

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

ESTABILIZAÇÃO DA ENCOSTA CAMPO ALEGRE

Travessa Campo Alegre, Vale do Reginaldo, em Maceió-AL.

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - ESTABILIDADE DE TALUDE E DRENAGEM

ESTABILIZAÇÃO DA ENCOSTA CAMPO ALEGRE

Travessa Campo Alegre, Vale do Reginaldo, em Maceió-AL.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	MEMORIAL DESCRITIVO				01-03-2020

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Índice

Capítulos

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO	6
2.	INTRODUÇÃO.....	7
2.1	SITUAÇÃO ORIGINAL.....	7
2.2	SOLUÇÃO PROPOSTA.....	8
2.3	BIBLIOGRAFIA.....	9
2.3.1	LIVROS E MANUAIS.....	9
2.3.2	NORMAS TÉCNICAS.....	9
3.	MATERIAIS E DURABILIDADE.....	9
3.1	CRITÉRIOS DE DURABILIDADE	9
3.2	CONCRETO	10
3.3	AÇO PARA O PARAMENTO	10
3.4	AÇO PARA OS GRAMPOS	10
4.	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	11
5.	AÇÕES E SEGURANÇA.....	15
5.1	Materiais.....	15
5.2	Ações Permanentes.....	15
5.3	Fator de Segurança	15
6.	DIMENSIONAMENTO ELU	16
6.1	SEÇÃO TIPO.....	16
6.2	CAPACIDADE DE CARGA DOS GRAMPOS	16

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

6.2.1	RESISTÊNCIA DA BARRA DE AÇO.....	16
6.2.2	RESISTÊNCIA DA PLACA DE ANCORAGEM.....	17
6.2.3	RESISTÊNCIA DE ARRANCAMENTO	17
6.3	ESTABILIDADE INTERNA.....	18
6.4	TOMBAMENTO E DESLIZAMENTO	19
6.5	ESTABILIDADE GLOBAL.....	20
6.6	DIMENSIONAMENTO DO PARAMENTO EM CONCRETO PROJETADO	21
6.6.1	Esforços Solicitantes.....	21
6.6.2	Dimensionamento à Flexão	22
6.6.3	Dimensionamento à Cortante	23
7.	DRENAGEM.....	23
7.1	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO.....	23
7.2	Dimensionamento da Valeta.....	25
7.3	Dimensionamento da Escadaria	26

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

1. DADOS CADASTRAIS DO PROJETO

RAZÃO SOCIAL: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA – SEMINFRA

ENDEREÇO: RUA DO IMPERADOR, Nº 307 – CENTRO

CEP: 57.020-670

CNPJ: 17.926.123/0001-50

Responsável Legal

Secretaria Municipal de Infraestrutura

Engº. Rafael Araújo Guillou

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



2. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo complementar a documentação técnica do projeto, apresentando as características e condicionantes do projeto de Estabilização da Encosta Campo Alegre, localizada no Vale do Reginaldo, Maceió - Alagoas.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da contenção da encosta, 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.

2.1 SITUAÇÃO ORIGINAL

Parte da encosta aparenta ter sido escavada, por meio mecanizado, de forma inapropriada, deixando superfícies muito íngremes, quase que verticais e sem proteção vegetal nenhuma, como ilustra a Figura 1.



Figura 1 – Situação Original

A Figura 2 ilustra o modelo da topografia, extraída em campo.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



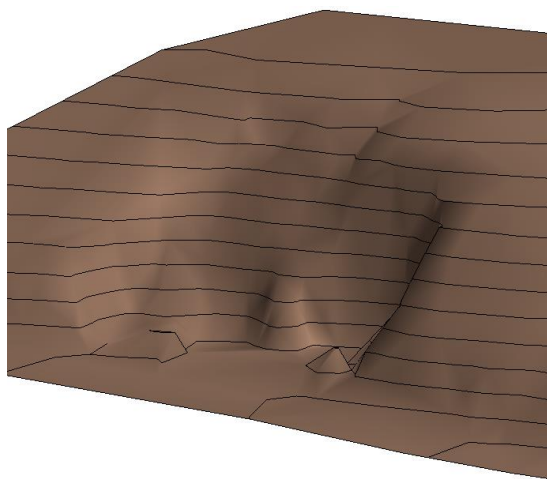


Figura 2 – Modelo da situação original

2.2 SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução sugerida é o re-taludamento com a utilização de grampos para estabilização do trecho da encosta. Por falta de espaço disponível, foi sugerido também a utilização de um pequeno muro de contenção em concreto armado no limite com a calçada, como ilustra a Figura 3.

