

FUTURE

ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA

DRENAGEM SUPERFICIAL – GROTA DA MACAXEIRA

Rua Alcides Ramos de Lima, Jacintinho, Maceió-AL

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DE DRENAGEM


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

DRENAGEM SUPERFICIAL – GROTA DA MACAXEIRA

Rua Alcides Ramos de Lima, Jacintinho, 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 E DE CÁLCULO				05-04-2022
01	ADEQUAÇÃO DO PROJETO				20-06-2022

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



Índice

1.	DADOS CADASTRAIS DO PROJETO.....	5
2.	INTRODUÇÃO	6
3.	DOCUMENTOS RECEBIDOS	6
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	6
5.	MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	7
5.1	DESCARGA DE CONTRIBUIÇÃO.....	7
5.2	DIMENSIONAMENTO DA VALETA DE CORTE.....	11
5.2.1	QUANTITATIVO.....	14
5.3	DIMENSIONAMENTO DE DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS.....	14
5.3.1	QUANTITATIVO.....	28
5.4	DIMENSIONAMENTO DA CAIXA DE PASSAGEM	29
5.4.1	QUANTITATIVO.....	30
5.5	DISPOSITIVOS EXISTENTES.....	Erro! Indicador não definido.
6.	MEMORIAL DESCRITIVO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
6.1	VALETAS DE CORTE.....	Erro! Indicador não definido.
6.2	DESCIDAS D'ÁGUA EM DEGRAUS	Erro! Indicador não definido.
7.	RECOMENDAÇÕES.....	37
8.	CONCLUSÕES	37
9.	REFERÊNCIAS	38
10.	ANEXO I	38

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


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

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 drenagem superficial da encosta Grota da Macaxeira.

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da solução de drenagem proposta, 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

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DOCUMENTOS
Manual de drenagem de rodovias – DNIT
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM - DNIT
Manual Técnico de Encostas – Drenagem e proteção superficial – Volume 2 (1999)

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

5.1 DESCARGA DE CONTRIBUIÇÃO

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões foi definida em função das áreas de contribuição pelo método racional. O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2,0 km²). Os princípios básicos desta metodologia consideram a precipitação intensa de projeto igual ao tempo de concentração.

Em bacias pequenas, as condições mais críticas ocorrem devido a precipitações convectivas que possuem pequena duração e grande intensidade. Para avaliar o uso e a ocupação do solo adota-se um coeficiente único de perdas (coeficiente de runoff), denominado *c*, estimado com base nas características da bacia, que não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

A Equação abaixo apresenta a formulação para obtenção da vazão:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{C \times i \left(\frac{cm}{h} \right) \times A (m^2)}{3,6 \times 10^5}$$

Onde:

Q = descarga de distribuição;

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de precipitação;

A = área de contribuição.

A Figura 1 apresenta as áreas de contribuição presentes dentro da área da encosta. Já a Figura 2 apresenta as áreas de contribuição que estão fora da área da encosta. As áreas de contribuição na encosta foram delimitadas através da topografia disponível no arquivo " BARREIRA - GROTA DA MACAXEIRA - civil 3 d_recover.dwg". Já as áreas de contribuição fora da encosta foram delimitadas, de maneira estimada, através do Google Earth.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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



CNPJ: 35.467.604/0001-27



Figura 1: Áreas 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 Ubaias, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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





Figura 2: Áreas de contribuição estimadas.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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



O coeficiente de escoamento superficial, o runoff, é um parâmetro de difícil adoção, visto que depende de fatores como: distribuição da chuva, geomorfologia, rede de drenagem preexistente, condições antecedentes de umidade, etc. Considerando que as áreas de contribuição AC-02, AC-03, AC-04 e AC-05 receberão tratamento superficial com concreto projetado, adotou-se o valor de $C = 1$.

A intensidade pluviométrica foi obtida pela equação de intensidade-duração-frequência:

$$i \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{K (T)^a}{(t + b)^c}$$

Onde: T = tempo de retorno (anos);

a , b , c e K = parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da região;

t = duração de precipitação (min).

O software Plúvio 2.1 forneceu os parâmetros a, b, c e K para a região de Maceió, resultando, para um $T=10$ anos e $t= 5$ min, uma intensidade pluviométrica de 136,4 mm/h. O relatório gerado pelo Plúvio é apresentado no Anexo I. Em consulta a artigos científicos, para obtenção de valores de intensidade pluviométrica na região de Maceió, observou-se um intervalo de valores entre 105 a 195 mm/h.

O tempo de concentração e de duração aceitável para pequenas áreas de contribuição é de 5 minutos. Portanto, considerando o tempo de concentração e as intensidades pluviométricas verificadas na literatura e no Plúvio, foi considerado uma intensidade pluviométrica de projeto de 145,8 mm/h.

Tabela 1: Vazão de distribuição.

ÁREAS	CALCULADO/ADOTADO					
	ÁREA CONTRIBUIÇÃO. (m²)	COEF. ESC. (c)	T (anos)	DUR. t (min)	i (mm/h)	Q (m³/s)
AC-01	1344	1	10	5	145,8	0,05
AC-02+AC-07	4200					0,17
AC-03	516					0,02
AC-05+AC-04+AC-08	2268					0,09

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das 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

5.2 DIMENSIONAMENTO DA VALETA DE CORTE

Uma vez definida a descarga de distribuição por valeta de corte, procede-se à determinação do tipo de valeta e avaliação se as dimensões atendem as verificações propostas pelo Manual de Drenagem Rodoviária.

A determinação da velocidade de projeto foi obtida através da equação abaixo, de Manning. Adotando uma geometria trapezoidal para as valetas, os cálculos do raio hidráulico e área molhada são apresentados na Figura 3.

$$v \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)}$$

Onde: n: coeficiente de Manning;

R: Raio hidráulico (m);

I: Declividade longitudinal da valeta (m/m);

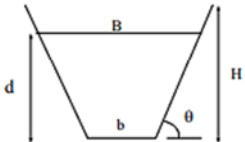
	VPA-04	ÁREA MOLHADA (m²)	PERÍMETRO MOLHADO (m)	RAIO HIDRÁULICO (m)	LARGURA SUPERFICIAL (m)
	B	0,18	1,20	0,15	1,00
	b				
	0,52				
	d				
	0,24				
	phi				
	45				
	H				
	0,3				
	m				
	1				

Figura 3: Área molhada e raio hidráulico da VPC-04.

