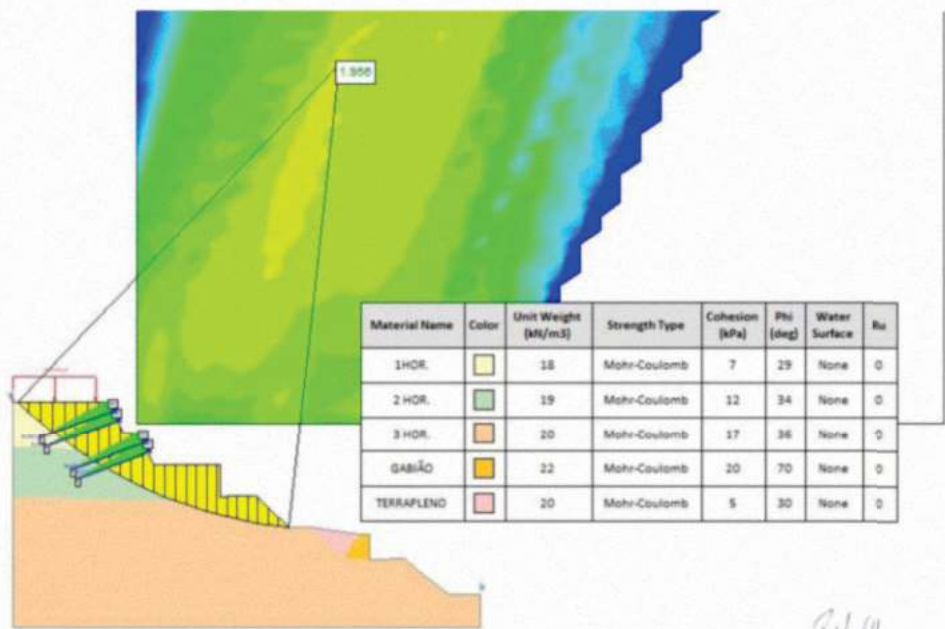


Figura 23: Estabilidade cenário S2-G1

Rafael Araujo Guilhou  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2

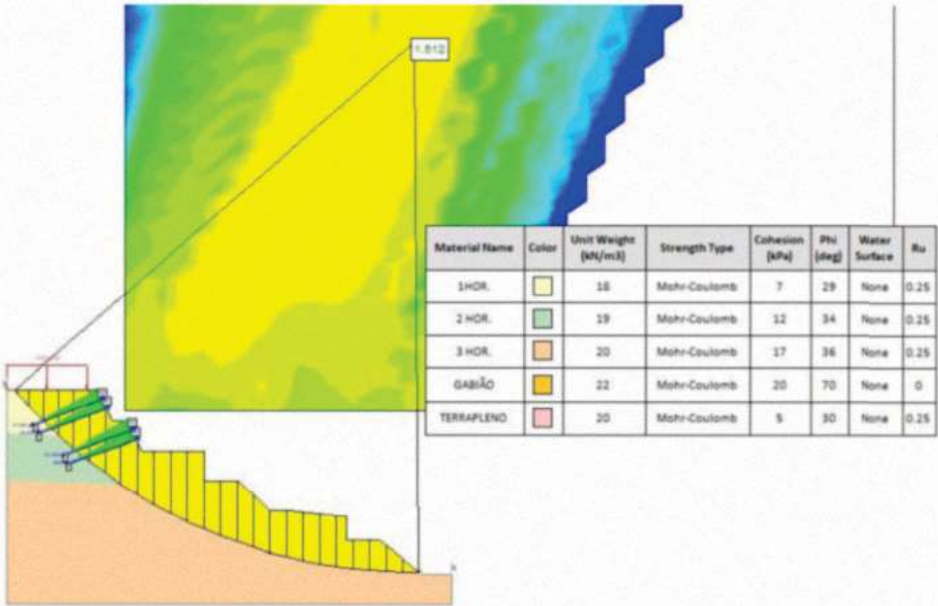


Figura 24: Estabilidade cenário S2-G2

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Eng<sup>a</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