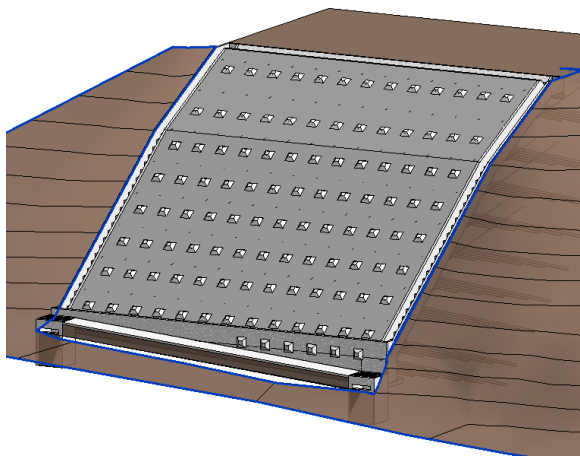


Figura 3 – Solução proposta

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



2.3 BIBLIOGRAFIA

2.3.1 LIVROS E MANUAIS

- Estabilidade de Taludes (Denise M. S. Gerscovich)
- Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação (Guido Guidicini & Carlos M. Nieble)
- Contensões: Teoria e Aplicações em Obras (Denise M. S. Gerscovich & Robson Saramago)
- Soil Nail Walls Reference Manual (AASHTO LRFD Bridge Design Specifications)

2.3.2 NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 6118 (2014): Projeto de estrutura de concreto - Procedimento
- ABNT NBR 6122 (2019): Projeto e execução de fundações
- ABNT NBR 16920-1 (2021): Muros e taludes em solos reforçados Parte 1: Solos reforçados
- ABNT NBR 16920-2 (2021): Muros e taludes em solos reforçados Parte 2: Solos grampeados

3. MATERIAIS E DURABILIDADE

3.1 CRITÉRIOS DE DURABILIDADE

A durabilidade da contenção está diretamente ligada à durabilidade dos grampos. Como a contenção é considerada permanente, admite-se a necessidade de se garantir uma VUP de no mínimo 50 anos. Para tal, sugere-se a utilização do sistema de grampos Diwidag GEWI Plus S670/800 com dupla camada de proteção contra a corrosão por galvanização, ou qualquer outra similar que tenha uma vida útil de no mínimo 100 anos.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Foi considerado também para a durabilidade, o cobrimento de 4,5 cm de concreto/nata de cimento que envolve a barra dos grampos e os elementos presentes no sistema de ancoragem (Placa + Porca).

3.2 CONCRETO

Todos os elementos (Paramento e preenchimento do grampo) devem ser produzidos com concretos dosados para um f_{ck} igual a 25Mpa e as propriedades e seus respectivos valores utilizados para o desenvolvimento do projeto estrutural estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades do concreto utilizadas no projeto.

Propriedade	Valor
Resistência à compressão (f_{ck})	25,0 MPa
Módulo de elasticidade tangente (E_{ci})	28,0 GPa
Módulo de elasticidade secante (E_{ci})	23,8 GPa
Resistência à tração média (f_{ctm})	2,57 MPa

3.3 AÇO PARA O PARAMENTO

O aço considerado para as peças de concreto armado são fios CA-60 fabricadas no sistema de telas soldadas, com conformações superficiais nervuradas, para garantia da aderência.

3.4 AÇO PARA OS GRAMPOS

O aço adotado é do tipo GEWI S670/800 com dupla camada de proteção por galvanização. As propriedades desse aço estão listadas abaixo.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27




Tabela 2 - Propriedades do aço utilizadas no projeto.

Propriedade	Valor
Tensão de escoamento (f_{yk})	670,0 MPa
Tensão de ruptura (f_u)	800,0 MPa
Módulo de elasticidade (E_s)	200,0 GPa

4. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Por se tratar de um projeto de uma situação emergencial, as análises foram realizadas mesmo sem possuir a campanha de ensaios necessários para o projeto executivo. Nesse sentido, todas as análises devem ser refeitas previamente ao projeto executivo, de forma que as análises estejam suficiente mente coerentes com a realidade.

Não obstante, foram realizados ensaios de granulometrias e limite de liquidez e de plasticidade, com resultados ilustrados abaixo.



GRANULOMETRIA DE SOLOS

(DNER-ME 080/94)

OBRA : ESTUDOS GEOTECNICOS DO SOLO

Ensaio de Granulometria por Peneiramento

UMIDADE	%	%	AMOSTRA	Total	Parcial
Cápsula - N°	42	43	Cápsula - N°	11	29
Peso Bruto Úmido	50.00	50.00	Peso Bruto Úmido	2000	200
Peso Bruto Seco	48.82	48.82	Peso Úmido	2000	200
Peso da Cápsula			Peso Retido na # N° 10	112.2	
Peso da Água	1.18	1.18	Peso Úmido Pass. na # N° 10	1887.8	
Peso do Solo Seco	48.82	48.82	Peso Seco Pass. na # N° 10	1843.2	
Umidade	2.4	2.4	Peso da amostra Seca	1955.4	195.3
Umidade Média	2.4				