O coeficiente de Manning para as valetas de concreto é 0,015. As declividades longitudinais médias foram utilizadas, com base nas declividades obtidas por trecho. As verificações realizadas foram:

- Velocidade máxima: Concreto: 4,5 m/s (VER. 01)
- Qprojeto < Qadm (VER. 02)

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27



- 90% da altura da lâmina na valeta (d) > altura de lâmina crítica (hc) (VER. 03)

A valeta de corte (VPC-04) projetada receberá a contribuição proveniente da área AC-01. A Figura 1 mostra a direção do fluxo d'água na área AC-01 devido a diminuição de cota.

Tabela 2: Verificação da valeta de proteção de corte.

VALETA	ÁREAS	CALCULADO/ADOTADO			ADMÍSSIVEL						DIMENSIONAMENTO			
		Q (m³/s)	n	DECL. MÁXIMA (%)	VEL. (m/s)	VER. 1	Q (m³/s)	VER. 2	hc (m)	VER. 3	B (m)	A (m)	D (m)	C (m)
VPC 04	AC-01	0,05	0,015	5,6%	4,50	OK	0,82	OK	0,04	OK	0,6	0,3	0,24	0,08

A declividade de 5,6% refere-se a declividade máxima admissível para que a velocidade de fluxo na valeta seja de até 4,50 m/s. No entanto verificou-se que a declividade do terreno natural chega até a 15 %, na área AC-01. Portanto, para evitar um movimento de terra (corte e aterro) que possibilite as declividades admissíveis, dimensionou-se dissipadores contínuos de energia para inibir velocidades superiores a 4,5 m/s.

O espaçamento (E) entre os dissipadores é calculado através da equação abaixo:

$$E(m) = \frac{100 H}{\alpha - \beta}$$

Onde:

E: espaçamento entre dissipadores;

H: altura da barragem (m);

α : declividade natural do terreno (%);

β : declividade desejada (%);

A Figura 4 mostra os trechos que apresentam declividades máximas do terreno natural. Portanto, para H=0,04 m, tem-se os valores de espaçamento apresentados na tabela abaixo. Apesar dos valores de espaçamento apresentados em tabela, o projeto considerou E=23 m para todos os trechos.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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



Tabela 3: Espaços calculados.

Dissipador contínuo de energia	Inc.máx Terreno (%)	H (cm)	E* (m)	α (%)	β (%)
Trecho 1	13	4	27	15	0,5
Trecho 2	15	4	32	13	0,5
Trecho 3	13,8	4	30	14	0,5

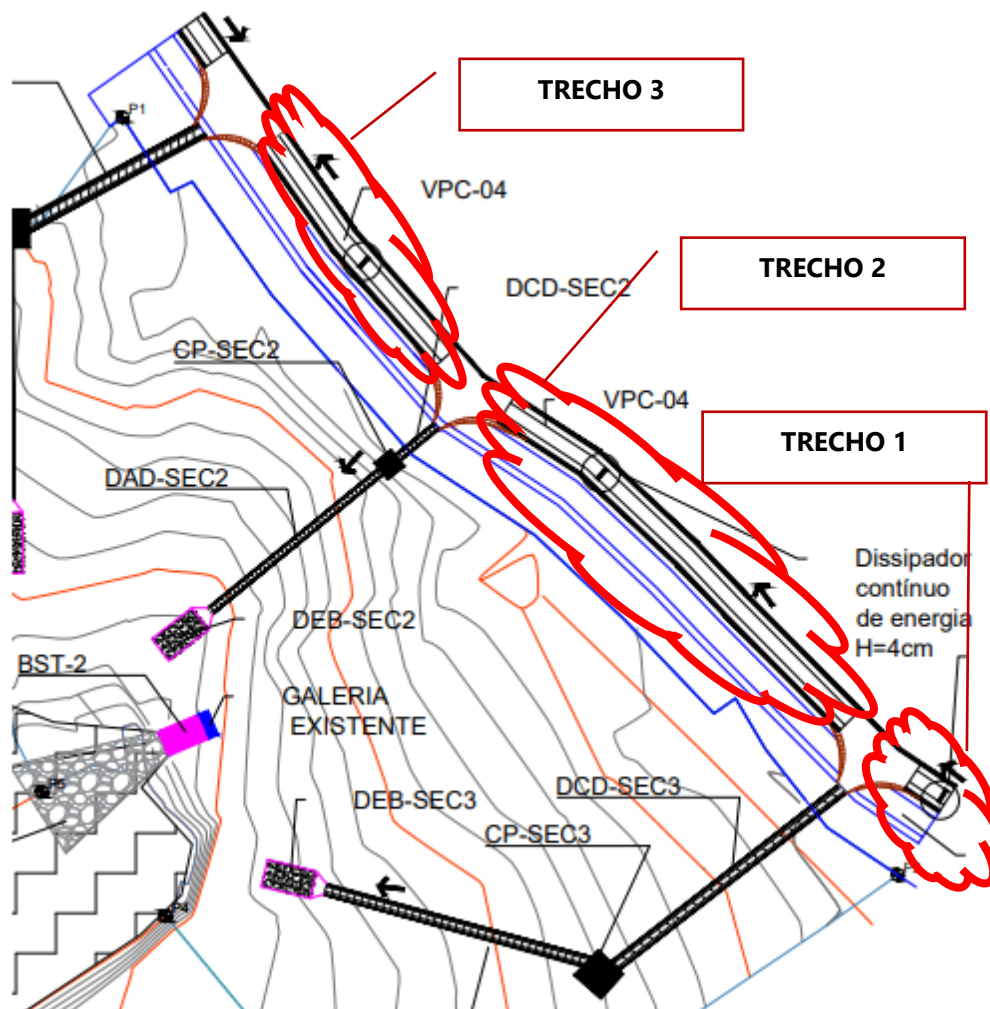


Figura 4: Trechos com dissipador contínuo de energia.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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



5.2.1 QUANTITATIVO

Para a execução da valeta de corte, essencialmente deve-se mensurar o quantitativo de concreto com $f_{ck} \geq 15$ MPa. A Tabela 4 apresenta o quantitativo preliminar de concreto.

Tabela 4: Quantitativo - Valeta

Consumos médios				
Materiais	Comprimento (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Massa (kg)
Escavação	-	-	12,1	-
Apiloamento manual	-	-	8,6	-
Guia de madeira (2,5 cm x 8,0 cm)	33,7	-	-	-
Concreto	-	-	5,0	-
Argamassa asfáltica	-	-	-	8,6
Grama	-	38,88	-	-

5.3 DIMENSIONAMENTO DE DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS

As descidas d'água em degraus, tanto para corte quanto para aterro, são escadas dissipadoras que tem como função dissipar a energia da contribuição de água drenada. Estes dispositivos de drenagem superficial pode ser regido, em geral, por três regimes de fluxo: Nappe Flow, Skimming Flow ou Fluxo transitório.

