

0	Junho/2025	Emissão Inicial	
Emissão	Data	Descrição	
<div>  <div> <b>instituto estadual do ambiente</b> </div> <div> <small>Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade</small> </div> </div> <div>  <div> <b>GOVERNO DO ESTADO RIO DE JANEIRO</b> </div> </div> <div>  </div>			
GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE			
OBRA DE CANALIZAÇÃO E URBANIZAÇÃO DO CANAL PAVUNINHA, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE MERITI			
<b>MEMORIAL DE HIDROLOGIA E HIDRÁULICA</b>			
DATA Junho/2025	AUTOR/IDENT. RAFAEL AGENOR DOS SANTOS 1405324953 -CREA-RJ	NÚMERO DO DOCUMENTO	<b>01/01</b>

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	3
2. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA .....	4
3. TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	4
4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....	4
5. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO - "RUN-OFF" (C).....	5
6. DETERMINAÇÃO DE VAZÕES DE PROJETOS (Q) .....	5
7. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	6
8. MODELO HIDRODINÂMICO – HEC-RAS .....	7
Anexo 1 – Resultados de Saída do HEC-RAS.....	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos exutório. Fonte: Google Earth .....	3
Figura 2 – Eixo de projeto e seções para desenvolvimento do modelo hidrodinâmico .....	9
Figura 3 – Perfil do Canal Pavuninha – Trecho 3x2m .....	10
Figura 4 – Perfil do Canal Pavuninha – Trecho 10x2,5m .....	10

## ÍNDICE DE TABELAS

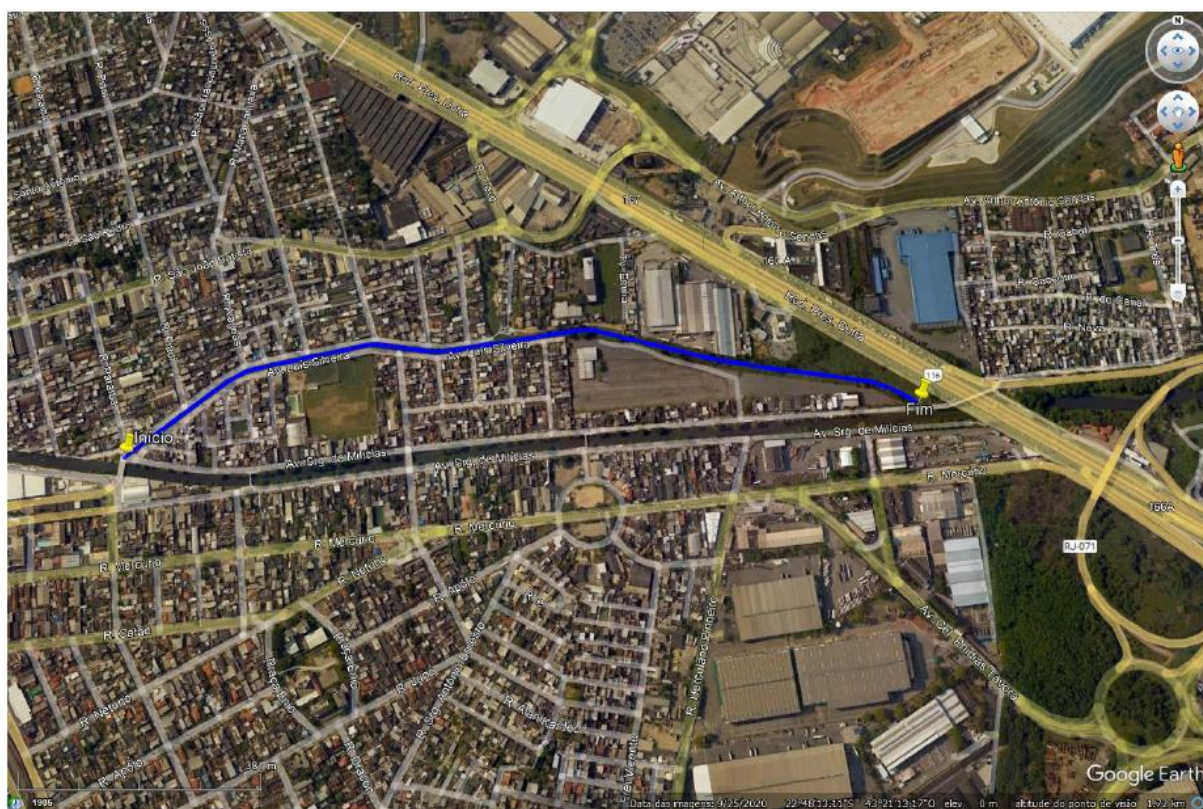
Tabela 1 – Resultado Estudos Hidrológicos.....	6
Tabela 2 - Resultado Dimensionamento Hidráulico .....	7