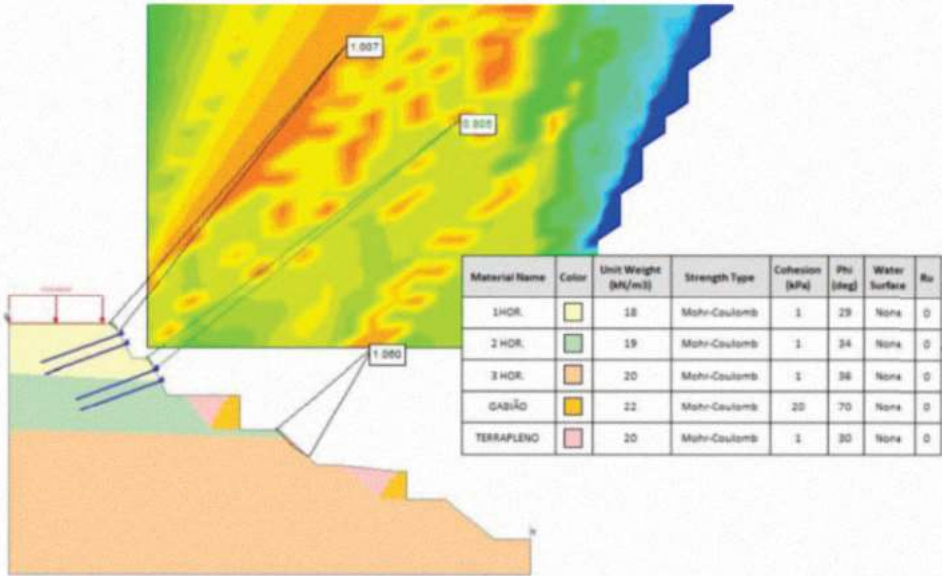


Figura 25: Estabilidade cenário S2-G3

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



16.5 SEÇÃO 3 – SEM TRATAMENTO

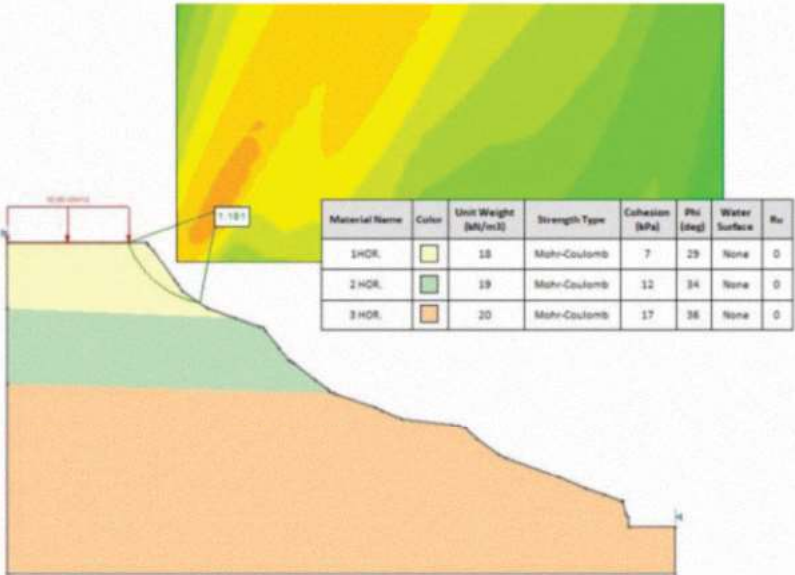


Figura 26:Estabilidade cenário S3-P1

Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

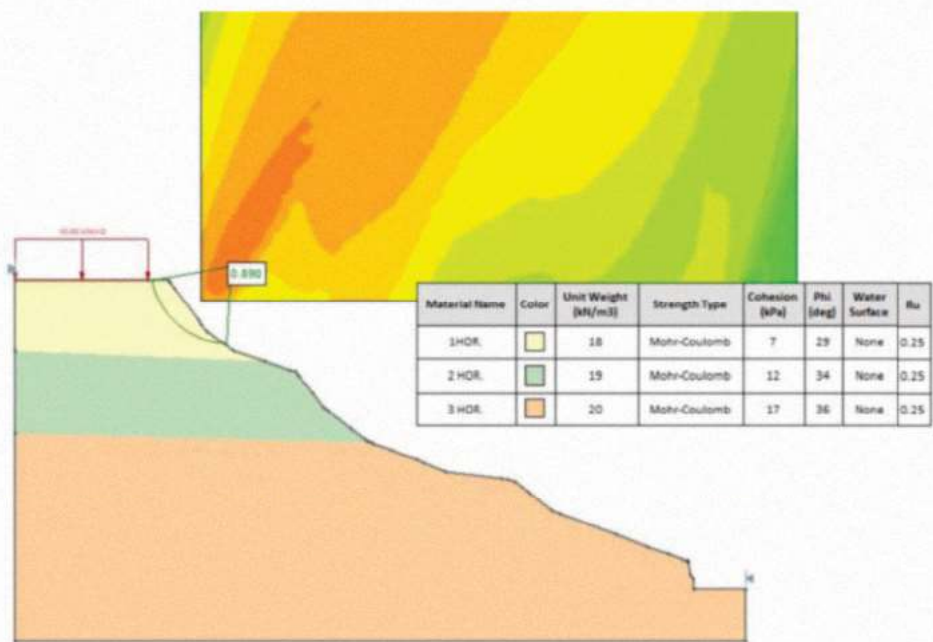


Figura 27: Estabilidade cenário S3-P2

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng.º Civil  
CREA 021 081 852-2