O regime de fluxo para as descidas d'água dimensionadas foi o Skimming Flow. No regime Skimming Flow o escoamento provoca turbilhões em cada degrau, desenvolvendo vórtices abaixo do pseudo fundo que são mantidos pela transmissão da tensão tangencial do fluido encoando pela extremidades dos degraus.

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


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

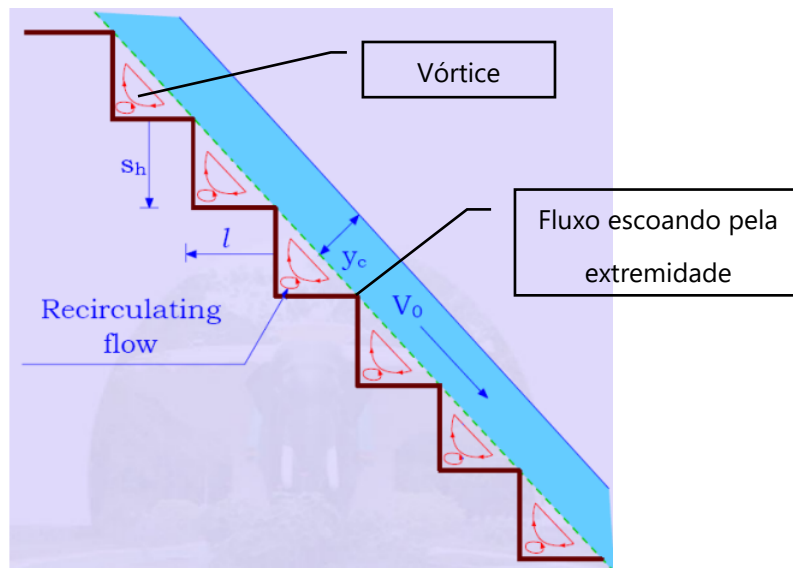


Figura 5: Exemplo de fluxo no regime Skimming Flow.

O software SisCCoH 1.1 foi utilizado para determinar o regime de fluxo e por conseguinte, as demais informações necessárias para o dimensionamento como: altura da parede, velocidade à jusante, energia dissipada e número de Froude.

A Tabela 5 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o resumo das dimensões das descidas d'água. A inclinação indicada para os degraus é de 0,5%. Ressalta-se que as paredes laterais das descidas d'água devem estar alinhadas com a superfície do terreno, permitindo que a contribuição nos taludes escoem para estes dispositivos. Portanto, para as áreas nas quais a cota do terreno é superior a cota das paredes laterais, deve-se realizar escavação do terreno para formar um talude com inclinação 1V:1H. Uma alternativa para impedir a erosão nestes taludes próximos as descidas d'água é o uso de rip-rap ensacado, exemplificado na Figura 6.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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



CNPJ: 35.467.604/0001-27



Figura 6: Exemplo de rip-rap ensacado para recompor área escavada para a escada.

A Tabela 5 apresenta o resumo das dimensões das descida d'água.

Tabela 5: Dimensões das descida d'água.

	H1 (m)	h (m)	b (m)	B (m)
DCD-SEC1	45	20	40	50
DAD-SEC1	50	20	60	50
DCD-SEC2	35	20	15	30
DAD-SEC2	35	20	20	30
DCD-SEC3	45	20	40	30
DAD-SEC3	45	20	50	30

5.3.1 DCD 01

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a caixa de passagem 1 (CP-SEC1).

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/PL

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 6: Input – DCD-01.

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)		0,18
Largura do Canal - B (m)		0,5
Altura dos Degraus - S (m)		0,2
Comprimento dos Degraus - l (m)		0,4
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Minima	Q Maxima
Napple Flow	0	0,087
Transição	0,087	0,132
Skimming Flow	0,132	0,18

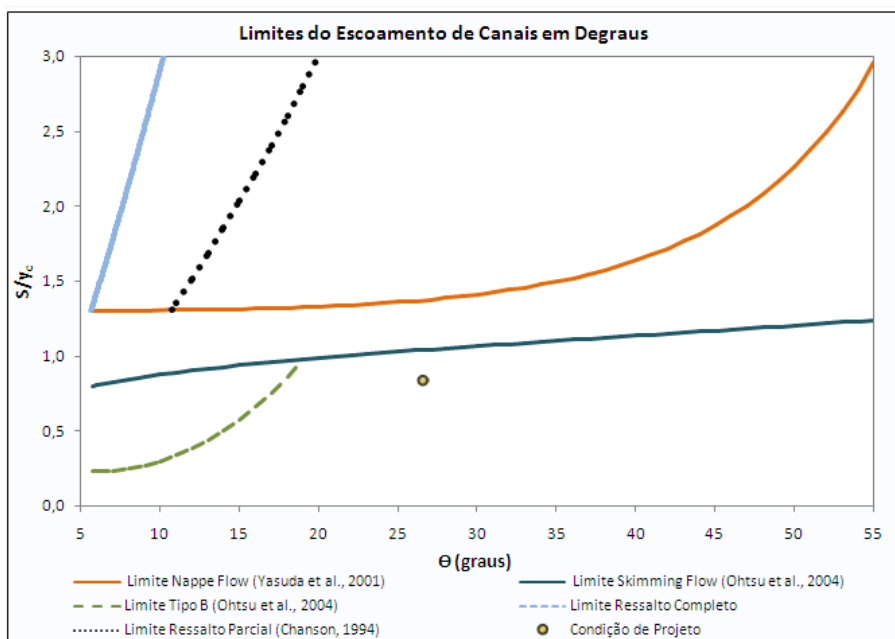


Figura 7: Regime Skimming Flow – DCD-01

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 7: Output – DCD-01.

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento não uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	26.565
Vazão (m³/s.m)	0,36
Profundidade Crítica (m)	0,236
Concentração Média de Ar	0,391
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,147
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.446
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,09
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	4,02
Energia Residual (m)	0,904
Altura de Referência da Parede (m)	0,206
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,179
Posição do Início da Aeração - LA (m)	2.927
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,121
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	2.972
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.2 DCD 02

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a caixa de passagem 2 (CP-SEC2).