Peneiramento

Peneiras	Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa	Peneiras	CONSTANTES
			Am Total		
Pol	mm			Pol	
2	50.8	1955.4	100.0	2	$K_{100} = 100 \cdot 0.0511$
1 1/2	38.1	1955.4	100.0	1 1/2	
1	25.4	1955.4	100.0	1	$K_{200} = 100 \cdot 0.4827$
3/4	19.1	0.00	1955.4	3/4	
1/2	12.7	12.72	1942.7	1/2	
3/8	9.5	9.32	1933.4	3/8	
n°4	4.8	20.93	1912.5	n°4	
n°10	2.0	69.25	1843.2	n°10	
n°40	0.42	62.18	133.1	n°40	
n°200	0.074	40.38	92.7	n°200	

FAIXA "D" da AASHO

Obs:

Figura 4 – Ensaio de granulometria

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



FUTURE

ATP

ENGENHARIA

PARA ALÉM DA TÉCNICA

ENSAIOS FÍSICOS

(DNER-ME 082/94)

OBRA : ESTUDOS GEOTECNICOS DO SOLO

LIMITE DE LIQUEDEZ

Cápsula	N.º	08	18	24	23	03	Operator:	<div>24/09/2021</div> <div>Calculista:</div> <div>LL= 39.8%</div>
Golpes	g	05	12	22	34	46		
Peso Bruto Úmido	g	12.13	13.12	14.09	12.68	12.75		
Peso Bruto Seco	g	11.02	11.73	12.58	11.47	11.61		
Peso da Cápsula	g	8.40	8.35	8.86	8.40	8.63		
Peso da Água	g	1.11	1.39	1.51	1.21	1.14		
Peso do Solo Seco	g	2.62	3.38	3.72	3.07	2.98		
Umidade	%	42.37	41.12	40.59	39.41	38.26		

LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula	N.º	02	05	06	09	11	LP = 31.0%	I.P.= 8.8%	Obs:
Peso Bruto Úmido	g	10.42	10.98	10.97	11.08	10.16			
Peso Bruto Seco	g	10.01	10.47	10.43	10.51	9.73			
Peso da Cápsula	g	8.65	8.82	8.70	8.67	8.37			
Peso da Água	g	0.41	0.51	0.54	0.57	0.43			
Peso do Solo Seco	g	1.36	1.65	1.73	1.84	1.36			
Umidade	%	30.15	30.91	31.21	30.98	31.62			

Figura 5 – Ensaio de Limites de Liqueidez e Plasticidade.

A partir da Figura 4 e da Figura 5, percebe-se que o solo é classificado como Areia silto-argilosa, coincidindo-se com o padrão da parte alta da cidade de Maceió, como ilustrado pela imagem abaixo.

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
25,00	AREIA argilo-siltosa, com pouco pedregulho, ferruginosa, medianamente compacta a muito compacta.
30,00	SPT: 15 a 50
35,00	ARGILA ferruginosa, pouco arenosa, consistência dura.
40,00	SPT: 20 a 60

Figura 6 – Perfil de solo típico da região alta de Maceió (Marques & Marques, Livro ABMS – Geotecnia Nordeste)

Considerando o trabalho de Marques, et. al, denominado de Caracterização Geotécnica de um Perfil de Solo Não Saturado da Formação Barreiras da Cidade de Maceio-Al, verifica-se que a partir de ensaios SPT e de cisalhamento direto retirados de dentro do Campus de Maceió da Universidade Federal de Alagoas, local pertencente à região de formação barreiras de Maceió, os parâmetros do solo encontrados são descritos abaixo.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaias, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



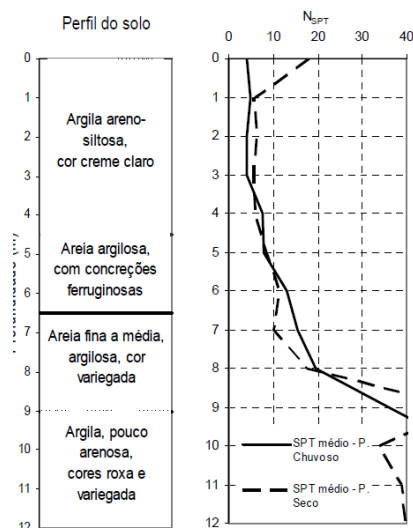


Figura 7 – Ensaio SPT de um local específico da região Barreiras de Maceió (Marque et. Al)