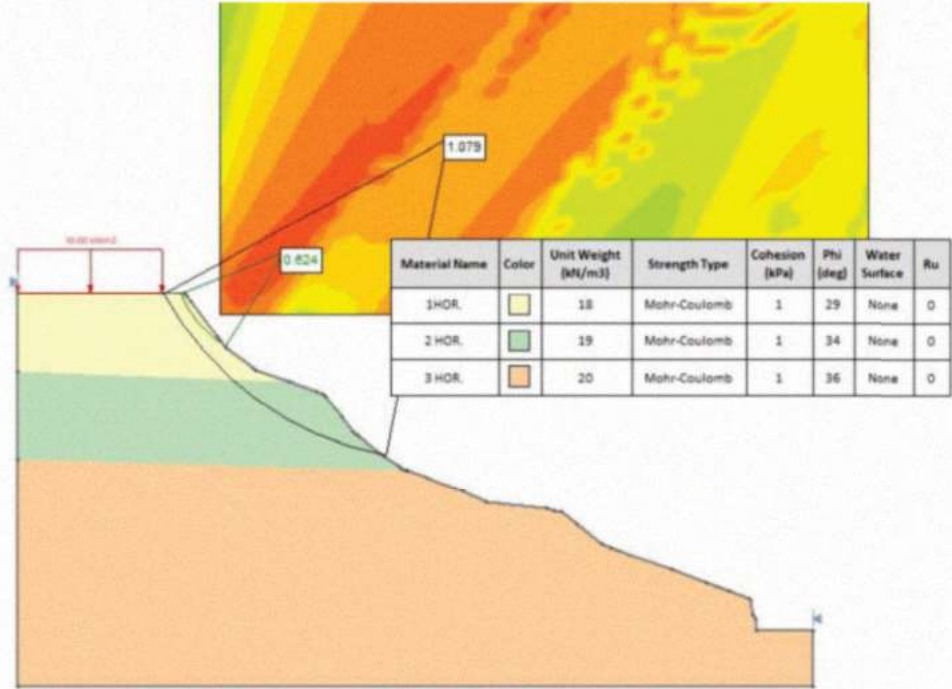


Figura 28: Estabilidade cenário S3-P3

*Rafael Araujo Guilhou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021.081.852-2