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

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 8: Input – DCD-02

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)		0,07
Largura do Canal - B (m)		0,3
Altura dos Degraus - S (m)		0,2
Comprimento dos Degraus - l (m)		0,15
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Mínima	Q Máxima
Napple Flow	0	0,019
Transição	0,019	0,062
Skimming Flow	0,062	0,07

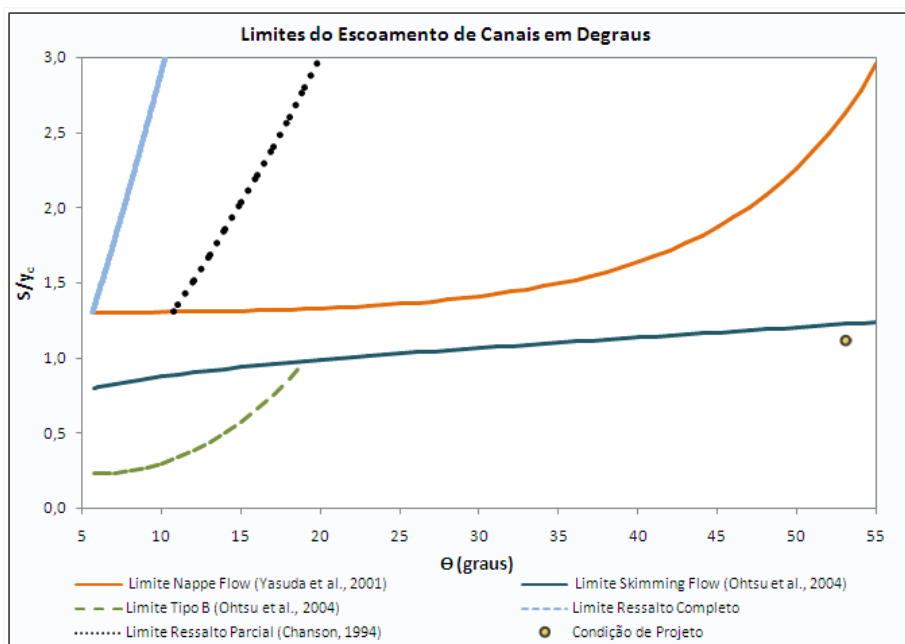


Figura 8: Regime Skimming Flow – DCD-02

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 9: Output – DCD-02

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento não uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	53,13
Vazão (m³/s.m)	0,233
Profundidade Crítica (m)	0,177
Concentração Média de Ar	0,537
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,115
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.027
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,053
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	4.376
Energia Residual (m)	1.008
Altura de Referência da Parede (m)	0,161
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,12
Posição do Início da Aeração - LA (m)	1.881
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,074
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	3.166
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.3 DCD 03

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a caixa de passagem 3 (CP-SEC3).

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

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 10: Input – DCD-03

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)		0,08
Largura do Canal - B (m)		0,3
Altura dos Degraus - S (m)		0,2
Comprimento dos Degraus - l (m)		0,4
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Mínima	Q Máxima
Napple Flow	0	0,052
Transição	0,052	0,079
Skimming Flow	0,079	0,08

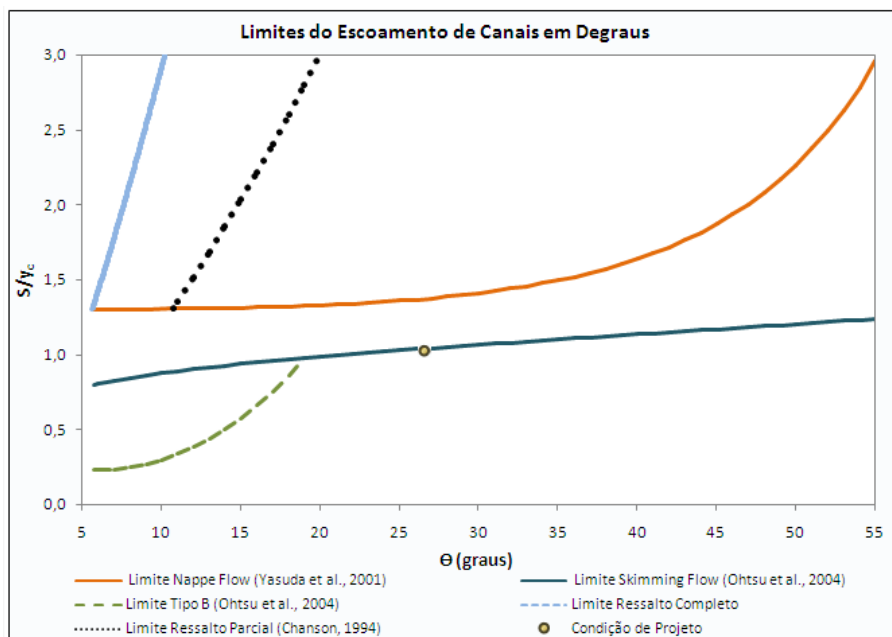


Figura 9: Regime Skimming Flow – DCD-03

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 11: Output – DCD-03

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	26.565
Vazão (m³/s.m)	0,267
Profundidade Crítica (m)	0,194
Concentração Média de Ar	0,392
Coefficiente de Atrito	0,174
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,116
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.295
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,071
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	3.773
Energia Residual (m)	0,789
Altura de Referência da Parede (m)	0,163
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,179
Posição do Início da Aeração - LA (m)	2.363
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,101
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	2,63
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.4 DAD 01

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a bacia dissipadora 1 (DEB-SEC1).