Índices físicos	1,10	3,10	5,10	7,20	8,40
γ_g (kN/m ³)	26,32	26,14	26,14	26,21	26,18
γ_{nat} (kN/m ³)	14,39	15,95	16,17	17,45	18,13
e	1,214	1,000	0,909	0,647	0,605
n	0,55	0,50	0,48	0,39	0,38
LL (%)	48	49	39	34	36
IP (%)	20	19	13	12	12
Ia	0,40	0,39	0,42	0,52	0,67
Δw_{nat} (%)	21,6 – 27,2	22,3 – 24,5	17,8 – 22,9	11,2 – 17,1	9,3 – 11,4
ΔSr (%)	46,8 – 59,0	58,3 – 64,0	51,2 – 65,9	45,4 – 69,3	43,3 – 53,1

Figura 8 – Parâmetros do solo de um local específico da região Barreiras de Maceió (Marque et. Al)

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27




Prof. (m)	ENSAIO UMIDADE NATURAL (CDN)				
	w _o (%)	w _f (%)	Sr _f (%)	C (kPa)	φ (°)
1,10	20,1	19,1	42,7	9,76	31,2
3,10	21,9	21,8	57,2	15,75	27,2
5,10	16,5	16,0	47,8	17,18	31,6
7,20	10,1	9,7	39,3	7,25	32,7
8,40	11,9	11,7	49,9	21,65	36,1

Prof. (m)	ENSAIO INUNDADO (CDI)				
	w _o (%)	w _f (%)	Sr _f (%)	C (kPa)	φ (°)
1,10	19,7	33,1	71,8	0	31,9
3,10	20,4	34,8	91,0	0	30,0
5,10	14,9	30,4	87,4	0	31,8
7,20	15,5	23,0	93,2	0	34,9
8,40	10,2	20,0	86,9	1,64	27,9

Figura 9 - Ensaio de cisalhamento direto de um local específico da região Barreiras de Maceió (Marque et. Al)

Verifica-se que quando o solo é saturado, perde toda sua coesão e que o ângulo de atrito não se altera significativamente. Nesse sentido, todo o dimensionamento foi feito considerando o pior ângulo de atrito das amostras e sem coesão nenhuma, já que a pior situação seria justamente aquela em que o sistema de drenagem falhasse.

Os parâmetros de solo adotados foram:

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Areia Silto-Argilosa		18.5	Mohr-Coulomb	0	27

Não foi considerado o nível de lençol freático, a ser determinado pela campanha de ensaios SPT que devem ser realizadas antes do projeto executivo. Recomenda-se também uma campanha de ensaios de cisalhamento direto natural e inundado para o solo da região.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



5. AÇÕES E SEGURANÇA

Todos os valores abaixo apresentados, foram extraídos da NBR 8681:2003, da NBR 6118:2014 e da NBR8800:2008.

5.1 Materiais

Tabela 3 – Ponderadores para a resistência dos materiais.

Material	Coeficiente
Concreto (γ_c)	1,40
Aço para armadura (γ_s)	1,15

5.2 Ações Permanentes

Tabela 4 – Ponderadores para ações permanentes (γ_g).

Tipo de Estrutura	Efeito Desfavorável	Efeito Favorável
Edificações em geral	1,40	1,00

5.3 Fator de Segurança

Considera-se que na região, o nível de segurança contra danos materiais e ambientais, assim como o de contra danos à vidas humanas são altos, por se tratar de uma região urbanizada e com vias locais que não podem permanecer sem fluxo por elevado período de tempo.

Nesse sentido, o Fator de Segurança a ser utilizado é igual à $FS = 1,5$.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

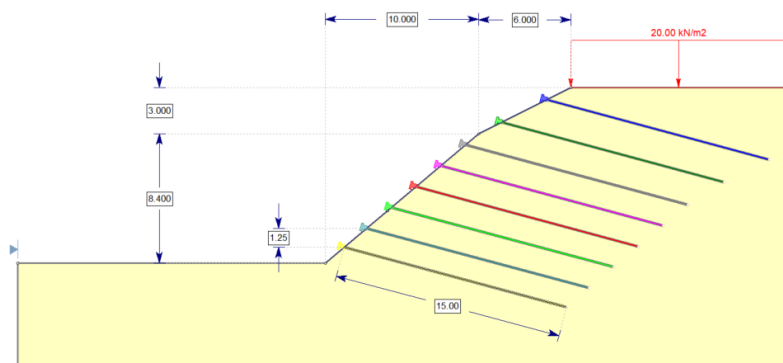
CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



6. DIMENSIONAMENTO ELU

6.1 SEÇÃO TIPO



6.2 CAPACIDADE DE CARGA DOS GRAMPOS

6.2.1 RESISTÊNCIA DA BARRA DE AÇO

A resistência da barra de aço do grampo é calculada da seguinte maneira:

$$R_t = \frac{\pi d_s^2 f_y}{4 \gamma_s}$$

Em que:

R_t – Resistência da barra de aço;

d_s - Diâmetro da barra de aço;

f_y – Tensão de escoamento do aço;

γ_s – Coeficiente de segurança do aço.