16.6 SEÇÃO 3 – COM TRATAMENTO

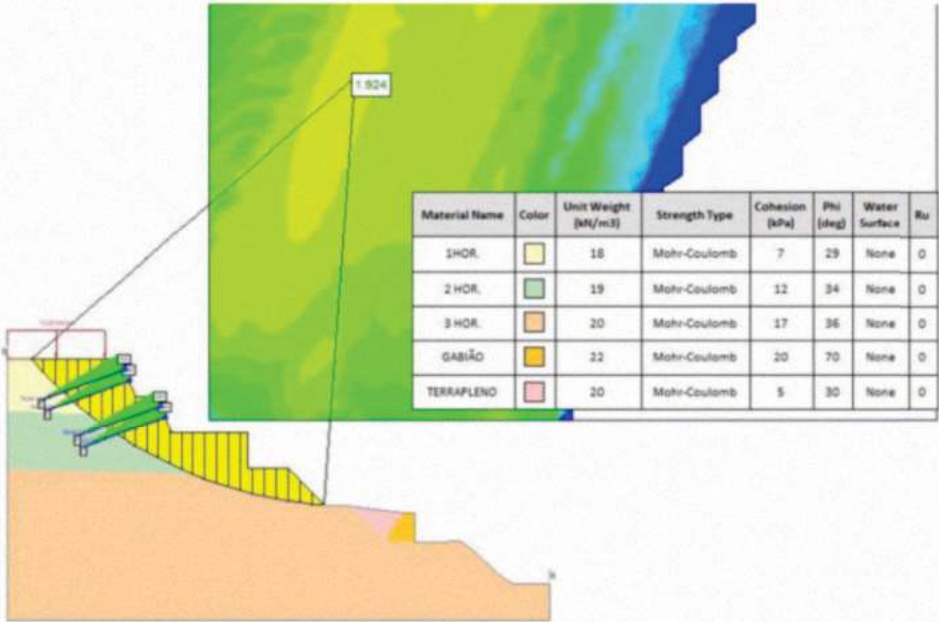


Figura 29: Estabilidade cenário S3-G1

Rafael Araujo Guilhou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

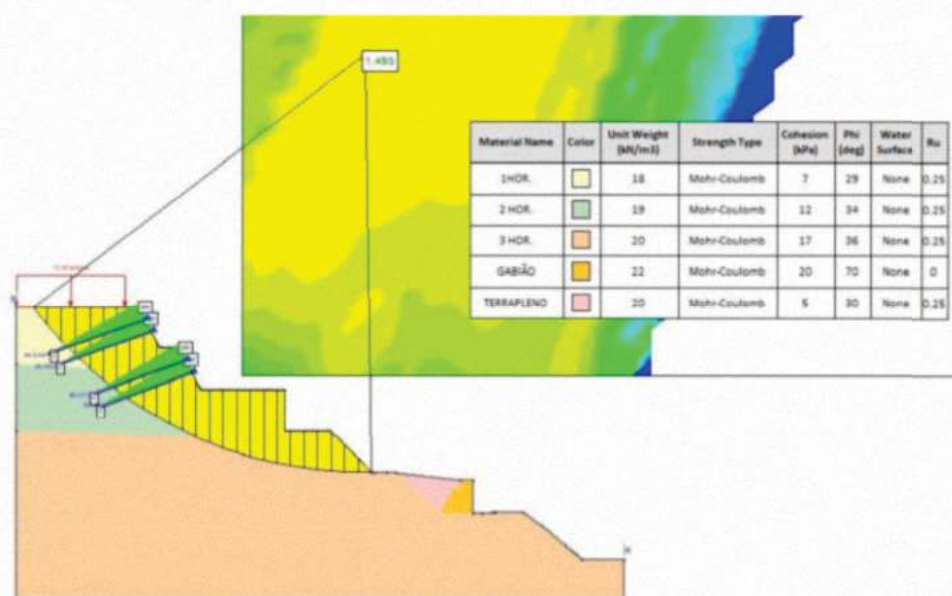


Figura 30: Estabilidade cenário S3-G2

*Rafael*  
**Rafael Araujo Guillou**  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