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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



Tabela 12: Input – DAD-01

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)		0,18
Largura do Canal - B (m)		0,5
Altura dos Degraus - S (m)		0,2
Comprimento dos Degraus - l (m)		0,6
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Mínima	Q Máxima
Napple Flow	0	0,092
Transição	0,092	0,146
Skimming Flow	0,146	0,18

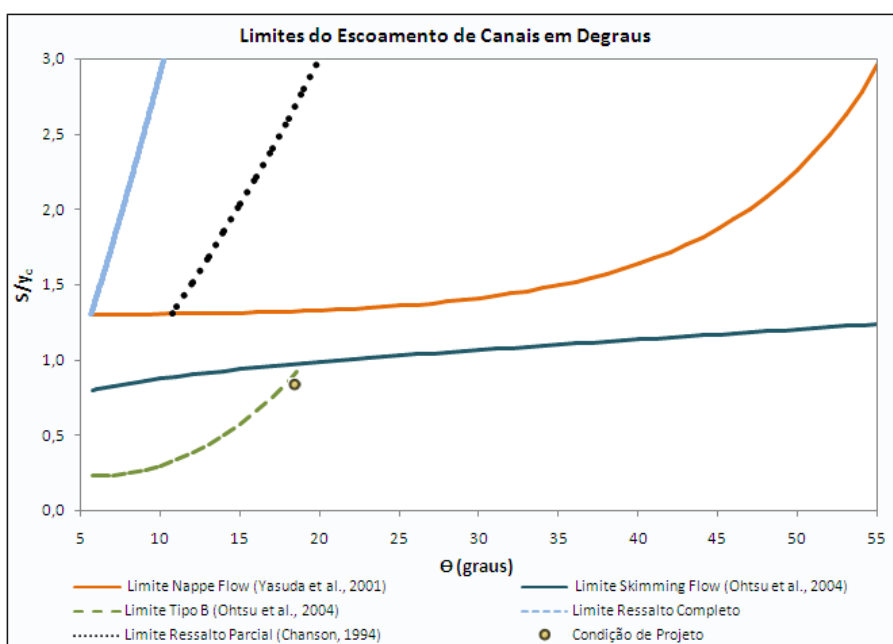


Figura 10: Regime Skimming Flow – DAD-01

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 13: Output – DAD-01

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	18.435
Vazão (m³/s.m)	0,36
Profundidade Crítica (m)	0,236
Concentração Média de Ar	0,3
Coeficiente de Atrito	0,184
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,141
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.554
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,099
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	3.647
Energia Residual (m)	0,771
Altura de Referência da Parede (m)	0,197
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,19
Posição do Início da Aeração - LA (m)	3.209
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,137
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	2.628
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.5 DAD 02

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a bacia dissipadora 2 (DEB-SEC2).

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 14: Input – DAD-02

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)		0,07
Largura do Canal - B (m)		0,3
Altura dos Degraus - S (m)		0,2
Comprimento dos Degraus - l (m)		0,2
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Mínima	Q Máxima
Napple Flow	0	0,033
Transição	0,033	0,067
Skimming Flow	0,067	0,07

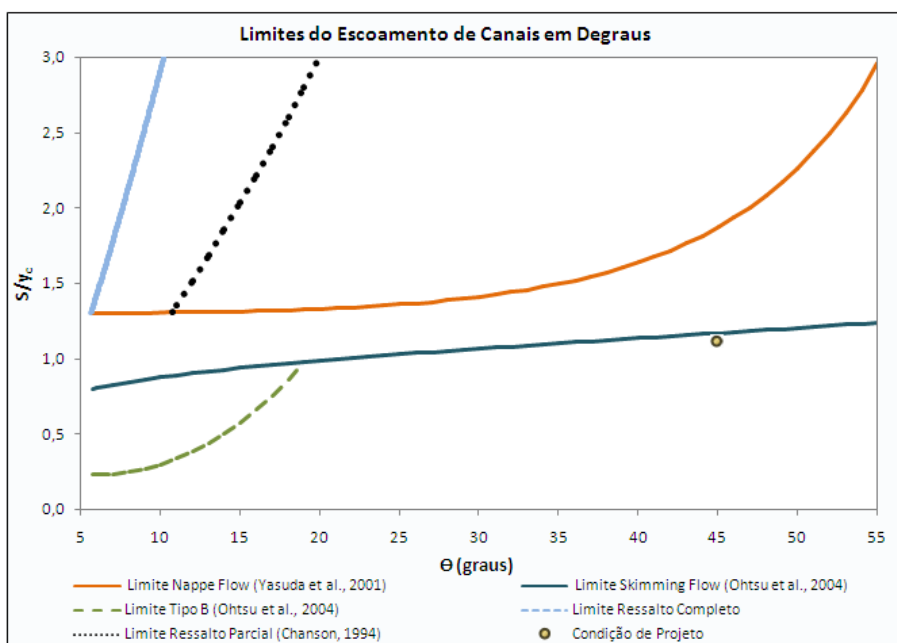


Figura 11: Regime Skimming Flow – DAD-C

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 15: Output – DAD-02

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	45
Vazão (m³/s.m)	0,233
Profundidade Crítica (m)	0,177
Concentração Média de Ar	0,522
Coeficiente de Atrito	0,154
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,112
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.092
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,053
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	4.379
Energia Residual (m)	1.015
Altura de Referência da Parede (m)	0,156
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,141
Posição do Início da Aeração - LA (m)	1.924
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,078
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	2.982
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.6 DAD 03

As tabelas e figura abaixo apresentam os inputs e os outputs obtidos no software, respectivamente. Observa-se que o regime de fluxo é o Skimming Flow (dimensionamento pelo método de Ohtsu, 2004). A velocidade final do escoamento é inferior a velocidade limite admissível para o concreto (12 m/s), viabilizando o uso deste dissipador em concreto armado. O escoamento deste dispositivo é direcionado a bacia dissipadora 3 (DEB-SEC3).

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillo
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 16: Input – DAD-03

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos Escoamento em Degraus - Regime de Escoamento		
Entrada de Dados		
Vazão - Q (m³/s)	0,09	
Largura do Canal - B (m)	0,3	
Altura dos Degraus - S (m)	0,2	
Comprimento dos Degraus - l (m)	0,5	
Resultados		
Faixa de Vazões (m/s³)		
Regime de Escoamento	Q Mínima	Q Maxima
Napple Flow	0	0,054
Transição	0,054	0,084
Skimming Flow	0,084	0,09

