

## RELATÓRIO TÉCNICO

### ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES NITERÓI - RJ

**LOCAL:** TRAVESSA MIOTI

**PONTO:** TRECHO MONTANTE DA RUA PADRE EMÍLIO MIOTTI

**COORDENADAS APROXIMADAS:** 695314E, 7466235N

---

## 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 da Rua Padre Emílio Miotti, Santa Rosa, Niterói.

## 2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O local situa-se a montante da Rua Padre Emílio Miotti, no bairro de Santa Rosa, no município de Niterói. Na Figura 1 apresenta-se uma vista do local e a delimitação da área a ser estabilizada.

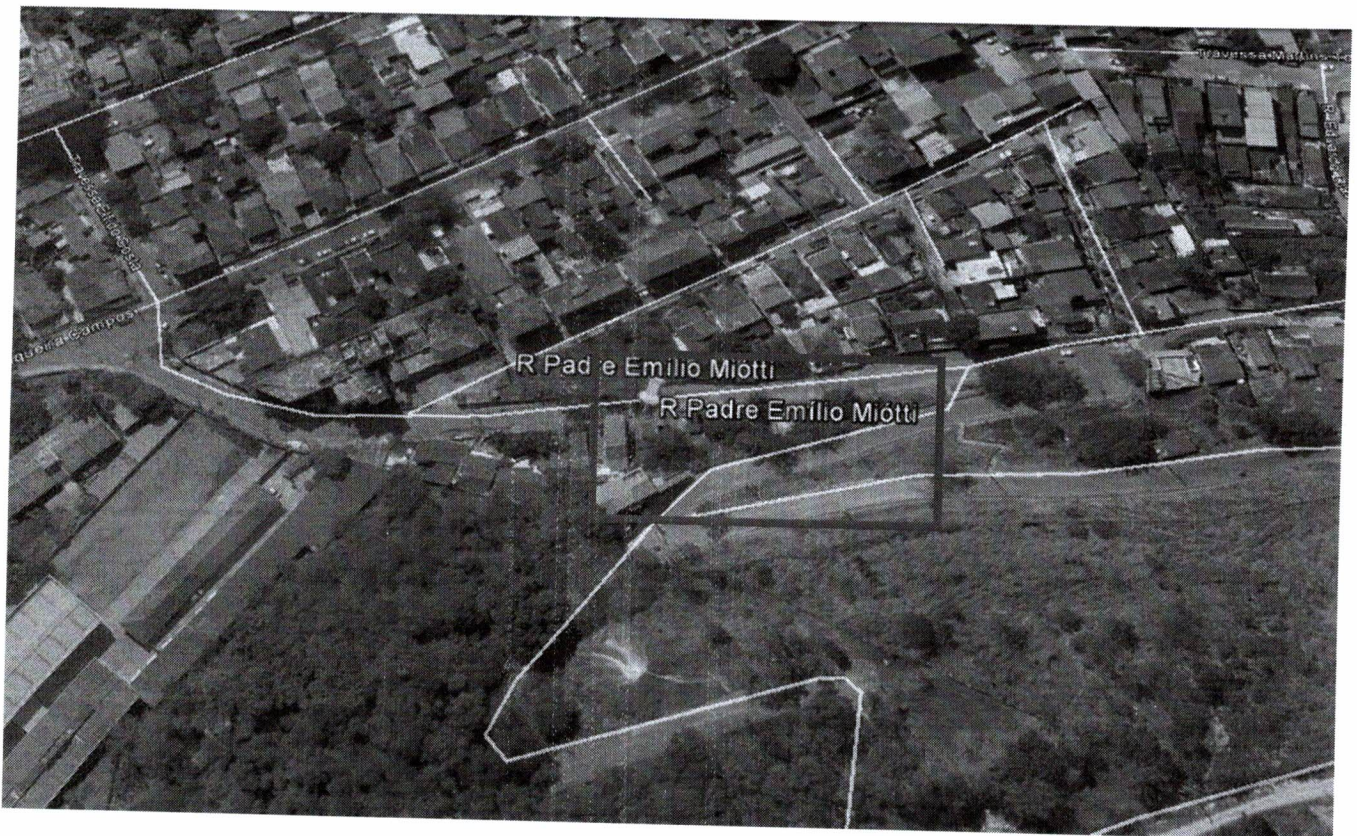


Figura 1 – Localização da área a ser estabilizada.