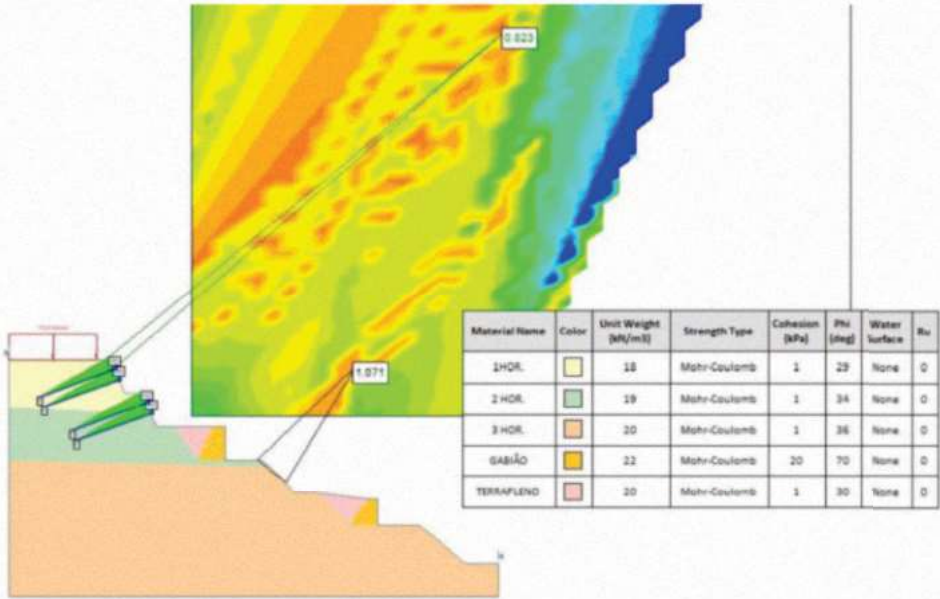


Figura 31: Estabilidade cenário S3-G3

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021.081.852-2



16.7 SEÇÃO 4 – SEM TRATAMENTO

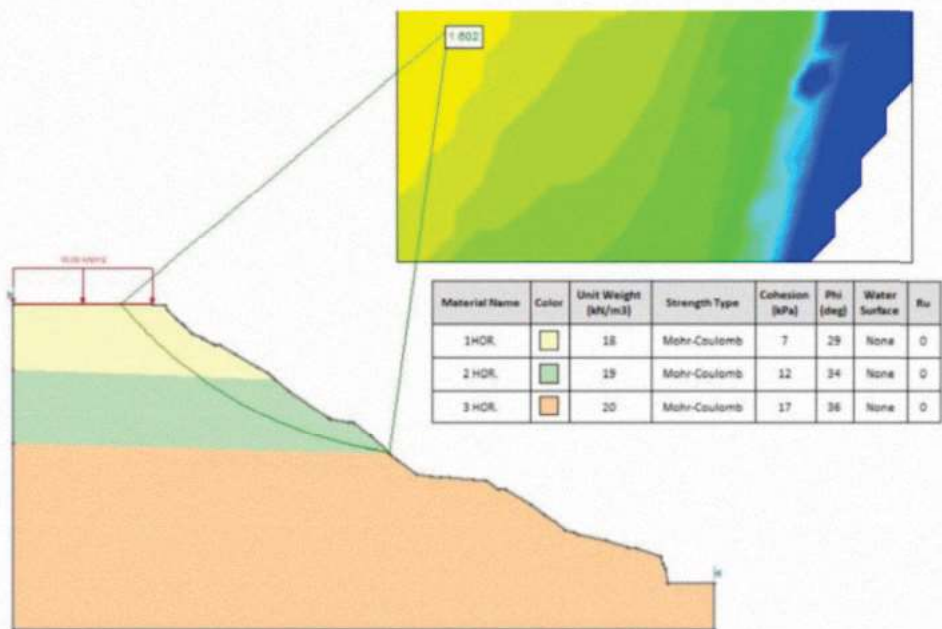


Figura 32: Estabilidade cenário S4-P1

Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

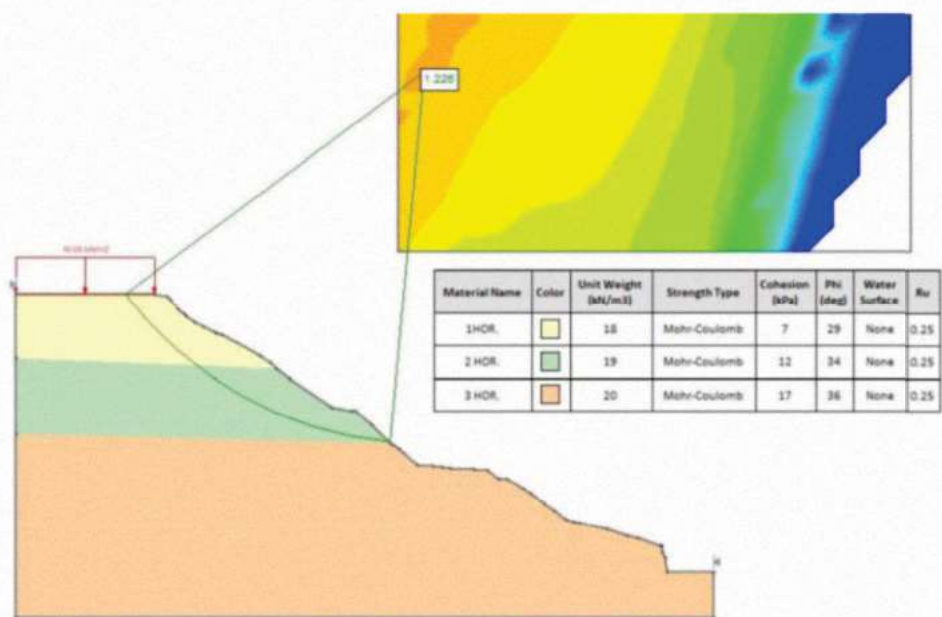