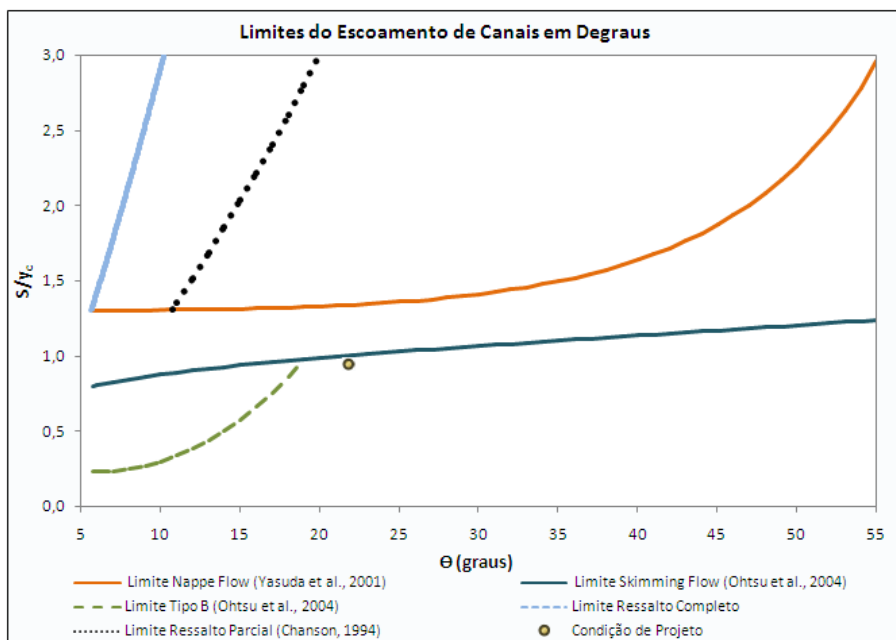


Figura 12: Regime Skimming Flow – DAD-03

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27

Tabela 17: Output – DAD-03

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Resultados	
Escoamento aproximadamente uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	21.801
Vazão (m³/s.m)	0,3
Profundidade Crítica (m)	0,209
Concentração Média de Ar	0,336
Coeficiente de Atrito	0,182
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,124
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2.415
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,083
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	3.635
Energia Residual (m)	0,75
Altura de Referência da Parede (m)	0,174
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,186
Posição do Início da Aeração - LA (m)	2.699
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,116
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	2.581
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17.771

5.3.7 QUANTITATIVO

Para a execução das descidas d'água em degraus, essencialmente deve-se mensurar o quantitativo de concreto com $f_{ck} \geq 15$ MPa e de aço CA-60 para armação. As Tabela 18 e Tabela 19 apresentam os quantitativos preliminares dos materiais. O quantitativo de aço foi adotado com base no que é apresentado no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Rafael Araújo Guillou
 Engº Civil
 CREA. 021.081.852-2
 Certificado
 NBR ISO 9001
 BRTUV

Tabela 18: Quantitativo de aço

PESO DE AÇO POR METRO (kg/m)							PESO DE AÇO CA-60 (kg)
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	TOTAL
DCD-SEC1	3,1	0,9	4,1	0,3	1,9	0,2	63
DAD-SEC1	2,3	1,6	1,4	0,2	0,2	-	59
DCD-SEC2	3,1	0,9	4,1	0,2	1,0	0,1	18
DAD-SEC2	2,0	1,5	1,1	0,2	0,1	-	31
DCD-SEC3	3,1	0,9	4,1	0,2	1,0	0,1	108
DAD-SEC3	2,1	1,6	1,1	0,2	0,1	-	55
Σ=							333

Tabela 19: Quantitativo de concreto armado.

VOLUME DE CONCRETO (m³)	
DCD-SEC1	2,5
DAD-SEC1	4,7
DCD-SEC2	1,0
DAD-SEC2	2,4
DCD-SEC3	4,2
DAD-SEC3	3,8
Σ=	18,7

5.4 DIMENSIONAMENTO DA CAIXA DE PASSAGEM

O dimensionamento das caixas de passagem é função da geometria dos dispositivos aos quais estas estarão conectadas. A profundidade da caixa é determinada pelas cotas de instalação dos condutos que dela partem ou chegam. A área transversal pode ser definida pela equação abaixo:

$$A(m^2) = 0,226 \frac{Q}{0,6\sqrt{H}}$$

Onde:

Q = vazão captada (m³/s);

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

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



H = altura do fluxo (m).

A Tabela 20 apresenta as áreas mínimas das caixas de passagens. Detalhes da caixa de passagem são apresentados na Figura 13.

Tabela 20: Dimensionamento – caixa de passagem

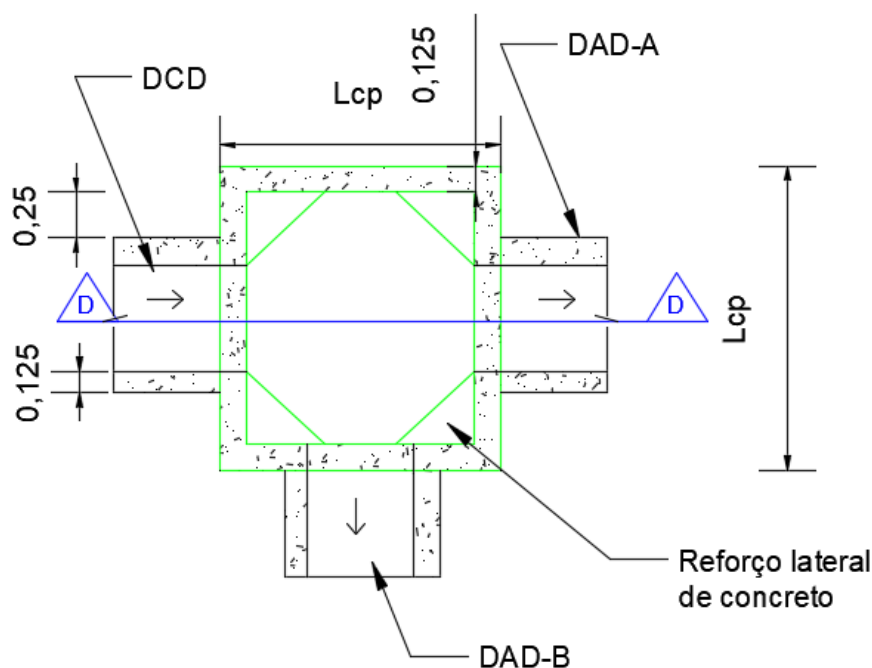


Figura 13: Planta – caixa de passagem

5.4.1 QUANTITATIVO

Para a execução da caixa de passagem, essencialmente deve-se mensurar o quantitativo de concreto com $f_{ck} \geq 15$ MPa (caixa), de concreto com $f_{ck} \geq 25$ MPa (grelha) e das armações. A Tabela 21 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o quantitativo de concreto utilizado na grelha e na caixa. A Tabela 22 apresenta o quantitativo de aço CA-50 para armação das grelhas de concreto.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2
Certificado
NBR ISO 9001
BRTUV

Tabela 21: Quantitativos de concreto

CAIXA DE PASSAGEM	Concreto (m³)	
	Grelha	Caixa
CP-SEC1	0,092	1,76
CP-SEC2	0,092	1,1
CP-SEC3	0,092	1,65
Σ=	0,276	4,51

Tabela 22:Quantitativo de aço CA-50 – grelha de concreto

CAIXA DE PASSAGEM	AÇO CA-50 (kg)					
	N1	N2	N3	N4	Qt. Nervura (und)	Peso total (kg)
CP-SEC1	0,99	1,1	0,49	0,44	4	12,08
CP-SEC2	0,99	1,1	0,49	0,44	4	12,08
CP-SEC3	0,99	1,1	0,49	0,44	4	12,08
Σ=	2,97	3,3	1,47	1,32	12	36,24

5.5 DIMENSIONAMENTO DA BACIA DISSIPADORA

De acordo com as Tabela 13,Tabela 15 e Tabela 17, a velocidade final na descida d'água é superior ao admissível para escoamento em canais revestidos apenas com solo. Portanto, faz-se necessário dimensionar uma bacia dissipadora à jusante dos DAD-01, DAD-02 e DAD-03.