O local visitado corresponde a um talude com declividade alta. No pé e no topo do talude existe uma rua asfaltada (acesso para as residências nas cotas mais elevadas) e neste ponto o escorregamento destruiu as residências existentes e colocou em risco as que ainda permanecem.





**Foto 01:** Vista da Rua Padre Emílio Miotti.

### 3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A área de interesse do projeto de proteção e estabilização localiza-se no bordo direito da Rua Padre Emílio Miotti 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 2811-DE-XXX-CT-013\_01-03 as seções transversais mais representativas da área de estudo.

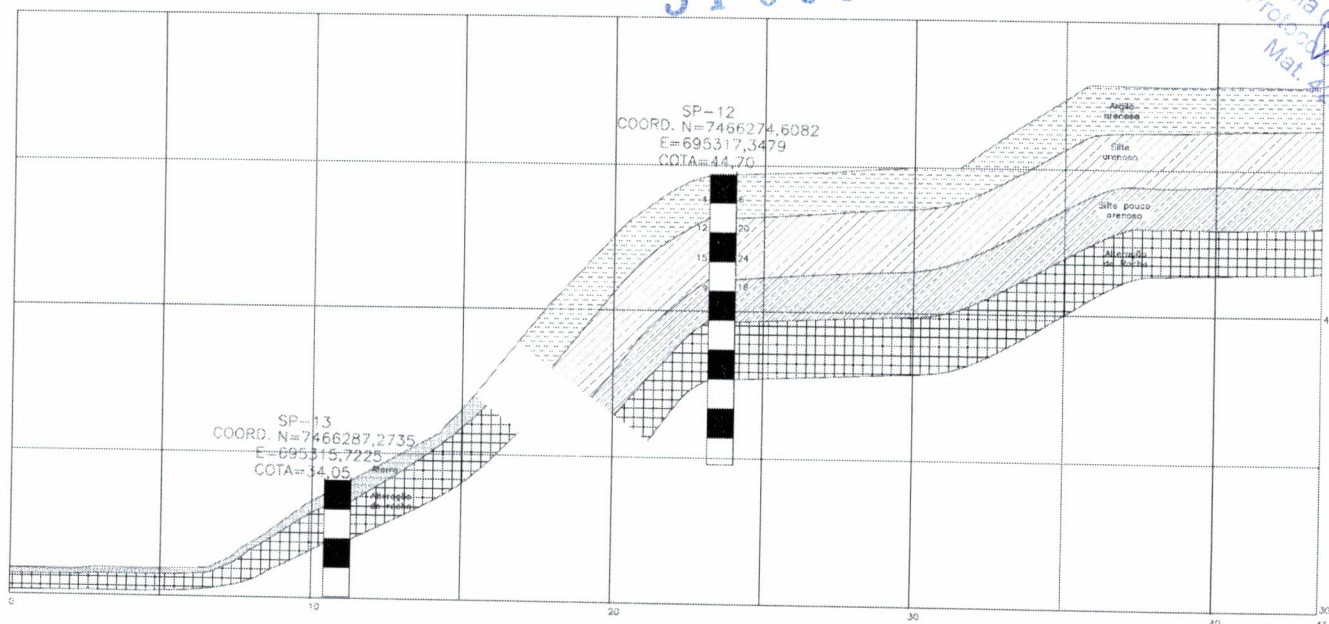
A Figura 2 apresenta o perfil geotécnico do trecho envolvido no processo de instabilização, elaborado a partir dos resultados do levantamento topográfico e das investigações geotécnicas (sondagens).