A resistência da barra é calculada fazendo-se:

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



$$d_s := 32 \text{ mm}$$

$$f_y := 670 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$R_t := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} \cdot \frac{f_y}{\gamma_s} = 468.6 \text{ kN}$$

6.2.2 RESISTÊNCIA DA PLACA DE ANCORAGEM

A placa de ancoragem sugerida no projeto faz parte do sistema Diwidag e é garantida pelo fabricante que a resistência do sistema é maior do que a resistência da própria barra. Nesse sentido, a resistência de ancoragem é considerada igual à da barra.

6.2.3 RESISTÊNCIA DE ARRANCAMENTO

A resistência de arrancamento é determinada a partir da tensão efetiva que a camada de solo acima do grampo causa no mesmo. Ela é calculada ao longo do comprimento do grampo e pode ser determinada a partir da equação abaixo.

$$T_p = \frac{\pi d (K_a \sigma_z \tan \varphi + c)}{FS_e}$$

Em que:

d – diâmetro do furo do grampo;

φ – ângulo de atrito do solo;

c – coesão do solo;

FS_e – fator de segurança da carga de aderência;

K_a – coeficiente de empuxo;

σ_z – tensão geostática média do solo acima do grampo;

γ – peso específico do solo;

$h_{méd}$ – altura média da camada de solo acima de cada grampo.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



$$d := 120 \text{ mm} \quad \varphi := 27^\circ \quad c := 0 \text{ kPa} \quad \gamma := 18.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad FS := 1.5$$

$$K_a := \frac{1 + (1 - \sin(\varphi))}{2} = 0.773$$

$$h_{méd} := \frac{A}{L} = \begin{bmatrix} 2.4 \\ 3.5 \\ 4.3 \\ 5.1 \\ 5.6 \\ 6.1 \\ 6.4 \\ 6.7 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\sigma_z := h_{méd} \cdot \gamma = \begin{bmatrix} 44.4 \\ 64.8 \\ 79.6 \\ 94.4 \\ 103.6 \\ 112.9 \\ 118.4 \\ 124 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$T_p := \frac{\pi \cdot d \cdot (K_a \cdot \sigma_z \cdot \tan(\varphi) + c)}{FS} = \begin{bmatrix} 4.4 \\ 6.4 \\ 7.9 \\ 9.3 \\ 10.3 \\ 11.2 \\ 11.7 \\ 12.3 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

6.3 ESTABILIDADE INTERNA

A estabilidade interna é verificada para várias superfícies de deslizamento retas, internas ao conjunto dos grampos. A Figura 10 ilustra a superfície com pior resultado.

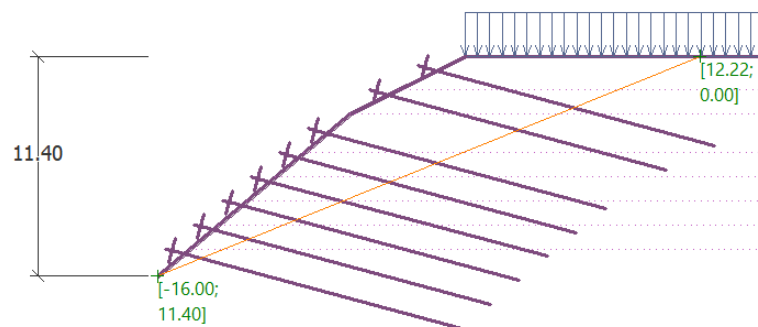


Figura 10 – Superfície de ruptura interna.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Ângulo da superfície de deslizamento:	22,0 °
Origem da superfície de deslizamento:	Na base do talude
Forças gravitacionais:	1721,20 kN/m
Forças gravitacionais paralelas à superfície de deslizamento:	644,47 kN/m
Força Solicitante:	644,47 kN/m
Resistência ao atrito do solo na superfície de deslizamento:	899,71 kN/m
Resistência dos grampos na superfície de deslizamento:	442,66 kN/m
Força Resistente:	1.342,37 kN/m
Fator de Segurança:	2,08 (OK!!)

