

510005226/19

03
Claudia Costa Proxedes
Protocolo FEMUSA
Mat. 12530

RELATÓRIO TÉCNICO

ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES NITERÓI – RJ

LOCAL: RUA DR. GUSTAVO MOREIRA, CARAMUJO

PONTO: TRECHO A MONTANTE E A JUSANTE DA RUA DR. GUSTAVO MOREIRA

COORDENADAS APROXIMADAS: 697702E, 7466877N

PROJETO BÁSICO

Março/2014

1 OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar e descrever o projeto básico de proteção e estabilização desenvolvido para o ponto de risco na Rua Dr. Gustavo Moreira, Caramujo, Niterói.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O local situa-se a montante e jusante da Rua Dr. Gustavo Moreira, no bairro Caramujo, no município de Niterói. Na Figura 1 apresenta-se uma vista do local e a delimitação da área a ser estabilizada.



Figura 1 – Localização da área a ser estabilizada.

O local visitado corresponde a um talude com declividade alta, que já rompeu causando problemas sérios para as residências e interrompendo o tráfego da Rua Dr. Gustavo Moreira. Existem muitas casas ao longo do talude.

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A área de interesse do presente projeto de proteção e estabilização localiza-se a montante e jusante da Rua Dr. Gustavo Moreira e apresenta uma declividade acentuada.

A área interessada foi objeto de levantamento topográfico para subsídio ao desenvolvimento do projeto de proteção e estabilização. Como resultado desse levantamento topográfico tem no desenho 2831-Gustavo Moreira_01-07 3 as seções transversais mais representativas da área de estudo.

A Figura 2 apresenta o perfil geotécnico do trecho envolvido no processo de instabilização, elaborado a partir dos resultados do levantamento topográfico e das investigações geotécnicas (sondagens).

As sondagens realizadas foram as descritas na Tabela 01 e os boletins de sondagem estão no Anexo 1.

Tabela 01: Sondagens Geotécnicas.

SONDAGEM	COORDENADAS		COTA	PROFUNDIDADE (m)
	N	E		
SP-24	7.466.971,9217	697.733,4273	107,97	4,35
SP-24A	-	-	-	2,53
SP-24B	-	-	-	5,30
SP-25	7.466.920,3332	697.748,7627	88,81	1,70
SP-25A	-	-	-	2,00
SP-25B	-	-	-	2,00

Foi também realizada a caracterização geotécnica do maciço terroso existente no local, com recurso à realização de sondagens à percussão. Foram realizadas duas sondagens à percussão (SP-24 e SP-25), a primeira localizada próxima a Rua Dr. Gustavo Moreira e a segunda localizada na Rua Dr. Carlos Brandão, seguindo o mesmo alinhamento da SP-24.

p/h
Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

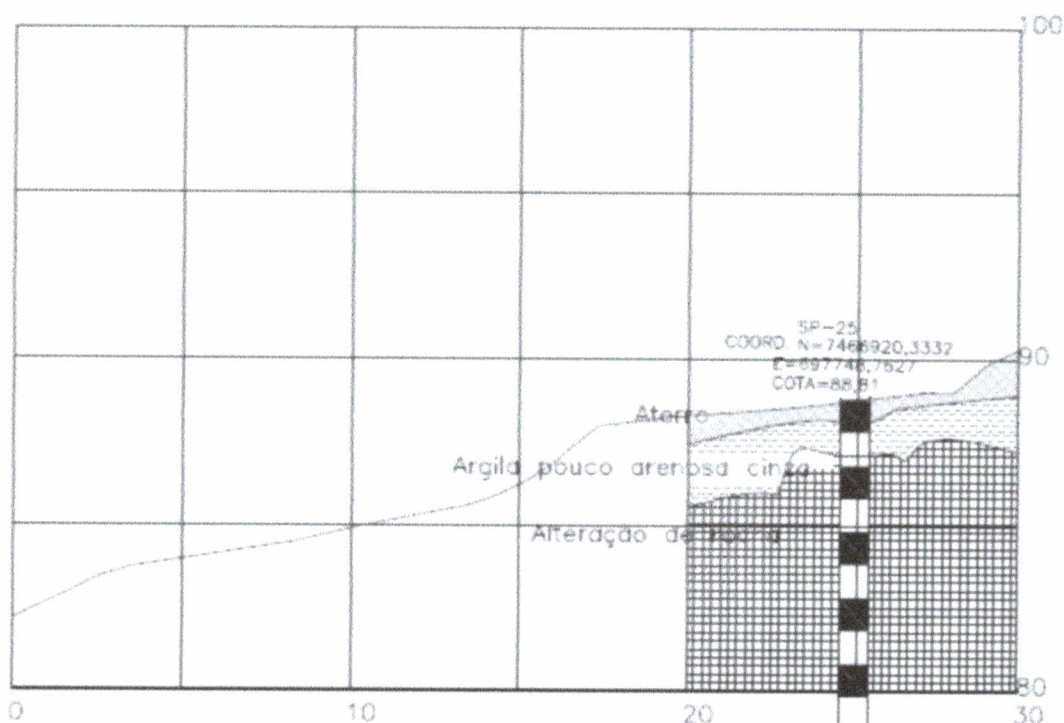
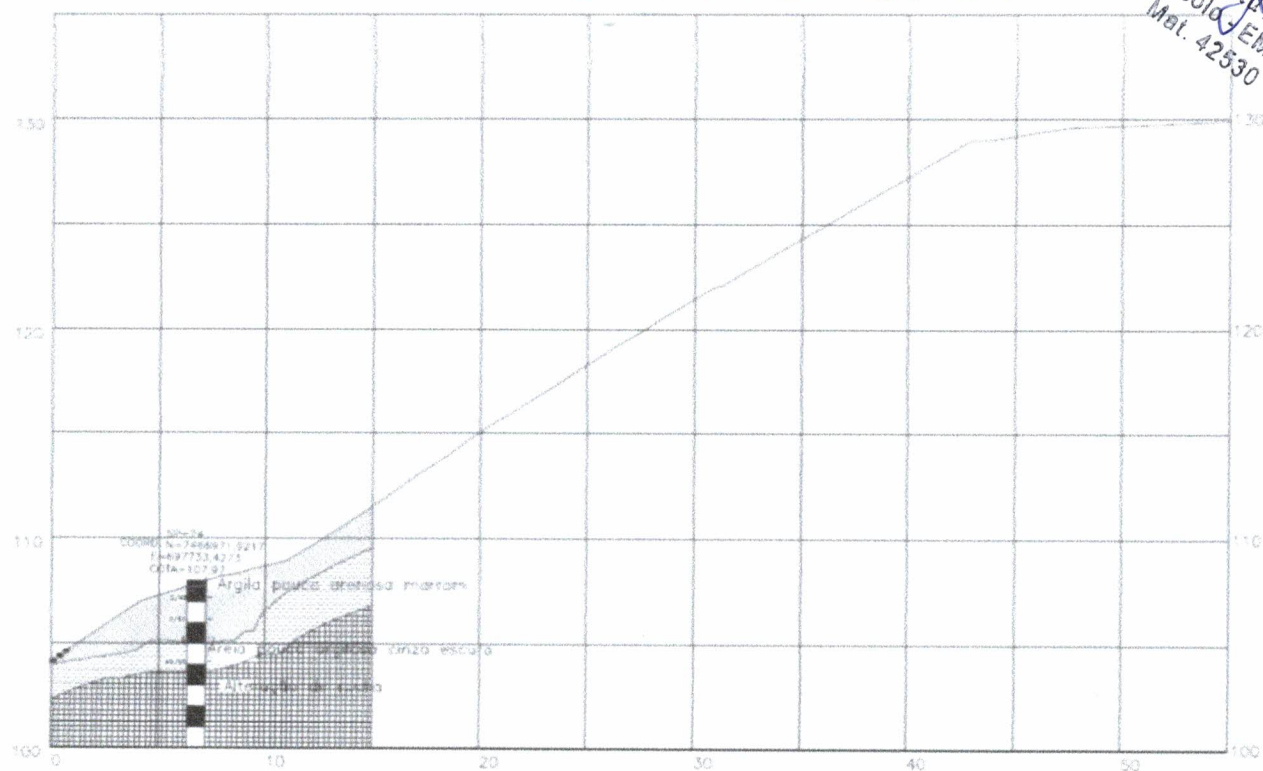