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

## 1. APRESENTAÇÃO

Para o estudo foram adotados 02 exutórios, sendo o Exutório 01 no Rio Pavuna e o Exutório 02 em um afluente do canal Pavuninha, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1 – Localização dos exutório. Fonte: Google Earth**

O projeto engloba a canalização de 615,90 m em galeria retangular fechada com dimensões (B:H) de 3,00 m x 2,00 m no trecho a montante de seu afluente (Exutório 02), e 770 m de canal retangular aberto de 10,00 m x 2,50 m a partir do afluente até o Rio Pavuna totalizando 1.385,90 m de canalizações.

As bacias foram delimitadas utilizando folhas de aerofotogrametria da fundação CIDE na escala de 1:2.000.



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

## 2. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A equação de chuva intensa que melhor representa a região foi obtida no programa Plúvio 2.1 (localidade: São João de Meriti) desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas Hídricas DEA – UFV apresentado abaixo:

$$i = \frac{k \cdot (T_R^a)}{(t_c + b)^c} \quad i = \frac{5141,962 T_R^{0,191}}{(t_c + 76,655)^{0,953}}$$

Onde:

$i$  = intensidade pluviométrica, mm/h

$T_R$  = tempo de recorrência, anos

$t_c$  = tempo de concentração, minutos

$K$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  = parâmetros da Equação IDF, determinados de acordo com a localidade, através do software Plúvio 2.1.

## 3. TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência ou período de retorno adotado para o dimensionamento da canalização foi de 25 anos, com verificação para 50 anos.

## 4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para as seções de controle (exutório), o tempo de concentração foi obtido através da equação de Kirpich com declividade efetiva, considerando o ponto mais a montante do talvegue principal (cabeceira):

$$t_c = \left( \frac{0,294 \cdot L}{\sqrt{i}} \right)$$



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

Onde:

Tc - tempo de concentração, em horas;

L – extensão do talvegue principal, em km;

i – declividade efetiva do talvegue em % obtida pela fórmula a seguir:

$$i = \left[ \frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{i_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{i_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{i_n}}} \right]^2$$

Onde:

L – extensão do talvegue principal, em km;

L1, L2...Ln – comprimentos parciais do talvegue, em km; e

i1, i2...in – declividades parciais em m/m.

## 5. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO - "RUN-OFF" (C)

Em função das características da ocupação do solo da bacia, determinou-se o coeficiente de deflúvio de 0,57 para o Exutório 01 e 0,60 para o Exutório 02.

## 6. DETERMINAÇÃO DE VAZÕES DE PROJETOS (Q)

O Método Racional Modificado foi o utilizado para a determinação das vazões de projeto, que é descrito da seguinte forma:

$$Q = n \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6} ; \quad n = A^{-0,10}$$

Onde:

Q é vazão em m³/s;

A é a área da bacia em km²;

C é um coeficiente de deflúvio;

i é a intensidade pluviométrica em mm/h;

n é um coeficiente de retardo =  $A^{-0,10}$  para  $A > 1\text{km}^2$ .