6.4 TOMBAMENTO E DESLIZAMENTO

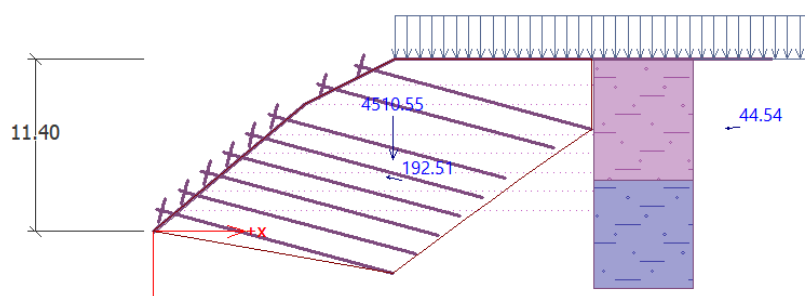


Figura 11 – Diagrama de equilíbrio estático

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



Verificação de Tombamento

Momento resistente: 71248,33 kNm/m

Momento de Tombamento: 980,12 kNm/m

Fator de Segurança: 72,7 (OK!)

Verificação de Deslizamento

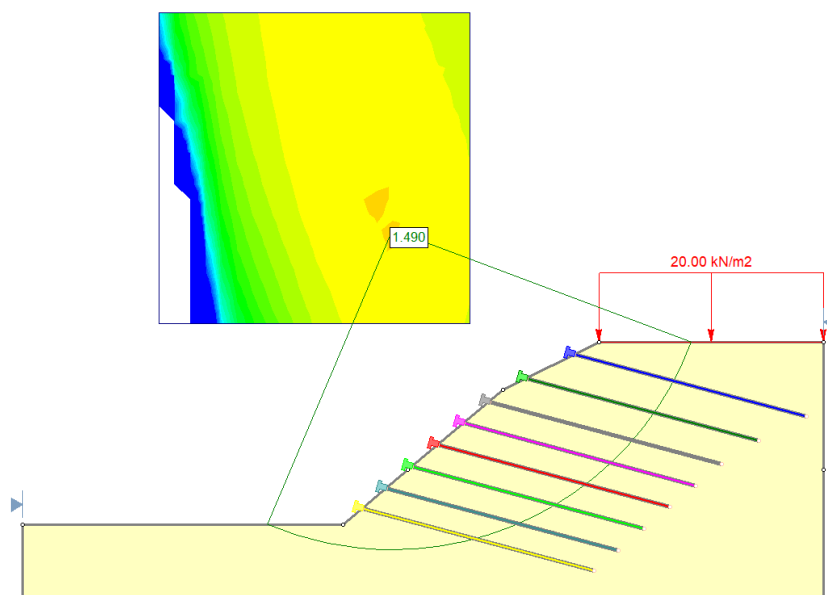
Força resistente: 2087,85 kN/m

Força de Deslizamento: 232,65 kN/m

Fator de Segurança: 8,97 (OK!!)

6.5 ESTABILIDADE GLOBAL

Utilizando o método das fatias de Morgenstern-Price, verifica-se que a estabilidade global é garantida com o FS=1,5, como ilustra a .



FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

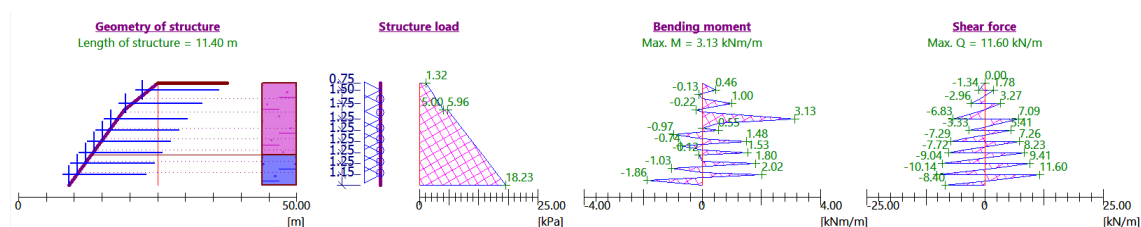
CNPJ: 35.467.604/0001-27



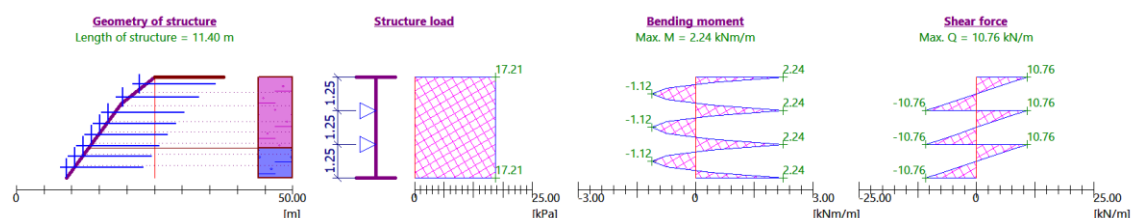
6.6 DIMENSIONAMENTO DO PARAMENTO EM CONCRETO PROJETADO

6.6.1 Esforços Solicitantes

Vertical:



Horizontal:



FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





6.6.2 Dimensionamento à Flexão

▼ Materiais

f_{ck} MPa

Geometria / Seção

☒  ☐ 

b_w cm

d cm

Esforço solicitante

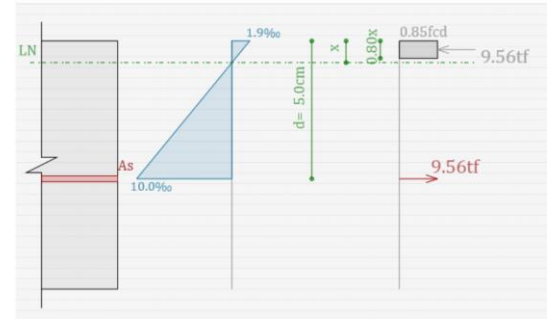
$M_{Sd} (tf.m) = M_{Sk} (tf.m) \times \gamma_f$

= x

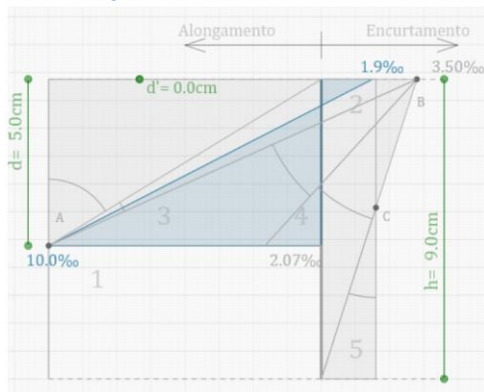
Resultados

$A_s = 2.20 \text{ cm}^2$
 $A_s' = 0.00 \text{ cm}^2$
 $x = 0.79 \text{ cm}$
 $\beta_x = x/d = 0.16$

Equilíbrio



Deformação/Domínios



FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



6.6.3 Dimensionamento à Cortante

▼ Materiais f_{ck} <input type="text" value="25"/> MPa		^ Força cortante <input type="radio"/> Linear (viga, pilar) <input checked="" type="radio"/> Laje	
▼ Geometria b_w <input type="text" value="100"/> cm $b_{w,min}$ <input type="text" value="100"/> cm h <input type="text" value="10"/> cm d <input type="text" value="5"/> cm		A_c <input type="text" value="0"/> cm ² A_{s1} <input type="text" value="0"/> cm ² k <input type="text" value="=1.6-d >1"/> N_{sd} <input type="text" value="0"/> tf	
^ Modelo <input checked="" type="radio"/> Modelo I <input type="radio"/> Modelo II θ <input type="text" value="45"/> °		<input type="radio"/> Flexão simples ou flexo-tração com LN fora da seção <input checked="" type="radio"/> Flexão simples ou flexo-tração com LN cortando a seção <input type="radio"/> Flexo-compressão M_o <input type="text" value="0"/> tf.m $M_{sd,max}$ <input type="text" value="0"/> tf.m V_{sd} <input type="text" value="2.24"/> tf	

Resultados

Cortante

$$A_{sw,nec} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} - 2R$$

$$A_{sw,min} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} - 2R$$

$$A_{sw,real} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} - 2R$$

$$V_{Rd1} = 2.98 \text{ tf}$$

$$V_{Rd2} = 21.70 \text{ tf}$$

$$V_{Rd3} = 0.00 \text{ tf}$$

$$V_c = 0.00 \text{ tf}$$

$$V_{sw} = 0.00 \text{ tf}$$

7. DRENAGEM

7.1 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84





Perímetro: 160,70 Metros

Área: 1.618,79 Metros quadrados

Área de Influência:	1.618,00	M ²
Tempo de recorrência:	100	Anos
Duração da chuva:	1	hr
Intensidade da Chuva:	$i := \frac{274.9 \cdot T^{0.28}}{(t + 6)^{0.56}} = 336$	mm/hr

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



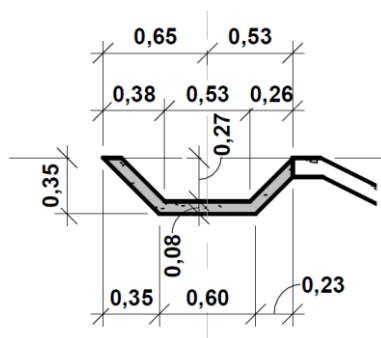
CNPJ: 35.467.604/0001-27

Vazão de Projeto:	$Q := A \cdot i = 0.151$	m ³ /s
-------------------	--------------------------	-------------------

7.2 Dimensionamento da Valeta

Dados de Entrada	
Vazão (m ³ /s)	0.151
Coeficiente de Manning	0.02
Declividade (m/m)	0.01
Largura inferior (m)	0.5
Inclinação lateral (h/v)	1