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-12	7.466.274,6082	695.317,3479	44,70	5,05
SP-13	7.466.287,2735	695.315,7225	34,05	0,73
SP-13A	-	-	-	1,00
SP-13B	-	-	-	0,50

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-12 e SP-13), a primeira localizada no talude e a segunda no pé do talude, no bordo direito da Rua Padre Emílio Miotti, seguindo o mesmo alinhamento da SP-13.



**Figura 02:** Perfil Geotécnico.

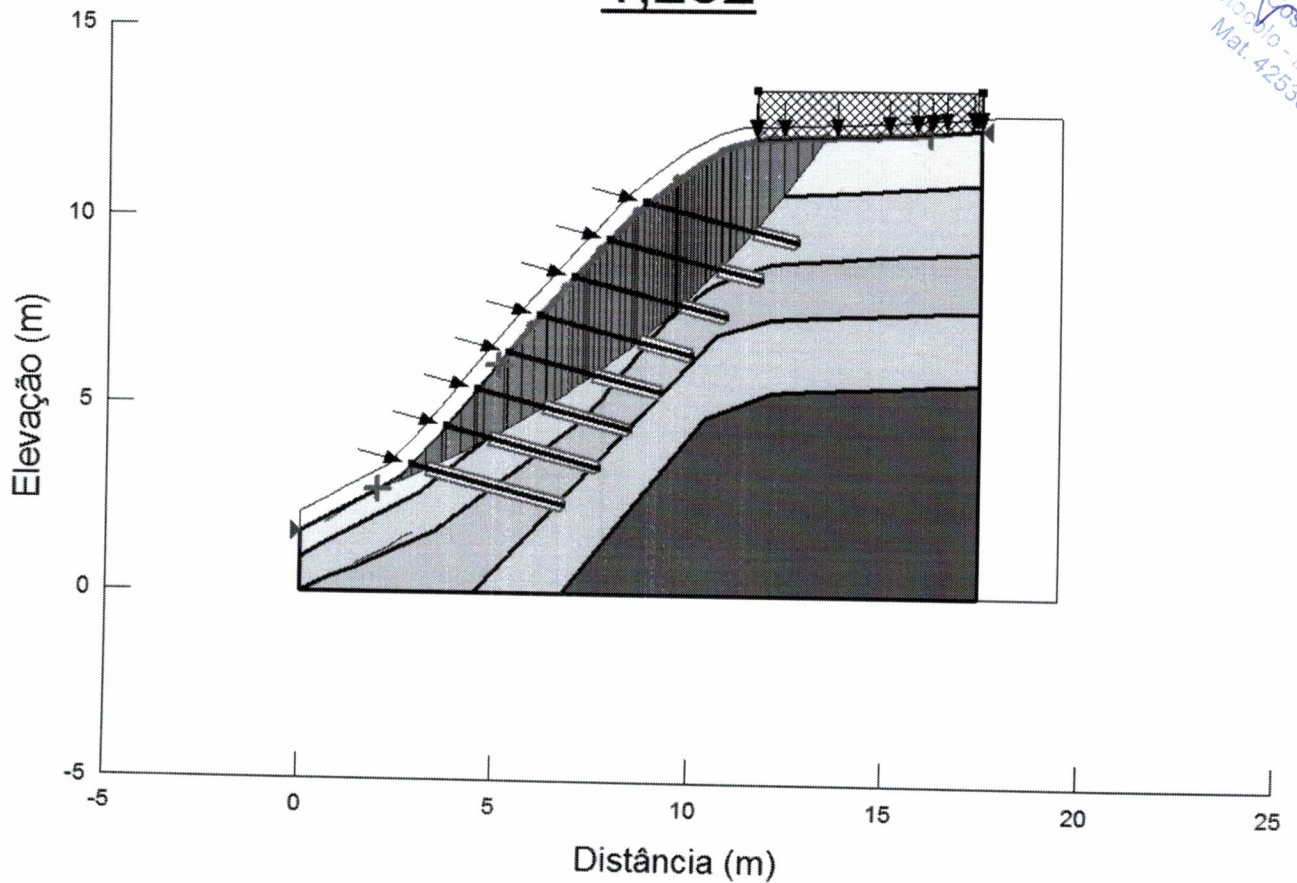
Na Tabela 2 temos os parâmetros adotados nos cálculos através do perfil geotécnico da Figura 2 e a solução identificada na Figura 4.