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

**Tabela 1 – Resultado Estudos Hidrológicos**

BACIA				ESTUDO HIDROLÓGICO						
DESCRIÇÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)	Tc (h)	Coef. Retardo.	C	i <sub>25</sub> (mm/h)	i <sub>50</sub> (mm/h)	Q <sub>25</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)
EXUTÓRIO 01	3,863	4,100	162	1,00	0,87	0,57	87,68	100,09	46,66	53,26
EXUTÓRIO 02	0,351	1,300	52	0,25	1,00	0,60	122,93	140,33	7,19	8,21

## 7. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para os cálculos hidráulicos adotou-se a fórmula de Manning, com regime de escoamento permanente e retilíneo uniforme, correspondendo a vazão, velocidade e altura d'água constantes:

$$Q = \frac{1}{n} S R_h^{3/4} I^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão, m<sup>3</sup>/s

S = área molhada da seção transversal da canalização, m<sup>2</sup>

R<sub>h</sub> = raio hidráulico, m

I = declividade longitudinal da canalização, m/m

n = coeficiente de rugosidade, adimensional

As premissas básicas para o dimensionamento dos trechos da canalização serão as indicadas a seguir:

- Coeficiente de Manning  $\eta = 0,015$ .
- Altura máxima d'água 95% para 50 anos.
- Velocidade de escoamento entre 1,00 e 3,00 m/s;

O dimensionamento hidráulico foi realizado com o auxílio do programa CANAL, que é desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas Hídricas DEA – UFV e seus resultados serão apresentados a seguir:





Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

**Tabela 2 - Resultado Dimensionamento Hidráulico**

EXUTÓRIO 01		EXTENSÃO (m)	DECLIVIDADE (m/m)
CANAL "U" 10,00 m x 2,50 m		770,00	0,0008
<b>TEMPO DE RECORRÊNCIA</b>		<b>25 anos</b>	<b>50 anos</b>
VAZÃO	(m³/s)	46,66	53,26
VEL.	(m/s)	2,37	2,48
ALTURA	(m)	1,97	2,15
Y/D	(%)	79	86
BORDA LIVRE	(m)	0,53	0,35

EXUTÓRIO 02		EXTENSÃO (m)	DECLIVIDADE (m/m)
BSCC 3,00 m x 2,00 m		615,90	0,0006
<b>TEMPO DE RECORRÊNCIA</b>		<b>25 anos</b>	<b>50 anos</b>
VAZÃO	(m³/s)	7,19	8,21
VEL.	(m/s)	1,41	1,45
ALTURA	(m)	1,71	1,89
Y/D	(%)	85	94
BORDA LIVRE	(m)	0,29	0,11

## 8. MODELO HIDRODINÂMICO – HEC-RAS

A partir dos parâmetros hidrológicos calculados anteriormente, foi utilizado o *software* HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*) desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos para fins de simulação hidrodinâmica. A modelagem 1D através deste software teve como objetivo validar o dimensionamento proposto.

No HEC-RAS, a simulação em um modelo 1D é baseada na análise do perfil longitudinal do rio ou canal e nas informações transversais do terreno ao longo de seções transversais (*cross sections* ou XS).

O processo técnico para a modelagem em 1D envolve os seguintes passos:



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

**a) Modelagem do Escoamento em 1D**

O HEC-RAS resolve as equações de *Saint-Venant* (equações diferenciais de conservação de massa e momento) para calcular o escoamento ao longo do rio. Este modelo considera o fluxo ao longo de um eixo principal do rio, modelando a variação do nível d'água e da vazão ao longo do tempo e da distância.

**b) Definição das Seções Transversais**

Seções transversais do rio são definidas ao longo do curso d'água, representando a geometria do canal.

**c) Simulação Hidráulica**

Utilizando as equações de energia e continuidade, o modelo determina o nível d'água em cada seção transversal para uma dada vazão.

**d) Resultados**

O resultado final foi disponibilizado em forma de tabelas e perfis, onde constam os dados de saída do modelo e as seções transversais com o nível d'água para os tempos de recorrência simulados.