Resultados	
Área molhada (m ²)	0.123
Coeficiente de Manning	0.02
Declividade (m/m)	0.01
Inclinação lateral (h/v)	1
Largura superior (m)	0.861
Largura do fundo (m)	0.5
Número de Froude	1.037
Profundidade do fluxo (m)	0.18
Vazão (m ³ /s)	0.15
Velocidade (m/s)	1.23



FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

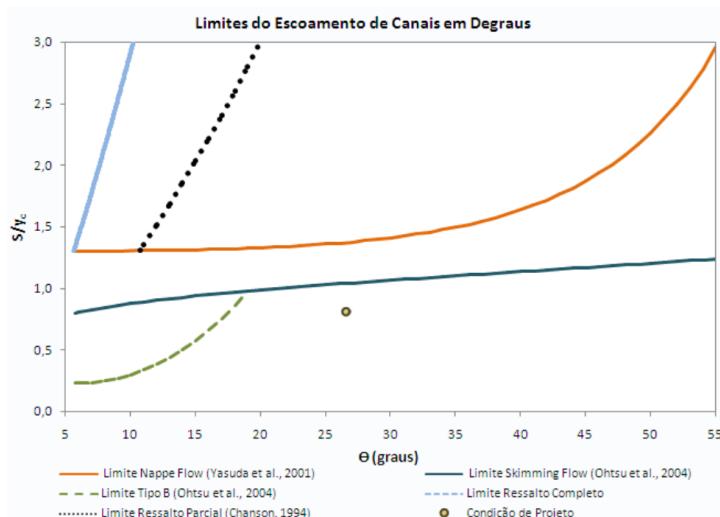
CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



7.3 Dimensionamento da Escadaria

- Tipo de Escoamento – Skimming Flow



Dados de Entrada	
Vazão (m³/s)	0.2
Largura do Canal (m)	0.4
Altura do Degrau (m)	0.2
Comprimento do Patamar do Degrau (m)	0.4
Desnível do Trecho (m)	12.0

Resultados	
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	26.6
Vazão (m³/s.m)	0.4
Profundidade Crítica (m)	0.2
Concentração Média de Ar	0.4
Coefficiente de Atrito	0.2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

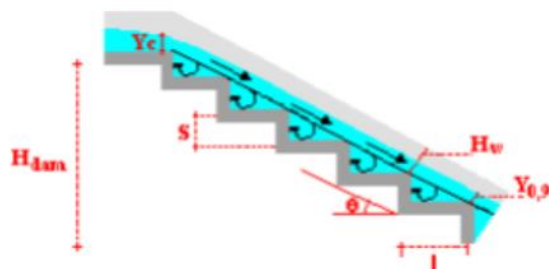
Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



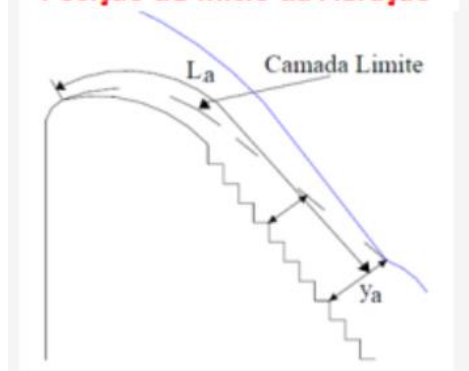
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A



Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado

Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0.2
Posição do Início da Aeração - LA (m)	3.0
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0.1

Posição de Início da Aeração



Risco de Cativação

Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	3.0
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.8

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

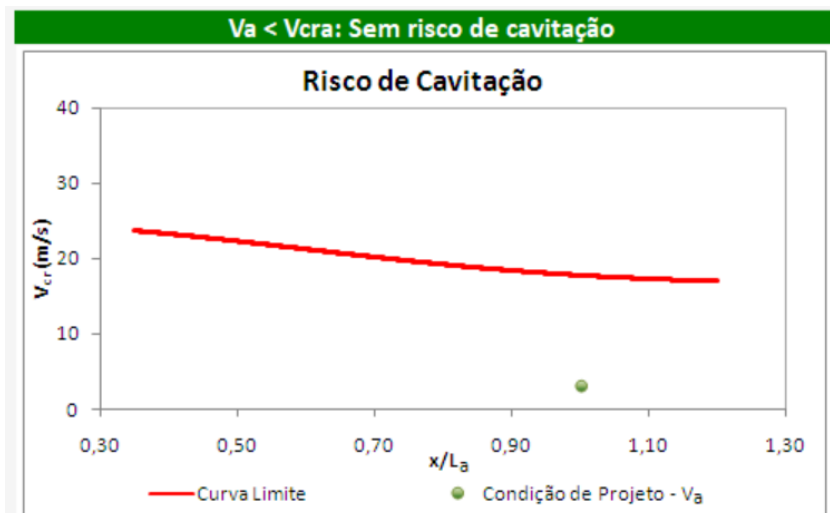
Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27





FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