Figura 33: Estabilidade cenário S4-P2

*Rafael Araujo Guillou*  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2

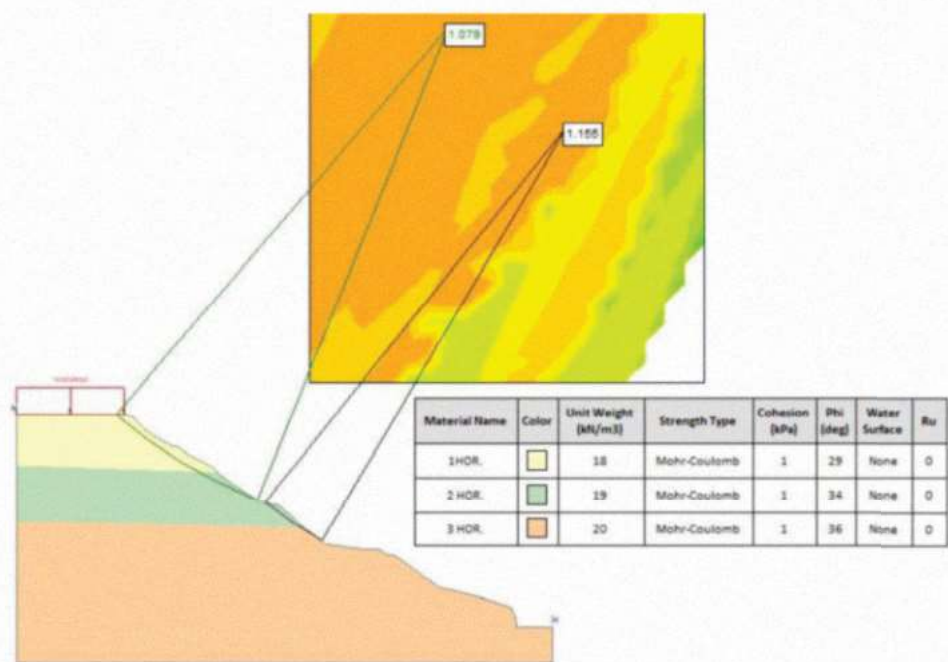


Figura 34: Estabilidade cenário S4-P3

Rafael Araujo Guillou  
Engº Civil  
CREA 021 081 852-2



16.8 SEÇÃO 4 – COM TRATAMENTO

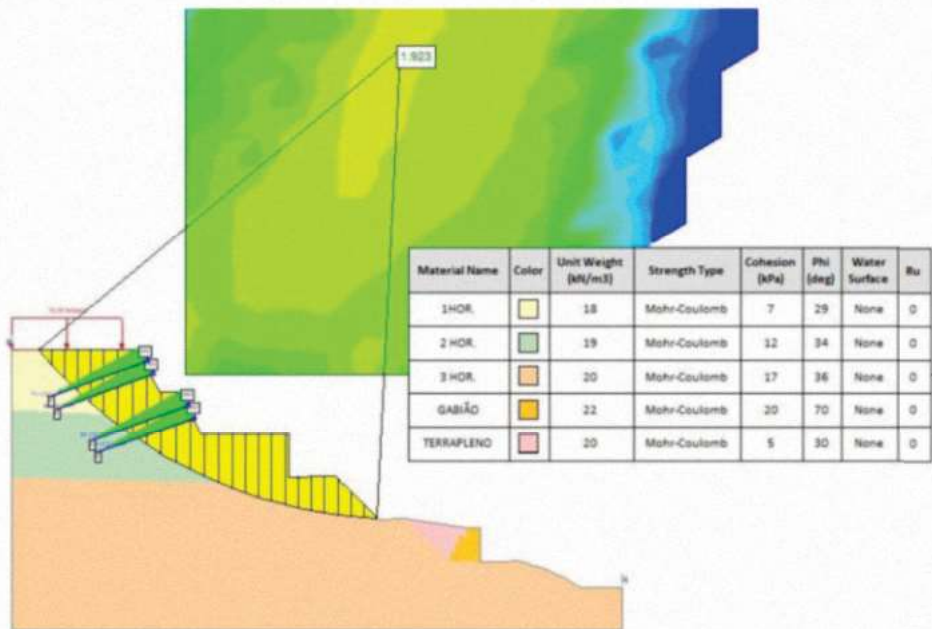


Figura 35: Estabilidade cenário S4-G1