A Figura 2 ilustra o trecho simulado no HEC-RAS.





Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM



**Figura 2 – Eixo de projeto e seções para desenvolvimento do modelo hidrodinâmico**

A Figura 3 e a Figura 4 apresentam o perfil do Canal Pavuninha no trecho fechado de dimensões 3x2m e no trecho aberto de dimensões 10x2,5m (respectivamente). É possível observar que em nenhuma seção há transbordamento para os tempos de recorrência de 25 e 50 anos. Assim, os resultados da simulação indicam que o dimensionamento proposto atenderá às exigências.

Os resultados completos da simulação hidrodinâmica estão disponíveis no “Anexo 1 – Resultados de Saída do HEC-RAS”.



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

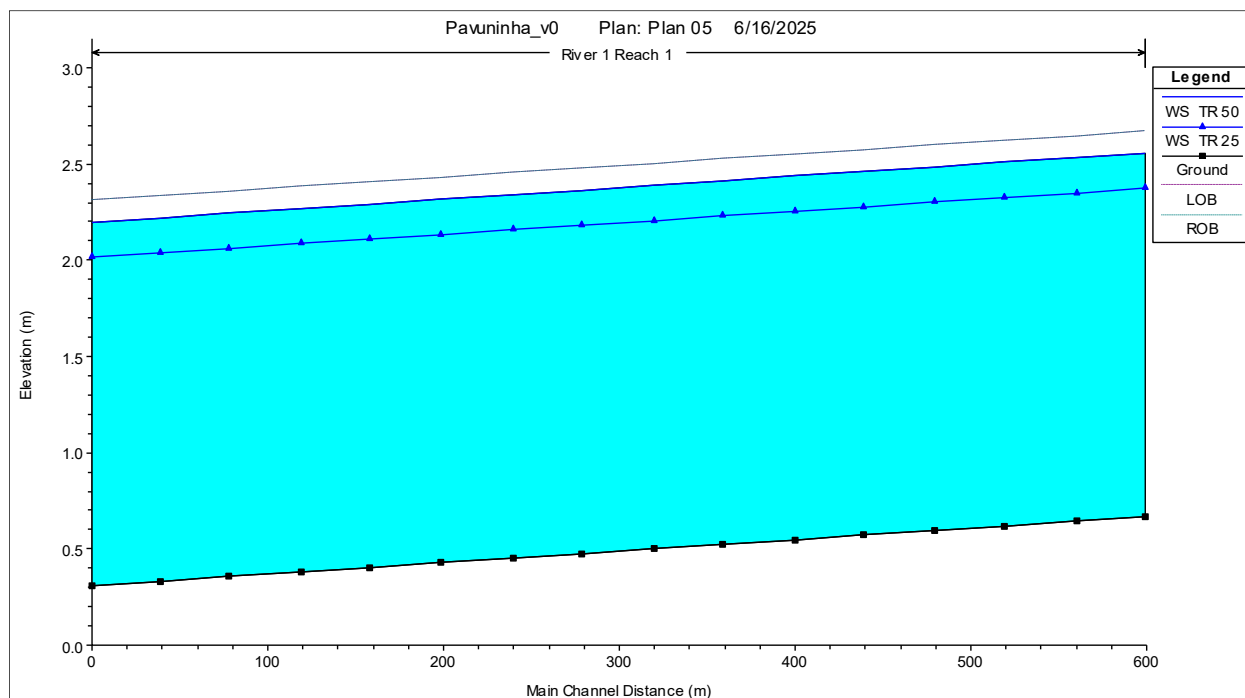


Figura 3 – Perfil do Canal Pavuninha – Trecho 3x2m

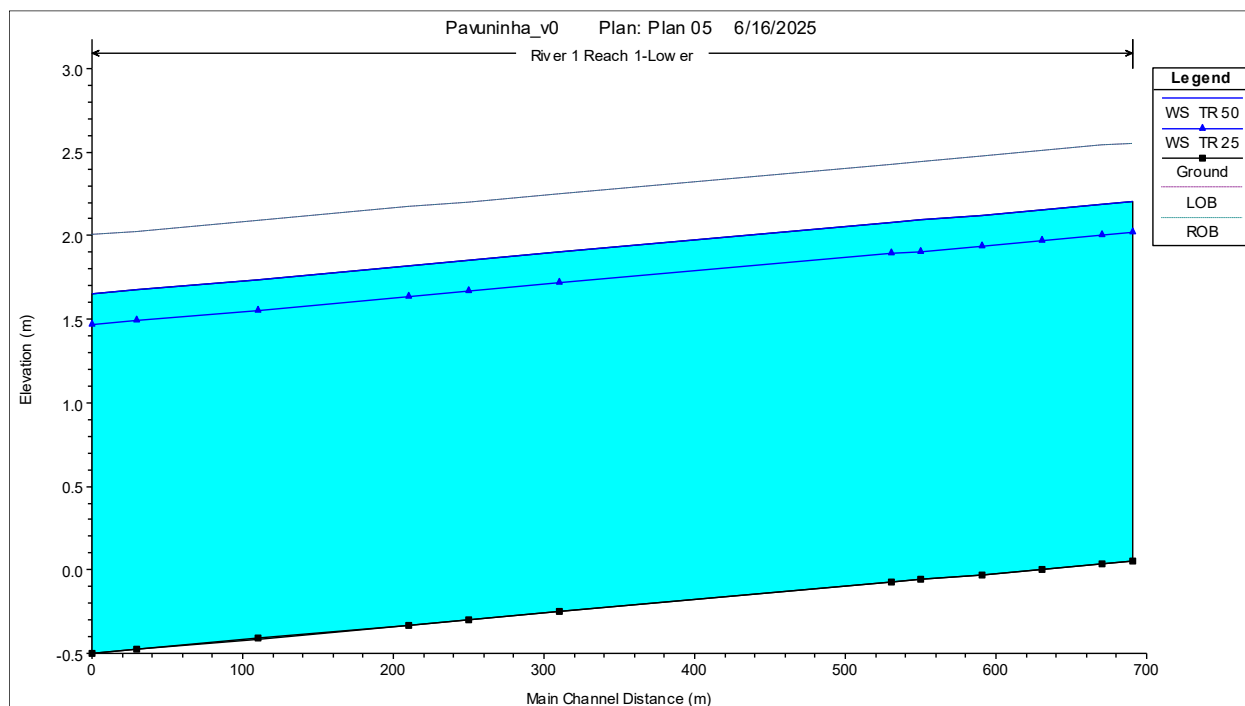


Figura 4 – Perfil do Canal Pavuninha – Trecho 10x2,5m



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

## Anexo 1 – Resultados de Saída do HEC-RAS

TR 25:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
3X2m	1353	TR 25	7.19	0.67	2.37	1.5	2.47	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1313.812	TR 25	7.19	0.64	2.35		2.45	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1273.112	TR 25	7.19	0.62	2.33		2.43	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1233.524	TR 25	7.19	0.6	2.3		2.4	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1193.037	TR 25	7.19	0.57	2.28		2.38	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1153.846	TR 25	7.19	0.55	2.25		2.35	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1112.793	TR 25	7.19	0.52	2.23		2.33	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1073.87	TR 25	7.19	0.5	2.21		2.31	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	1032.731	TR 25	7.19	0.48	2.18		2.28	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	993.8245	TR 25	7.19	0.45	2.16		2.26	0.0006	1.4	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	952.5533	TR 25	7.19	0.43	2.13		2.23	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
3X2m	912.0079	TR 25	7.19	0.4	2.11		2.21	0.000601	1.41	5.11	3	0.34	1.7