Figura 02: Perfil Geotécnico.

Na Tabela 2 e 3 temos os parâmetros adotados nos cálculos através do perfil geotécnico da Figura 2 e a solução identificada na Figura 4.

Para a realização dos estudos de análise da estabilidade de taludes, foi definido o modelo geotécnico para a realização da modelação com o programa de cálculo Slope/W da Geostudio versão 2014. O modelo foi definido com base no levantamento topográfico

realizado e nos resultados das sondagens executadas no local. O resultado dos cálculos encontram-se nas Figuras 3 a 5 e o relatório detalhado no Anexo 2.

Tabela 02: Parâmetros do solo adotados para SP-24.

Material	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ'
Argila arenosa muito mole	17	2	16
Areia pouco argilosa medianamente a muito compacta	18	7	28
Alteração de rocha	19	30	35

Tabela 03: Parâmetros do solo adotados para SP-25.

Material	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ'
Aterro argilo arenoso	17	2	16
Argila pouco arenosa muito mole	18	2	16
Alteração de rocha	19	30	35

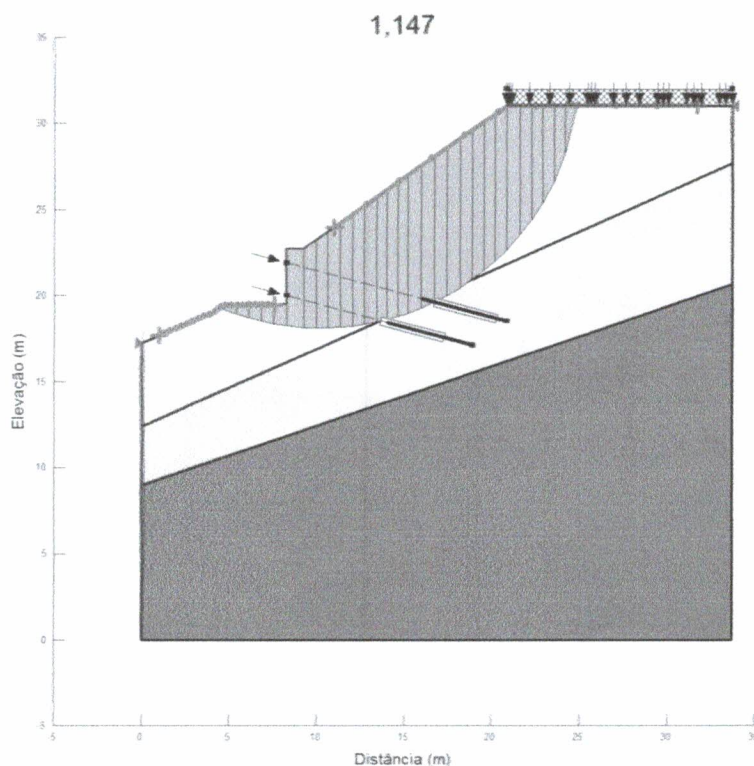
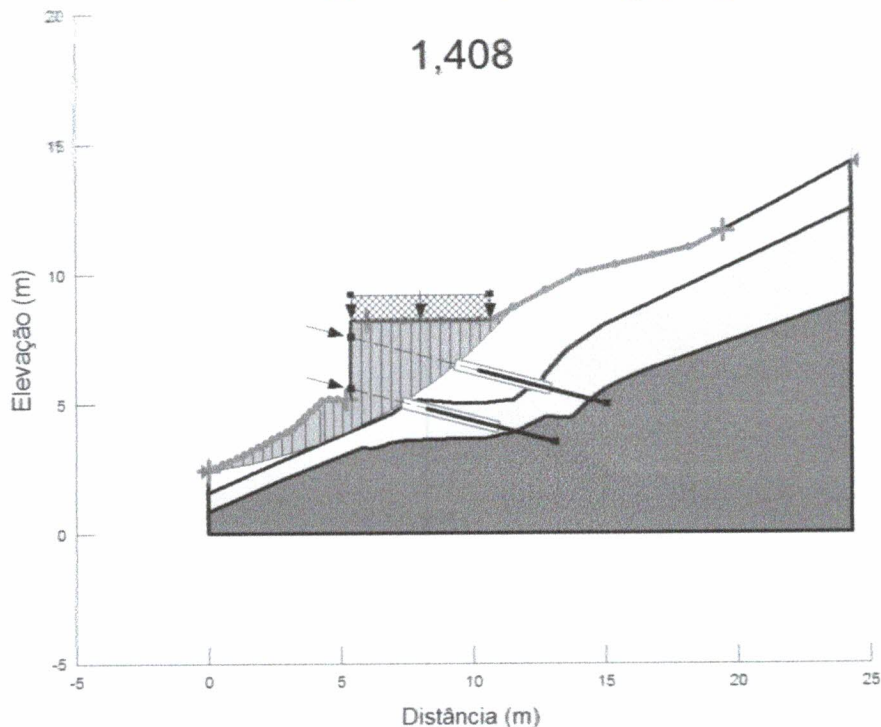