Rafael Araujo Guillou  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

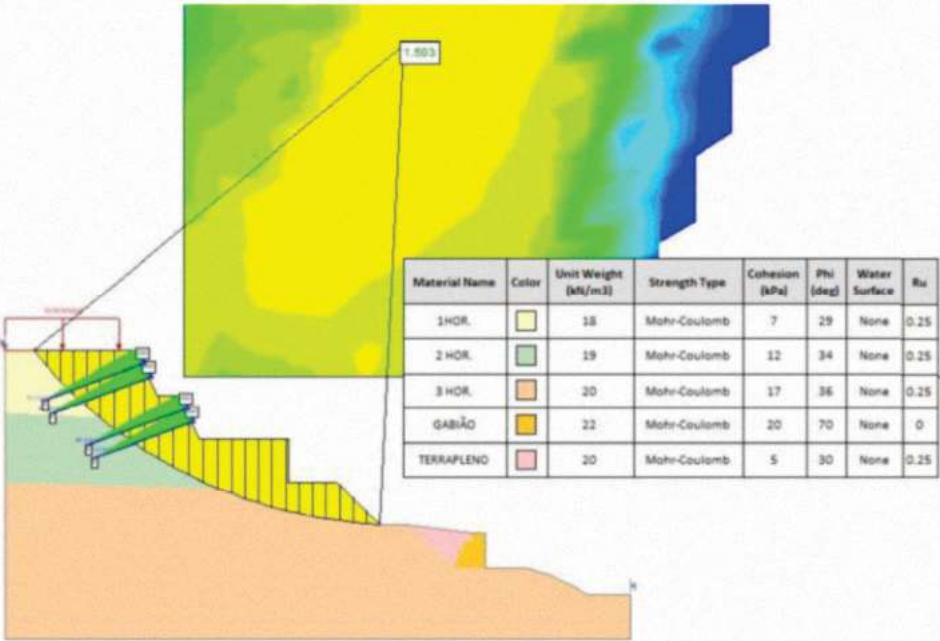


Figura 36: Estabilidade cenário S4-G2

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

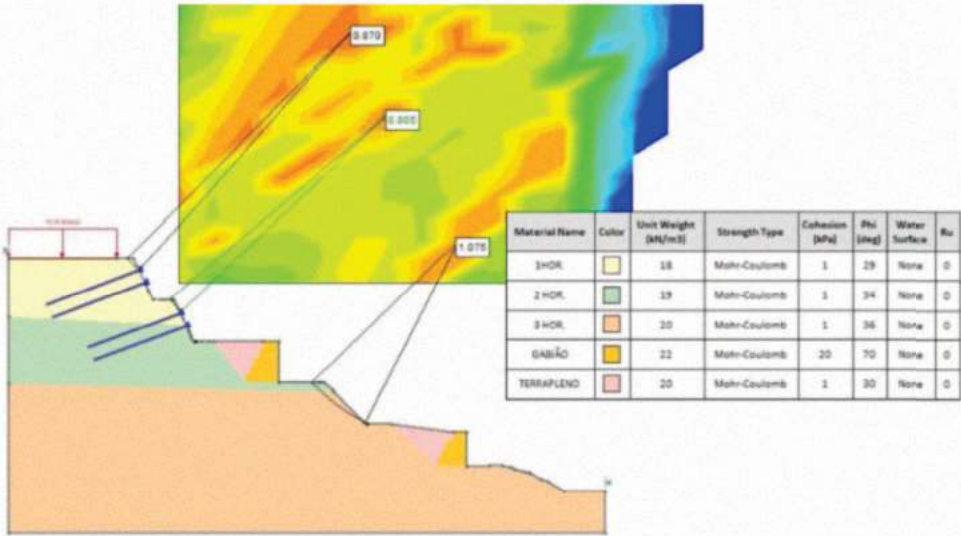


Figura 37: Estabilidade cenário S4-G3

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng. Civil  
CREA 021.081.852-2