3X2m	872.5499	TR 25	7.19	0.38	2.08		2.19	0.000601	1.41	5.11	3	0.34	1.7
3X2m	831.9832	TR 25	7.19	0.36	2.06		2.16	0.000601	1.41	5.11	3	0.34	1.7
3X2m	792.7309	TR 25	7.19	0.33	2.04		2.14	0.000601	1.41	5.12	3	0.34	1.7
3X2m	753.898	TR 25	7.19	0.31	2.01	1.14	2.11	0.0006	1.41	5.12	3	0.34	1.71
10x2,5m	690.7779	TR 25	46.66	0.05	2.02	1.35	2.31	0.000799	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	670.7779	TR 25	46.66	0.04	2		2.29	0.000799	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	630.7779	TR 25	46.66	0	1.97		2.26	0.000799	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	590.3125	TR 25	46.66	-0.03	1.94		2.23	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	550.2536	TR 25	46.66	-0.06	1.91		2.19	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	530.2536	TR 25	46.66	-0.08	1.89		2.18	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	310.3143	TR 25	46.66	-0.25	1.71		2	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	250.3143	TR 25	46.66	-0.3	1.67		1.95	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	210.3143	TR 25	46.66	-0.33	1.63		1.92	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	110.2495	TR 25	46.66	-0.41	1.55		1.84	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	30.02569	TR 25	46.66	-0.48	1.49		1.78	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97
10x2,5m	0	TR 25	46.66	-0.5	1.47	0.8	1.75	0.0008	2.37	19.67	10	0.54	1.97



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS  
Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Recuperação Ambiental - DIRRAM

TR 50:

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Max Chl Dpth
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)
3X2m	1353	TR 50	8.21	0.67	2.56	1.58	2.66	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1313.812	TR 50	8.21	0.64	2.53		2.64	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1273.112	TR 50	8.21	0.62	2.51		2.62	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1233.524	TR 50	8.21	0.6	2.48		2.59	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1193.037	TR 50	8.21	0.57	2.46		2.57	0.0006	