O dimensionamento foi considerando uma bacia de dissipação de fundo plano. As etapas de dimensionamento foram:

- Calcular y_2 (altura da água no ressalto) através da equação abaixo:

$$y_2 = 0,5 y_1 [(1 + 8F_1^2)^{0,5} - 1]$$

Onde y_1 é a altura normal na descida d'água;

- Calcular o comprimento mínimo ($L_{diss_{min}}$) através da equação abaixo:

$$L_{diss_{min}} = 7,02 (q)^{0,633} (\Delta H_{total})^{0,05}$$

Onde q é a vazão específica (m³/s.m)

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



- Calcular a altura da parede da bacia ($H_{diss_{min}}$), através das equação abaixo:

$$H_{diss_{min}} = y'_2 + Z$$

$$y'_2 = y_2(1,1 - \frac{F_1}{120})$$

$$Z = \frac{y'_2}{3}$$

Onde F_1 é o número de Froude à jusante da descida d'água;

- Calcular a velocidade final na bacia dissipadora, através da equação abaixo:

$$V_2 = q/y_2$$

- Calcular o número de Froude, através da equação abaixo:

$$F = V_2 / \sqrt{(g * y_2)}$$

As Tabela 23 apresentam os valores obtidos em cada etapa do dimensionamento citado acima. Observa-se que a velocidade final é inferior a 1,5 m/s e o número de Froude inferior a 1,7. Por tanto, não será necessário dimensionar dispositivo dissipador adicional.

Para fins de projeto foi considerado o dissipador de energia aplicável à descidas d'água em aterros (DEB) apresentado no "ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM" do DNIT.

Além disso, este dispositivo conta com pedras de mão irregulares fixadas no com concreto que permite maior dissipação de energia, e por conseguinte velocidades ainda menores.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 23: Dimensionamento da DEB-SEC1.

BACIA DISSIPADORA (DEB-SEC1)	
y_2 (m)	0,69
$L_{diss_{min}}$ (m)	4,01
L_{diss} (m)	4,00
$H_{diss_{min}}$ (m)	0,98
H_{diss} (m)	1,00
V_2 (m/s)	0,52
F	0,20

Tabela 24: Dimensionamento da DEB-SEC2.

BACIA DISSIPADORA (DEB-SEC2)	
y_2 (m)	0,75
$L_{diss_{min}}$ (m)	3,13
L_{diss} (m)	3,20
$H_{diss_{min}}$ (m)	1,05
H_{diss} (m)	1,00
V_2 (m/s)	0,31
F	0,11

Tabela 25: Dimensionamento da DEB-SEC3.

BACIA DISSIPADORA (DEB-SEC3)	
y_2 (m)	0,65
$L_{diss_{min}}$ (m)	3,68
L_{diss} (m)	4,00
$H_{diss_{min}}$ (m)	0,92
H_{diss} (m)	1,00
V_2 (m/s)	0,46
F	0,18

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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



5.5.1 QUANTITATIVO

Para a execução das bacias de dissipação, essencialmente deve-se mensurar o quantitativo de concreto com $f_{ck} \geq 15$ MPa e o volume de pedras irregulares.

Tabela 26: Dimensões e quantitativo de materiais – bacia de dissipação.

	Ldiss. (m)	Cdiss. (m)	Hdiss. (m)	d (m)	hd(m)	Concreto	Pedra fixada com concreto (m³)
DEB-SEC1	4	1,9	1	0,3	0,025	2,1	1,14
DEB-SEC2	3,2	1,6	1	0,3	0,025	1,5	0,77
DEB-SEC3	4	1,9	1	0,3	0,025	2,1	1,14

5.6 DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO TUBULAR

O bueiro simples tubular de concreto esc. 45° será conectado a galerias existentes. As dimensões e cotas de assentamento destas galerias foram estimadas através das informações disponibilizadas no arquivo "BARREIRA - GROTA DA MACAXEIRA - civil 3 d_recover.dwg".

O diâmetro adotado para as galerias foi de 80 cm. Ressalta-se a necessidade de conferir *in loco* as dimensões das galerias, bem como a vazão de contribuição nestes dispositivos.

5.6.1 QUANTITATIVO

Para a execução dos bueiros, essencialmente deve-se mensurar o quantitativo de concreto com $f_{ck} \geq 15$ MPa. A Tabela 27 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o quantitativo de concreto e as dimensões do bueiro.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

CNPJ: 35.467.604/0001-27

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



Tabela 27: Dimensões e volume de concreto.

Dimensões (m)	BST-1	BST-2
a	1,98	1,98
b	0,25	0,25
c	1,45	1,45
d	0,42	0,42
e	0,35	0,35
f	0,15	0,15
g	0,3	0,3
h	1,2	1,2
k	0,1	0,1
m	0,25	0,25
n	0,35	0,35
p	0,25	0,25
L	2,26	2,26
M	1,8	1,8
Consumo de concreto (m ³)	1,7	1,7

5.7 DIMENSIONAMENTO DO RIP-RAP

O riprap só pode ser aplicado se:

- diâmetro da tubulação de 0,30m a 2,5m;
- número de Froude $F \leq 2,5$;

Acredita-se que o diâmetro das galerias esteja dentro deste intervalo admissível. Todavia, na ausência de informações (vazão, velocidade e área molhada da seção), não é possível calcular o número de Froude.

As bacias de dissipação com rip-rap, geralmente são nos formatos de bacias ou aventais. Para apresentar a necessidade deste dispositivo nas saídas dos bueiros, estimou-se as dimensões dos rip-raps 1 e 2, a partir de valores hipotéticos de velocidade de escoamento, área molhada e vazão. Esta estimativa é preliminar e carece de dados medidos in loco para calibração e dimensionamento definitivo.