Figura 03: Superfície de ruptura no talude de montante com um fator de segurança superior a 1,0 (FS=1,147), referente a cortina atirantada 1.

Paulo Cesar Silva Carrera
 Diretor de Planejamento
 e Captação de Recursos
 EMUSA

510005226/19

1,408



Claudia Costa Prox
Protocolo EMUSA
Mat. 42530

Figura 04: Superfície de ruptura no talude de montante com um fator de segurança superior a 1,0 (FS=1,408), referente a cortina atirantada 2.

1,763

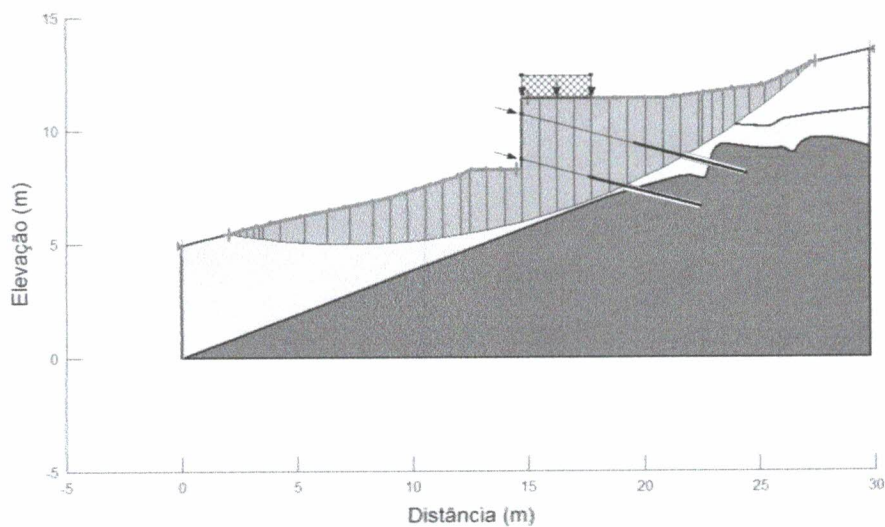


Figura 05: Superfície de ruptura no talude de montante com um fator de segurança superior a 1,0 (FS=1,763), referente a cortina atirantada 3.

Paulo César Silva Corrêa
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

4 SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta foi cortina atirantada no pé das residências. Como proteção do talude e casas foi projetado um concreto projetado. Para proteger o talude e estrutura foi projetado uma drenagem superficial desaguando na drenagem local com bueiro de $\phi 800\text{mm}$.