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	1153.846	TR 50	8.21	0.55	2.44		2.54	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1112.793	TR 50	8.21	0.52	2.41		2.52	0.0006	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	1073.87	TR 50	8.21	0.5	2.39		2.5	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	1032.731	TR 50	8.21	0.48	2.36		2.47	0.0006	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	993.8245	TR 50	8.21	0.45	2.34		2.45	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
3X2m	952.5533	TR 50	8.21	0.43	2.32		2.42	0.0006	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	912.0079	TR 50	8.21	0.4	2.29		2.4	0.000601	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	872.5499	TR 50	8.21	0.38	2.27		2.37	0.000601	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	831.9832	TR 50	8.21	0.36	2.24		2.35	0.000601	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	792.7309	TR 50	8.21	0.33	2.22		2.33	0.0006	1.45	5.66	3	0.34	1.89
3X2m	753.898	TR 50	8.21	0.31	2.2	1.22	2.3	0.0006	1.45	5.67	3	0.34	1.89
10x2,5m	690.7779	TR 50	53.26	0.05	2.2	1.48	2.52	0.000799	2.47	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	670.7779	TR 50	53.26	0.04	2.19		2.5	0.000799	2.47	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	630.7779	TR 50	53.26	0	2.16		2.47	0.000799	2.47	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	590.3125	TR 50	53.26	-0.03	2.12		2.44	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	550.2536	TR 50	53.26	-0.06	2.09		2.4	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	530.2536	TR 50	53.26	-0.08	2.08		2.39	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	310.3143	TR 50	53.26	-0.25	1.9		2.21	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	250.3143	TR 50	53.26	-0.3	1.85		2.16	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	210.3143	TR 50	53.26	-0.33	1.82		2.13	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	110.2495	TR 50	53.26	-0.41	1.74		2.05	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	30.02569	TR 50	53.26	-0.48	1.68		1.99	0.0008	2.48	21.52	10	0.54	2.15
10x2,5m	0	TR 50	53.26	-0.5	1.65	0.92	1.96	0.0008	2.48	21.51	10	0.54	2.15