Diferentemente do formato em bacia do rip-rap 1, o rip-rap 2 tem um formato de trapézio, para dissipar a contribuição vinda da galeria, protegendo o talude a jusante da galeria.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84



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

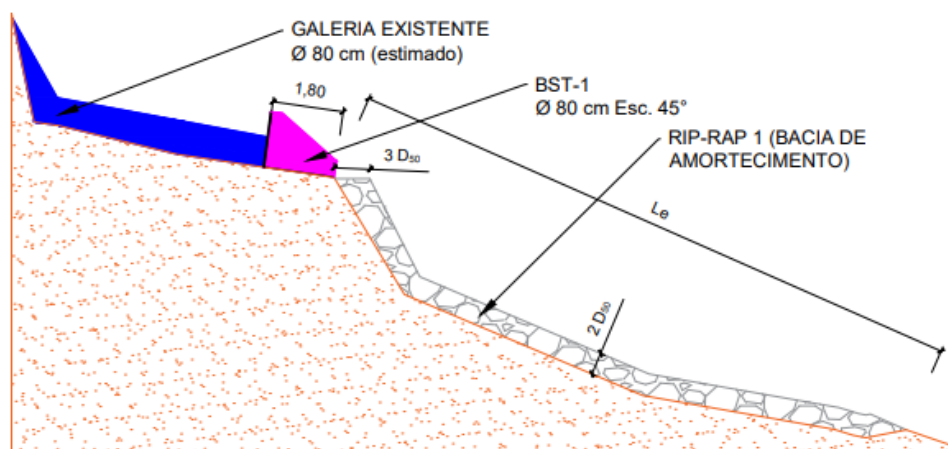


Figura 14: Rip-rap 1

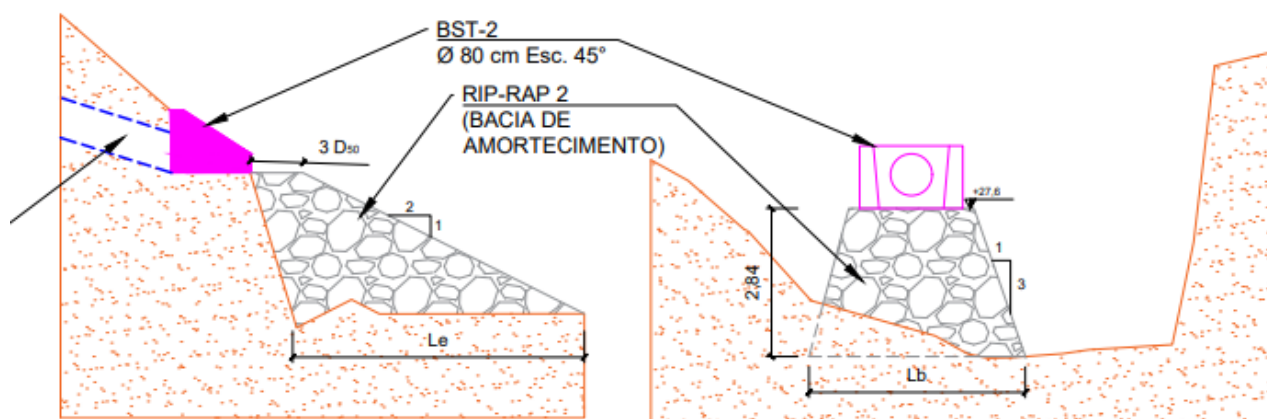


Figura 15: Rip-rap 2

5.7.1 QUANTITATIVO

A Tabela 28 apresenta as dimensões adotadas para os rip-raps e o volume total de cada rip-rap proposto. O D_{50} representa o diâmetro médio das pedras.

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0001-27

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84

Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



Tabela 28: Dimensões e volume dos rip-raps.

RIP-RAP	D50	2D50	3D50	Le	Lb	V (m³)
1	0,2	0,5	0,7	13	4,7	39,4
2	0,4	0,7	1,1	5,6	4,15	36,9

6. RECOMENDAÇÕES

Como informações gerais o projetista recomenda:

- Que o serviço seja realizado no período de estiagem;
- Que os dispositivos existentes sejam verificados para identificação do estado de conservação, do dimensionamento, da vazões e velocidades de fluxo, para verificar se os dispositivos a jusantes a estes foram corretamente dimensionados.
- Que na etapa de limpeza e conformação do terreno, deve-se eliminar possíveis regiões de empoçamento;
- Este projeto poderá necessitar de ajustes para assim viabilizar o projeto executivo para enfim possibilitar a execução da obra. Caso este projeto seja utilizado para execução da obra a responsabilidade de tal é integralmente do cliente e do executor.

7. CONCLUSÕES

O projetista concluiu que:

- Que o dimensionamento e os dispositivos adotados para a drenagem superficial da encosta Grota da Macaxeira atendem às recomendações preconizadas no Manual de drenagem de rodovias (DNIT, 2006);
- O projeto executivo deverá ser executado após maior detalhamento dos dispositivos existentes;

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27




8. REFERÊNCIAS

DNIT (2006) Álbum de Projetos-Tipo de Elementos de Drenagem. 2ª ed., Rio de Janeiro (IPR Publicação 725)

DNIT(2006a). Manual de Drenagem de Rodovias. 2. ed. Rio de Janeiro (IPR Publicação 724)

GEORIO (1999). Drenagem e Proteção Superficial – Manual Técnico de Encostas, Vol. 2., Rio de Janeiro.

9. ANEXO I



Copyright (2005) © GPRH

RELATÓRIO

Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação

LOCALIZAÇÃO:

Localidade: Maceió **Estado:** Alagoas

Latitude: 09°40'00"

Longitude: 35°42'00"

PARÂMETROS DA EQUAÇÃO:

K: 274,09

a: 0,28

b: 6

c: 0,56

FUTURE MOTION BRASIL, LTDA

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

Cerqueira César – CEP 01419-001

São Paulo, Brasil

Tel: +55 11 3266 2769

Email: geral@future.atp.eng.br

Recife – Estrada das Ubaías, 540, sala 900

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

Tel: +55 81 3878 4000

Fax: +55 81 3878 4001

Email: geral@future.atp.eng.br

CNPJ: 35.467.604/0009-84


Rafael Araújo Guillou
Engº Civil
CREA. 021.081.852-2



CNPJ: 35.467.604/0001-27