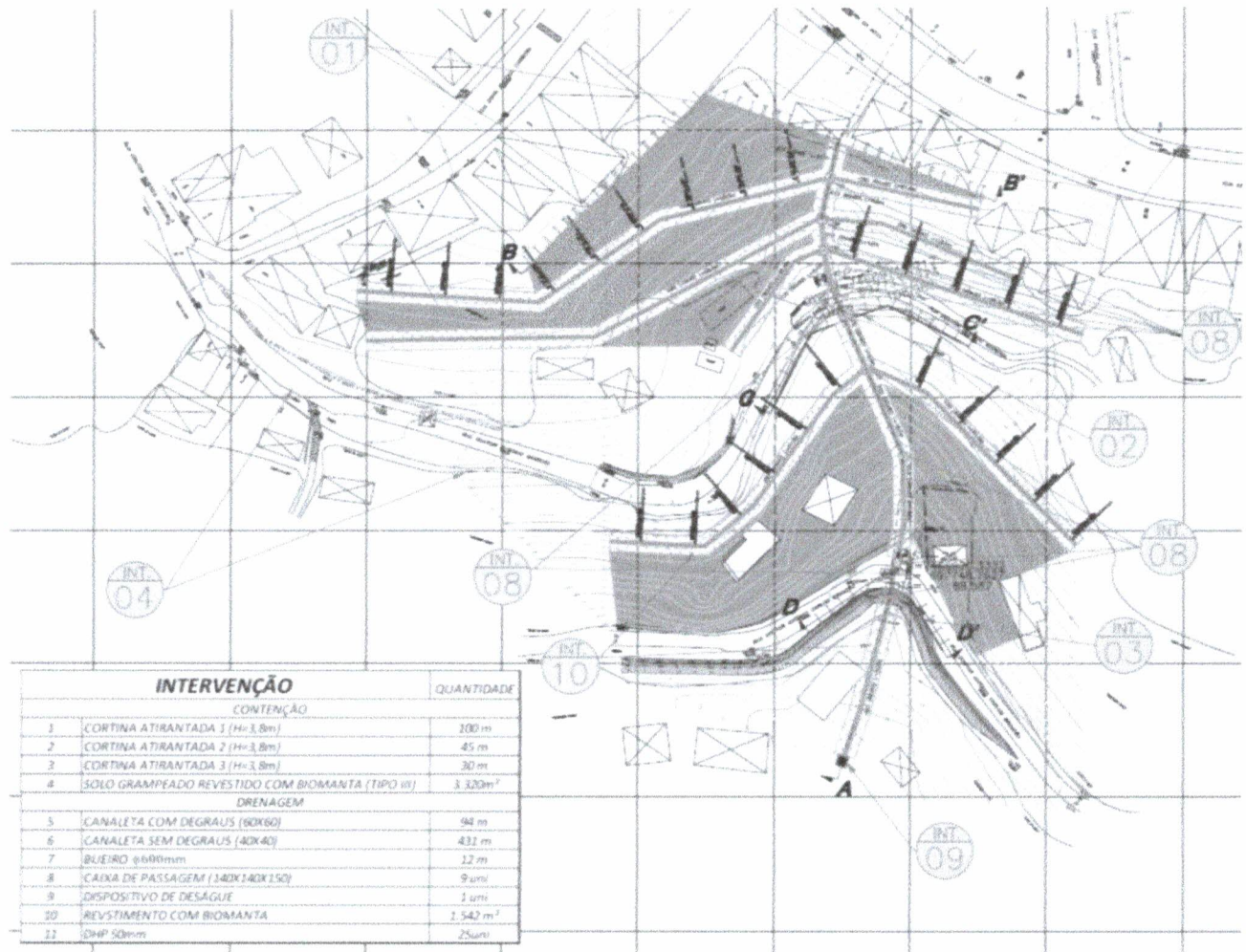


Figura 04: Localização das soluções propostas em planta.

Paulo César Silva Corrêa
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

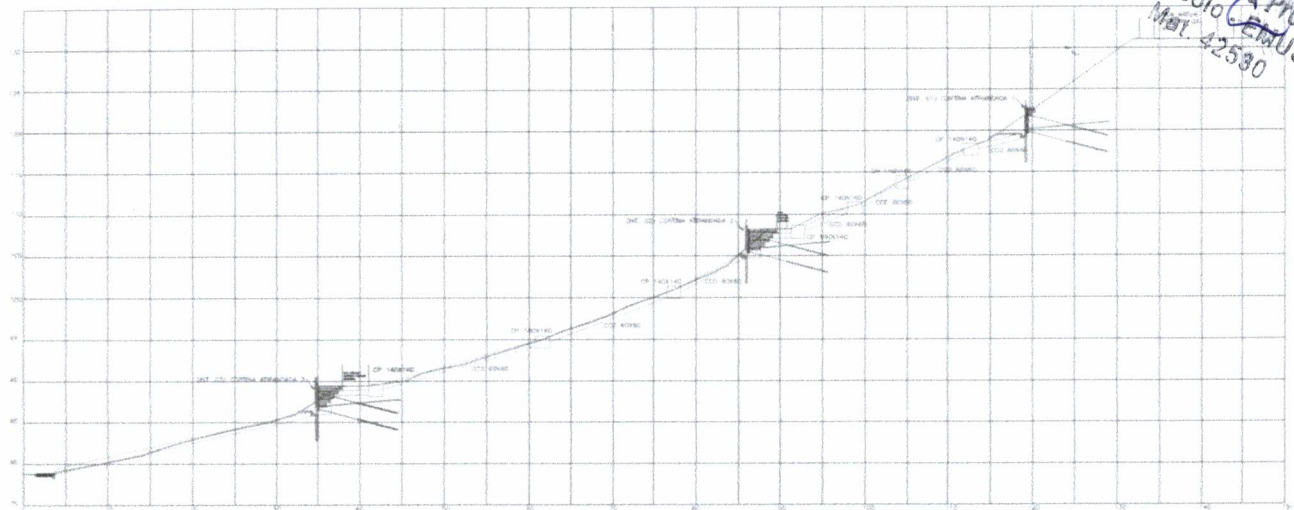


Figura 05: Solução adotada.

5 ANEXO 1 – BOLETINS DE SONDAGEM

6 ANEXO 2 – RELATÓRIO DO CÁLCULO DE ESTABILIDADE



7 ANEXO 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DE DRENAGEM

Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

510005226/19

ANEXO 1

Claudia Costa Proxedes
Protocolo EMUSA
Mat. 42530

 NITERÓI PREFEITURA		 CONEMAT GEOTECNIA		COORDENADAS N = E =	
Cliente PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - RJ					
Local CARAMUJO, NITERÓI - RJ					
Escala 1:100		Data 07/11/2013		Des. = Delta Sonda	
Geol. = Leonardo Carvalho		Des. n° =		Início 19/10/2013	
Término 19/10/2013		COTA: -			
SONDAGEM SP-24					
Cotas em relação ao R.N. Nível d'água	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações		Revestimento Ø 76.2 mm
			Amostrador { Ø interno 34.9 mm Ø externo 50.8 mm	Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm	
		Nº de golpes 1ª e 2ª 2ª e 3ª		Gráfico 10 20 30 40	
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					
2.50m		2/49 -		Argila pouco arenosa, com pedregulhos, marrom, de consistência muito mole.	
2.95		2/45 -		Areia pouco argilosa, com pedregulhos, cinza escura, medianamente a muito compacta.	
4.35		8 13		LIMITE DA SONDAGEM	
-5		46/25 -		LIMITE DA SONDAGEM	
-10		LIMITE DA SONDAGEM		LIMITE DA SONDAGEM	
-15		LIMITE DA SONDAGEM		LIMITE DA SONDAGEM	
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA (m)		ROD%		NFE NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO	
INICIAL FINAL		RECUPERAÇÃO (%)		NFO NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI OBSERVADO	
2.50 2.50		Fragmentos/m		* TESTEMUNHOS FRAGMENTADOS	
19/10/2013 20/10/2013		RECUPERAÇÃO NULA		AMOSTRA NÃO RECUPERADA	
SIMBOLÓGICA		ROTATIVA		X	