## 16.9 SEÇÃO 5 – COM TRATAMENTO

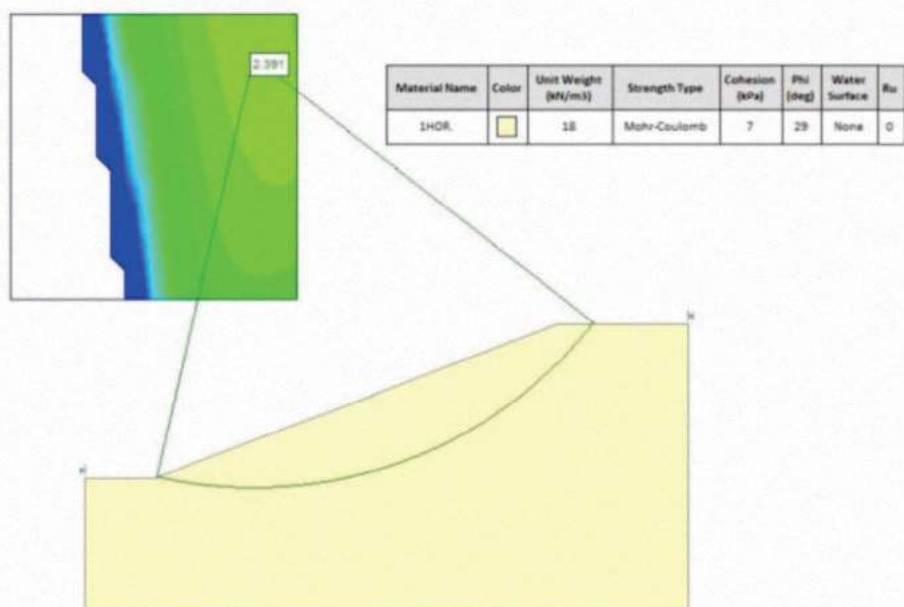


Figura 38: Estabilidade cenário S5-G1

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

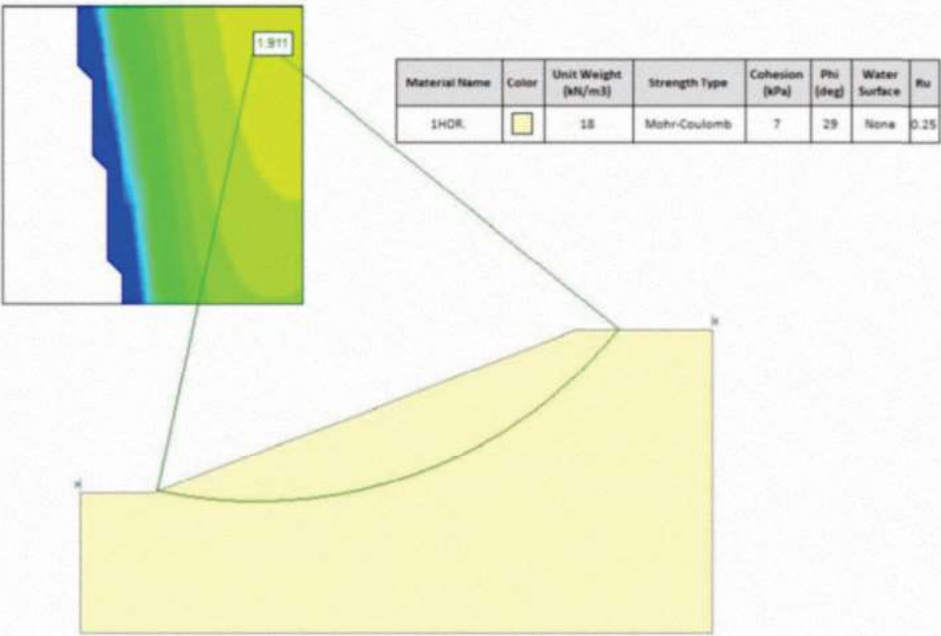
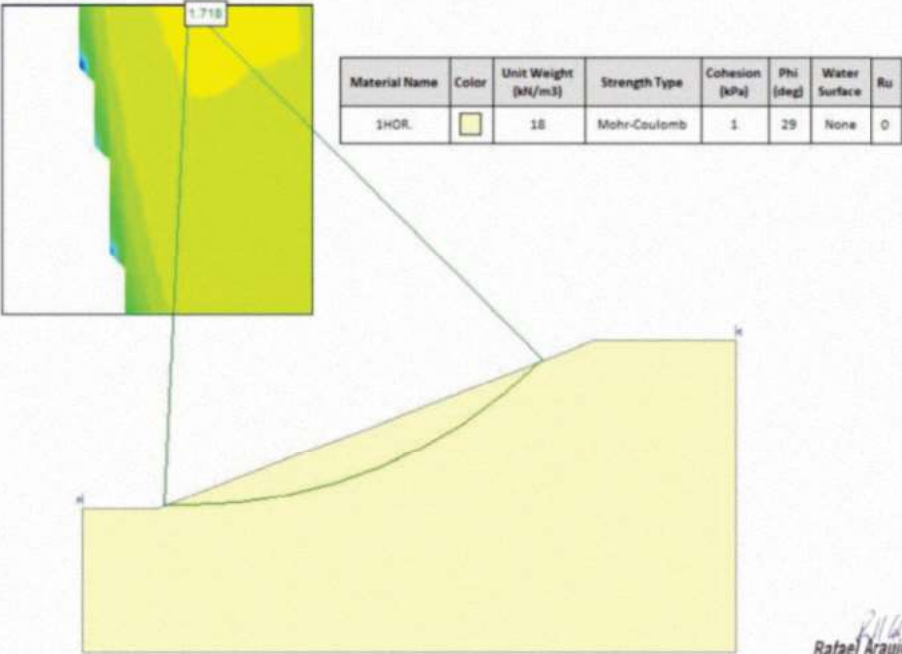


Figura 39: Estabilidade cenário S5-G2

*Rafael Araujo Guillou*  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2

Figura 40: Estabilidade cenário S5-G3



*RAG*  
**Rafael Araújo Guillou**  
Eng<sup>o</sup> Civil  
CREA 021 081 852-2



## 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.

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

### FUTURE ATP

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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

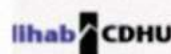
Bairro Casa Forte, - CEP:52.061-080 Recife/PE

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future-motion.eu

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Certificado  
NBR ISO 9001