Paulo César Silva Corrêa
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

17
Cláudia Costa Broxedes
COORDENADORA
N = Mat. 42530
E =



17
Cláudia Costa Broxedes
COORDENADORA
N = Mat. 42530
E =

Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

Claudia Costa
Protocolo
COORDENADOR
N =



NITERÓI
PREFEITURA



CONTEMAT
REVISTA

$$N =$$

Ciente **PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - RJ**

Local CARAMUJO, NITERÓI -RJ

Escala 1:100

Data: 07/11/2013

Des ¹⁴ Delta Sonda

Geol.: Leonardo Carvalho

Des n°

SONDAGEM

SP-24 B



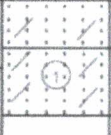
COTA: -

Inicio	19/10/2013
--------	------------

Término 19/10/2013

[illegible]

Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

 NITERÓI PREFEITURA		 CONEMAT geotecnia		COORDENADAS N = <i>Próximo Costa Provedor</i> E = <i>Mal 42530</i>	
Cliente PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - RJ					
Local CARAMUJO, NITERÓI - RJ					
Escala 1:100		Data 07/11/2013		Des. = Delta Sonda	
Geól. = Leonardo Carvalho		Des. n° -			
SONDAGEM		SP-25		COTA: -	
Início 20/10/2013		Término 20/10/2013			
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações		Revestimento Ø 76.2 mm Amostrador { Ø interno 34.9 mm Ø externo 50.8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
			1ª e 2ª 2ª e 3ª	10 20 30 40	Solo superficial argilo arenoso, com pedregulhos. (Aterro).
0.90m		0.70 1.70	P/46	-	Argila pouco arenosa, cinza, de consistência muito mole.
-5					LIMITE DA SONDAGEM
-10					
-15					
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA (m)		SIMBIOLOGIA	ROD%	80 60 40 20	NFE NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO
INICIAL	FINAL			RECUPERAÇÃO (%)	NFO NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI OBSERVADO
0.90	0.90			Fragmentos/m INC	* TESTEMUNHOS FRAGMENTADOS
20/10/2013	20/10/2013			RECUPERAÇÃO NULA	AMOSTRA NÃO RECUPERADA
				ROTATIVA	


 Paulo Cesar Silva Carrera
 Diretor de Planejamento
 e Captação de Recursos
 EMUSA

15
Claudia Costa Proxedes
Protocolo: EMUSA
MIDAS 42530
ORDENAL

Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

510005226/19

Claudia Costa
Protocolo nº 16
16/10/2013

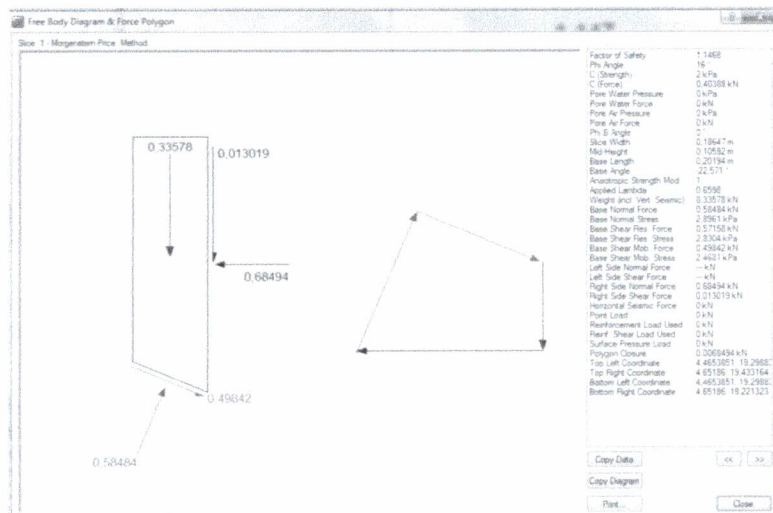
				COORDENADAS N = E =	
Cliente PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - RJ					
Local CARAMUJO, NITERÓI - RJ					
Escala: 1:100		Data: 07/11/2013		Des. Delta Sonda	
Geol.º Leonardo Carvalho		Des. nº -			
SONDAGEM		SP-25 B		COTA: -	
Início 20/10/2013		Término 20/10/2013			
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações	Revestimento Ø 76.2 mm Amostrador { Ø interno 34.9 mm Ø externo 50.8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	
			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10 20 30 40
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					
Solo superficial argilo arenoso, com pedregulhos. (Aterro).					
Argila pouco arenosa, marrom, de consistência muito mole.					
LIMITE DA SONDAGEM					
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA (m)		RQD%		NFE NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO	
INICIAL	FINAL	RECUPERAÇÃO (%)		NFO NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI OBSERVADO	
1.05	1.05	Fragmentos/m		* TESTEMUNHOS FRAGMENTADOS	
20/10/2013	20/10/2013	RECUPERAÇÃO NULA		AMOSTRA NÃO RECUPERADA	
		ROTATIVA			

Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
Captação de Recursos
EMUSA

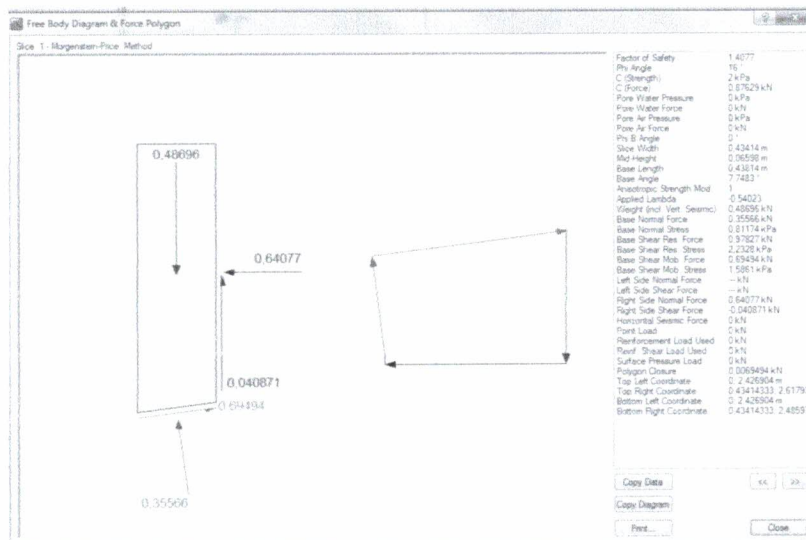
510005226/19

ANEXO 2

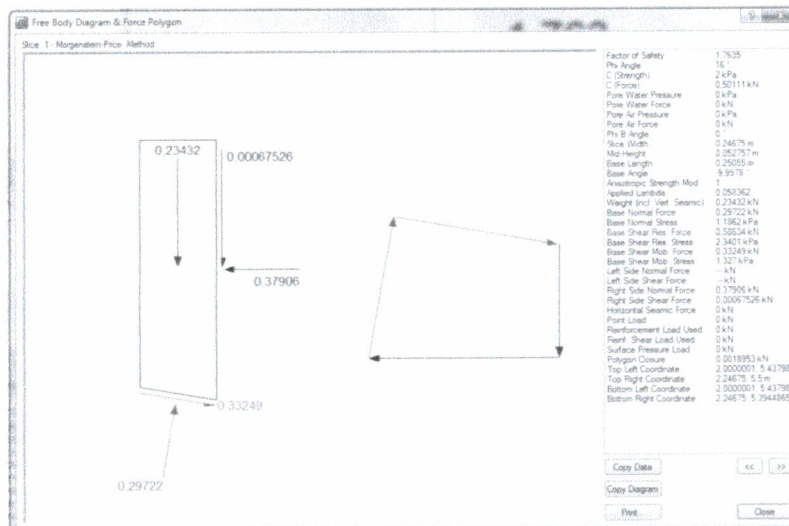
Claudia Costa Proxecto
Protocolo EMUSA
17
12530



CORTINA ATIRANTADA 1



CORTINA ATIRANTADA 2



CORTINA ATIRANTADA 3

Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

MEMÓRIA DE CÁLCULO DRENAGEM

A concepção adotada para a drenagem foi um sistema de canaletas sem degraus e descidas d'água para captação e condução de uma bacia com 4,13 ha na qual se encontram inserido o morro a montante da Rua Gustavo Moreira.

Os deflúvios para o sistema foram determinados pelo método racional; o tempo de concentração foi calculado pela fórmula de George Ribeiro; e os cálculos hidráulicos foram feitos através da fórmula de Manning.

Para determinar as vazões de projeto foi utilizada a equação geral índice de precipitação de chuva de Niterói, através do software Pluvio 2.1, apresentada a seguir:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{4379.439 \times Tr^{0.227}}{(tc + 49.18)^1}$$

onde:

$I_{m\acute{a}x}$ = intensidade máxima (mm/h)

Tr = tempo de recorrência (nesse projeto foi utilizado tempo de recorrência de 25 anos)

tc = tempo de concentração (min)

1 MÉTODO DE CÁLCULO**1.1 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS**

O dimensionamento hidráulico foi determinado para uma chuva recorrente de 25 anos, sendo utilizada a equação de chuvas de Niterói.

Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

a) Tempo de concentração inicial

O tempo de concentração inicial foi calculado pela fórmula de Georges Ribeiro.

Sendo:

$$t_c = \frac{16 \times L_1}{(1,05 - p)(100 \times S)^{0,04}}$$

t_c = Tempo de concentração em (min.)

L_1 = Caminho percorrido pela gota mais remota no talvegue (km)

p = Percentagem decimal de cobertura vegetal

S = Declividade (m/m).

DADOS ÁREA 1	
L_1 (km)	0,245
p	0,9
S (m/m)	0,51

Assim, o tempo de concentração inicial (t_c) para esta área foi de 22min.

b) Chuva Máxima

A precipitação máxima foi calculada pela fórmula do método racional. Sendo:

$$Q_{max} = \frac{C \cdot i_{max} \cdot A}{360}$$

Q_{max} = vazão máxima no ponto de concentração (m^3/s)

C = coeficiente de "run-off" (nesse projeto foi utilizado $C=0,4$ para áreas de gramado íngreme)

i_{max} = intensidade de chuva (mm/h)

A = área de contribuição (ha)

510005226/19

Claudia Costa Proxedes
Protocolo - EMUSA
Mat. 42530

DADOS ÁREA 1	
C	0,4
imax (mm/h)	127
A(ha)	4,13
n° canaletas	6

Segundo os cálculos e parâmetros utilizados a vazão máxima é de:

Área 1: 584 l/s, e a vazão máxima média em cada canaleta é de 65 l/s.

1.2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

a) Dimensionamento Canaletas - Retangulares

Utilizou-se a fórmula de Manning

$$v = \frac{R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{\eta}$$

onde:

R = raio hidráulico (m) = Área molhada (m²) / Perímetro molhado (m)

S = declividade (m/m)

η = coeficiente de Manning:

$\eta = 0,015$ para canais retangulares

Parâmetros de projeto:

Velocidade (V):

$1 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$.

Enchimento (e):

$e < 90\%$ para canaletas retangulares.

A planilha de cálculos hidráulicos encontra-se abaixo.

Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

DIMENSÕES CANAL - SEÇÃO RETANGULAR												
BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m ²)	PERÍM. (m)	Rh (m)	DECLIV. (m/m)	Q _{max} CANAL (m ³ /s)	STATUS VAZÃO	VEL. (m/s)	Hc (m)	REGIME	FOLGA (cm)
0,3	0,3	0,015	0,09	0,9	0,10	0,005	0,09	2,54702E-13 ok ≥ 1,9x10 ⁻¹³	1,02	0,21	SUBCRÍTICO	9
												OK

DIMENSÕES CANAL - SEÇÃO RETANGULAR												
BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m ²)	PERÍM. (m)	Rh (m)	DECLIV. (m/m)	Q _{max} CANAL (m ³ /s)	STATUS VAZÃO	VEL. (m/s)	Hc (m)	REGIME	FOLGA (cm)
0,4	0,4	0,015	0,16	1,2	0,13	0,005	0,20	2,94105E-13 ok ≥ 1,9x10 ⁻¹³	1,23	0,29	SUBCRÍTICO	11
												OK

Assim, a dimensão das canaletas serão de 30x30 (pé da cortina atirantada) e 40x40cm.

b) Dimensionamento Canaletas Transversais de Descida (Escada)

Utilizou-se um método empírico em que, fixada a largura (L), define-se a altura do canal (H) e partir da seguinte expressão (DNER, 1990):

$$Q = 2,07 L^{0,9} H^{1,6}$$

onde,

Q = vazão de projeto a ser conduzida pela canaleta (m³/s)

L = largura da canaleta (m)

H = altura média das paredes laterais (m)

BASE (m)		Q (m ³ /s)
0,8	0,8	1,18
0,6	0,6	0,58

Assim, as dimensões das canaletas transversais de descida serão de 60x60cm.

c) Dimensionamento Caixas de Passagem

Utilizou-se a fórmula (DNER, 1990):

$$A = 0,226 \frac{Q}{c\sqrt{H}}$$

Onde,

A = área (m^2)

c = coeficiente de vazão (0,6)

H = altura do fluxo (m)

Q = vazão de projeto que chega a caixa de passagem

ÁREA	A (m)	B (m)	ÁREA (m^2)	COEF. DE VAZÃO (c)	Q (m^3/s)	ALTURA DO FLUXO (cm)
1	1,4	1,4	2,0	0,6	0,58	1,26

Assim, a dimensão das caixas de passagem é de 140 x 140 x 150cm.

2 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO BUEIRO

1.1. VAZÃO DE PROJETO

Segundo os cálculos e parâmetros utilizados a vazão máxima é de:

Área 1: $Q1 = 0,58 m^3/s$.

1.2. DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO

O dimensionamento do bueiro será realizado de acordo com os critérios estabelecidos no manual de drenagem do DNIT.

Inicialmente é estabelecida a relação entre o tirante e o diâmetro d/D , neste caso adotou-se o valor de 0,8, valor máximo da faixa de valores recomendado.

Com o valor adotado, $d/D=0,8$, entra-se na tabela dos bueiros parcialmente cheios publicado pelo DNIT (2006) e apresentado na tabela 1, para a obtenção do coeficiente K_D .

2/18/1
Paulo Cesar Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

Tabela 1. Tabela de bueiros circulares parcialmente cheios (DNIT, 2006)

Q/D	A/D	R/D	F ₁	F ₂
0.01	0.0013	0.0044	0.0063	0.00009
0.02	0.0037	0.0132	0.0069	0.00021
0.03	0.0069	0.0197	0.0730	0.00060
0.04	0.0106	0.0262	0.0861	0.00093
0.05	0.0147	0.0326	0.1019	0.00160
0.06	0.0192	0.0389	0.1147	0.00221
0.07	0.0242	0.0461	0.1267	0.00306
0.08	0.0294	0.0513	0.1381	0.00406
0.09	0.0350	0.0575	0.1489	0.00521
0.10	0.0409	0.0636	0.1592	0.00651
0.11	0.0470	0.0696	0.1691	0.00796
0.12	0.0534	0.0755	0.1786	0.00953
0.13	0.0600	0.0813	0.1877	0.01126
0.14	0.0668	0.0871	0.1965	0.01313
0.15	0.0739	0.0929	0.2051	0.0152
0.16	0.0811	0.0986	0.2133	0.0173
0.17	0.0885	0.1042	0.2214	0.0196
0.18	0.0961	0.1097	0.2291	0.0220
0.19	0.1039	0.1152	0.2367	0.0246
0.20	0.1118	0.1206	0.2441	0.0273
0.21	0.1199	0.1259	0.2512	0.0301
0.22	0.1281	0.1312	0.2582	0.0331
0.23	0.1365	0.1364	0.2650	0.0362
0.24	0.1449	0.1416	0.2716	0.0394
0.25	0.1535	0.1466	0.2780	0.0427
0.26	0.1623	0.1516	0.2843	0.0461
0.27	0.1711	0.1566	0.2905	0.0497
0.28	0.1800	0.1614	0.2965	0.0534
0.29	0.1890	0.1662	0.3023	0.0571
0.30	0.1982	0.1709	0.3080	0.0610
0.31	0.2074	0.1756	0.3136	0.0650
0.32	0.2167	0.1802	0.3190	0.0691
0.33	0.2260	0.1847	0.3243	0.0733
0.34	0.2355	0.1891	0.3295	0.0776
0.35	0.2450	0.1936	0.3346	0.0820
0.36	0.2546	0.1978	0.3394	0.0864
0.37	0.2642	0.2020	0.3443	0.0910
0.38	0.2739	0.2062	0.3490	0.0956
0.39	0.2836	0.2103	0.3536	0.1003
0.40	0.2934	0.2142	0.3580	0.1050
0.41	0.3032	0.2182	0.3624	0.1099
0.42	0.3130	0.2220	0.3666	0.1148
0.43	0.3229	0.2258	0.3708	0.1197
0.44	0.3328	0.2295	0.3748	0.1247
0.45	0.3428	0.2331	0.3787	0.1296
0.46	0.3527	0.2366	0.3825	0.1346
0.47	0.3627	0.2401	0.3863	0.1401
0.48	0.3727	0.2435	0.3899	0.1453
0.49	0.3827	0.2468	0.3934	0.1506
0.50	0.3927	0.2500	0.3968	0.1556
0.51	0.4027	0.2531	0.4002	0.1611
0.52	0.4127	0.2562	0.4034	0.1665
0.53	0.4227	0.2592	0.4065	0.1718
0.54	0.4327	0.2621	0.4095	0.1772
0.55	0.4426	0.2649	0.4124	0.1825

Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMUSA

Tabela 1. Tabela de bueiros circulares parcialmente cheios (DNIT, 2006)

(Continuação)

d/D	A/D ³	R/D	K _s	K _u
0,56	0,4526	0,2676	0,4153	0,1879
0,57	0,4625	0,2703	0,4180	0,1933
0,58	0,4724	0,2728	0,4206	0,1987
0,59	0,4822	0,2753	0,4231	0,2040
0,60	0,4920	0,2776	0,4256	0,2094
0,61	0,5018	0,2799	0,4279	0,2147
0,62	0,5115	0,2821	0,4301	0,2200
0,63	0,5212	0,2842	0,4323	0,2253
0,64	0,5308	0,2862	0,4343	0,2306
0,65	0,5404	0,2881	0,4362	0,2358
0,66	0,5499	0,2900	0,4381	0,2409
0,67	0,5594	0,2917	0,4398	0,2460
0,68	0,5687	0,2933	0,4414	0,2511
0,69	0,5780	0,2948	0,4429	0,2560
0,70	0,5872	0,2962	0,4444	0,2609
0,71	0,5964	0,2975	0,4457	0,2658
0,72	0,6054	0,2987	0,4469	0,2705
0,73	0,6143	0,2998	0,4480	0,2752
0,74	0,6231	0,3008	0,4489	0,2797
0,75	0,6319	0,3017	0,4498	0,2842
0,76	0,6405	0,3024	0,4505	0,2886
0,77	0,6489	0,3031	0,4512	0,2928
0,78	0,6573	0,3036	0,4517	0,2969
0,79	0,6655	0,3039	0,4520	0,3008
0,80	0,6736	0,3042	0,4523	0,3047
0,81	0,6815	0,3043	0,4524	0,3083
0,82	0,6893	0,3043	0,4524	0,3118
0,83	0,6969	0,3041	0,4522	0,3151
0,84	0,7043	0,3038	0,4519	0,3182
0,85	0,7115	0,3033	0,4514	0,3212
0,86	0,7186	0,3028	0,4507	0,3239
0,87	0,7254	0,3018	0,4499	0,3263
0,88	0,7320	0,3007	0,4489	0,3286
0,89	0,7384	0,2995	0,4476	0,3305
0,90	0,7445	0,2980	0,4462	0,3322
0,91	0,7504	0,2963	0,4445	0,3335
0,92	0,7560	0,2944	0,4425	0,3345
0,93	0,7612	0,2921	0,4402	0,3351
0,94	0,7662	0,2895	0,4376	0,3353
0,95	0,7707	0,2865	0,4345	0,3349
0,96	0,7749	0,2829	0,4309	0,3339
0,97	0,7785	0,2787	0,4267	0,3322
0,98	0,7816	0,2735	0,4213	0,3293
0,99	0,7841	0,2666	0,4142	0,3247
1,00	0,7854	0,2500	0,3968	0,3117

Desta forma obtém-se o valor de K_Q igual a 0,3047, a partir do valor encontrado determina-se o valor do diâmetro teórico através da equação 13.

$$D = \left(\frac{Q \cdot n}{k_Q \cdot \sqrt{s}} \right)^{3/8} \quad (\text{Equação 12})$$

onde:

D = diâmetro (m);

Q = Vazão de projeto, (m³/s)

Paulo César Silva Carrera
Diretor de Planejamento
e Captação de Recursos
EMISA

n = coeficiente de rugosidade, para tubo de concreto será adotado o valor de $n=0,015$

s =declividade longitudinal (m/m), 0,3 (Área 1).

Substituído valores:

Diâmetro para a área 1:

$$D = \left(\frac{0,58 \cdot 0,015}{0,3047 \cdot \sqrt{0,3}} \right)^{3/8}$$

$$D = 0,33 \text{ m}$$

Com base ao resultado obtido, será adotado o diâmetro comercial igual a 0,6m.

Dados:

Declividade longitudinal $s=30\%$ (área 1)

Diâmetro $D= 0,60 \text{ m}$

Com o diâmetro comercial calcula-se o novo valor de K_Q obtendo-se desta forma um novo valor para a relação d/D , através da equação 13.

$$\frac{d}{D} = \frac{Q \cdot n}{D^{8/3} \cdot \sqrt{s}} \quad (\text{Equação 13})$$

Substituindo valores:

$$\frac{d}{D} = \frac{0,58 \cdot 0,015}{0,6^{8/3} \cdot \sqrt{0,3}} \quad \frac{d}{D} = 0,06 \quad k_v = 0,1147$$

Novamente, entra-se na tabela 1, para a obtenção do coeficiente K_v , que fornecerá o valor de V através equação 14.

$$v = \frac{k_v \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/3}}{n} \quad (\text{Equação 12})$$

Substituído valores:

$$v = \frac{0,1147 \cdot 0,6^{2/3} \cdot 0,3^{1/3}}{0,015} \quad v = 1,98 \text{ m/s}$$

Velocidade aceitável se comparada com os valores, valores mínimo (0,6m/s) e máximo (5m/s) estabelecidos em função da sedimentação das partículas em suspensão e da erosão das paredes dos tubos.

Paulo César Silva Carrera
 Diretor de Planejamento
 e Captação de Recursos
 EMUSA