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 encontra-se na Figura 3 e o relatório detalhado no Anexo 2.

**Tabela 02:** Parâmetros do solo adotados.

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$
Aterro	17	1	19
Argila arenosa consistência média	17	9	23
Silte arenoso compacto	18	21	31
Silte pouco arenoso medianamente compacto a muito compacto	18	16	30
Alteração de rocha	19	30	35

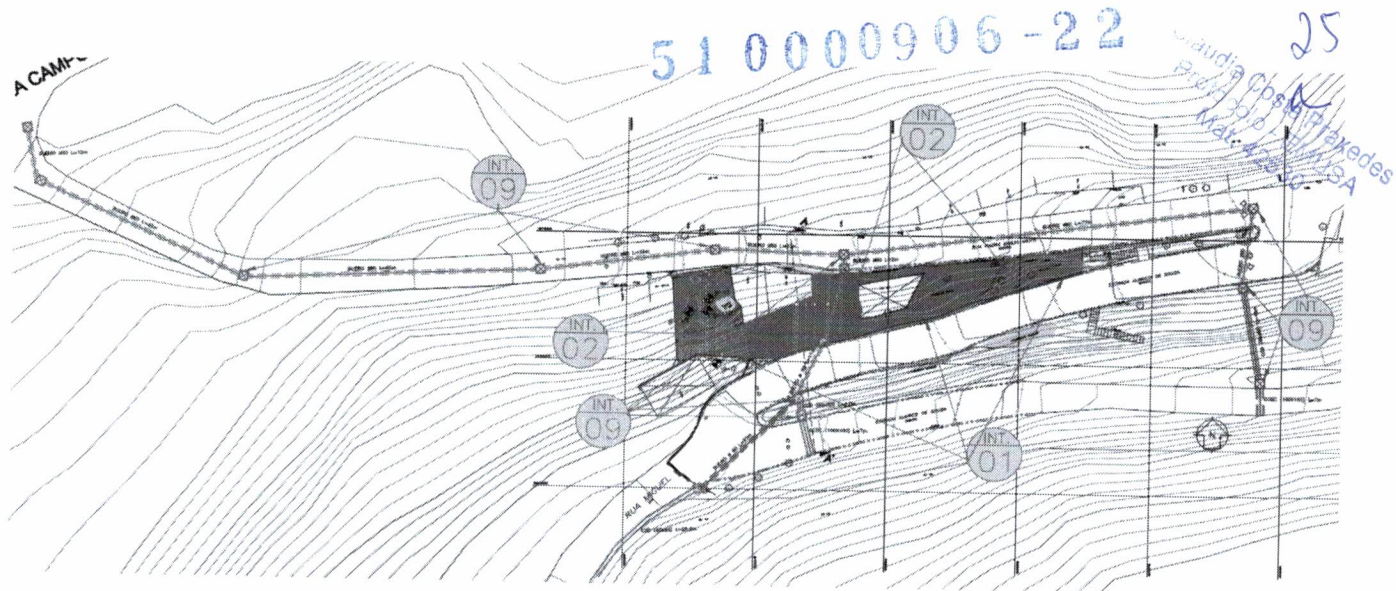




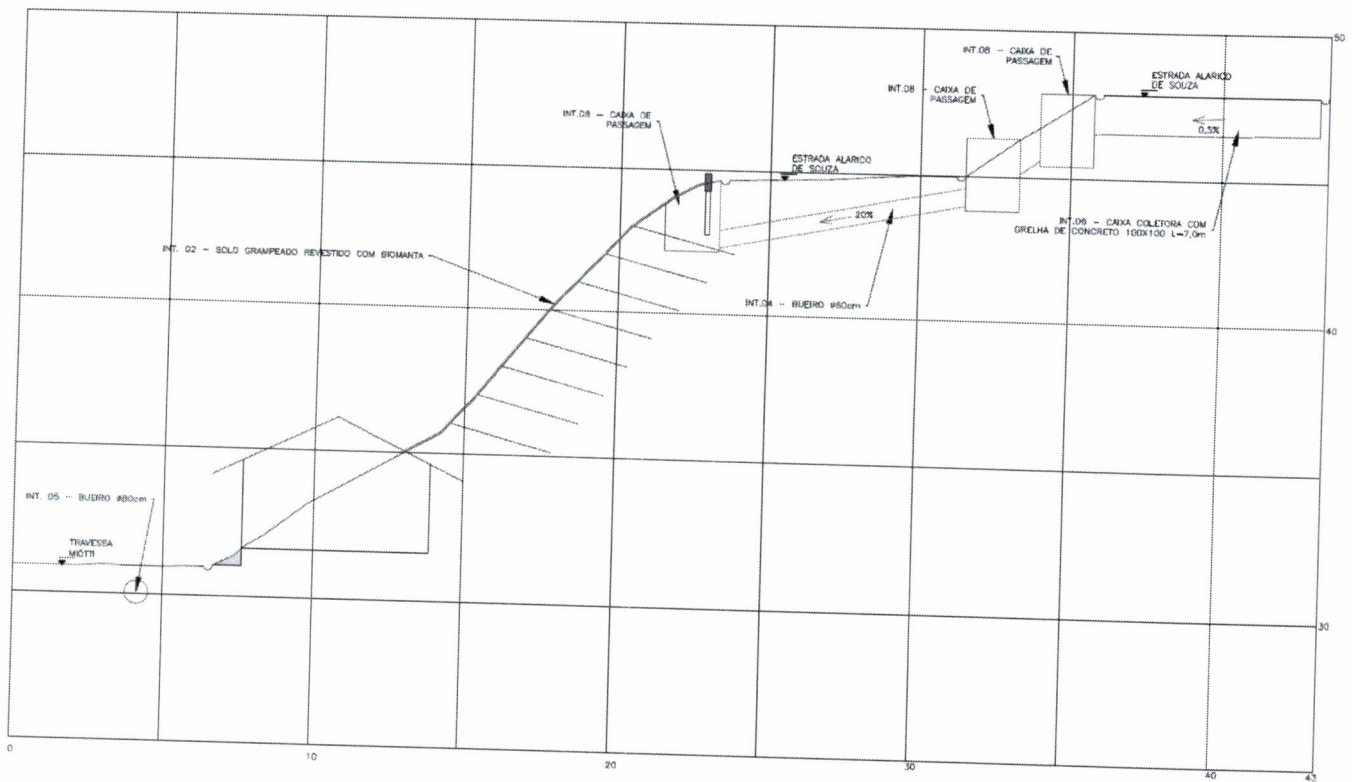
**Figura 03:** Superfície de ruptura no talude de montante com um fator de segurança superior a 1,0 (FS=1,252).

#### 4 SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta foi um solo grampeado com revestimento em biomanta e capim vetiver. Para proteger o talude foi dimensionada uma drenagem superficial. Para proteger o talude e estrutura foi projetado uma drenagem superficial desaguando na drenagem local com bueiro de  $\phi 800\text{mm}$ .



**Figura 04:** Locação das soluções propostas em planta.



**Figura 04:** Solução adotada.

- 5 ANEXO 1 – BOLETINS DE SONDAGEM
- 6 ANEXO 2 – RELATÓRIO DO CÁLCULO DE ESTABILIDADE
- 7 ANEXO 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DE DRENAGEM





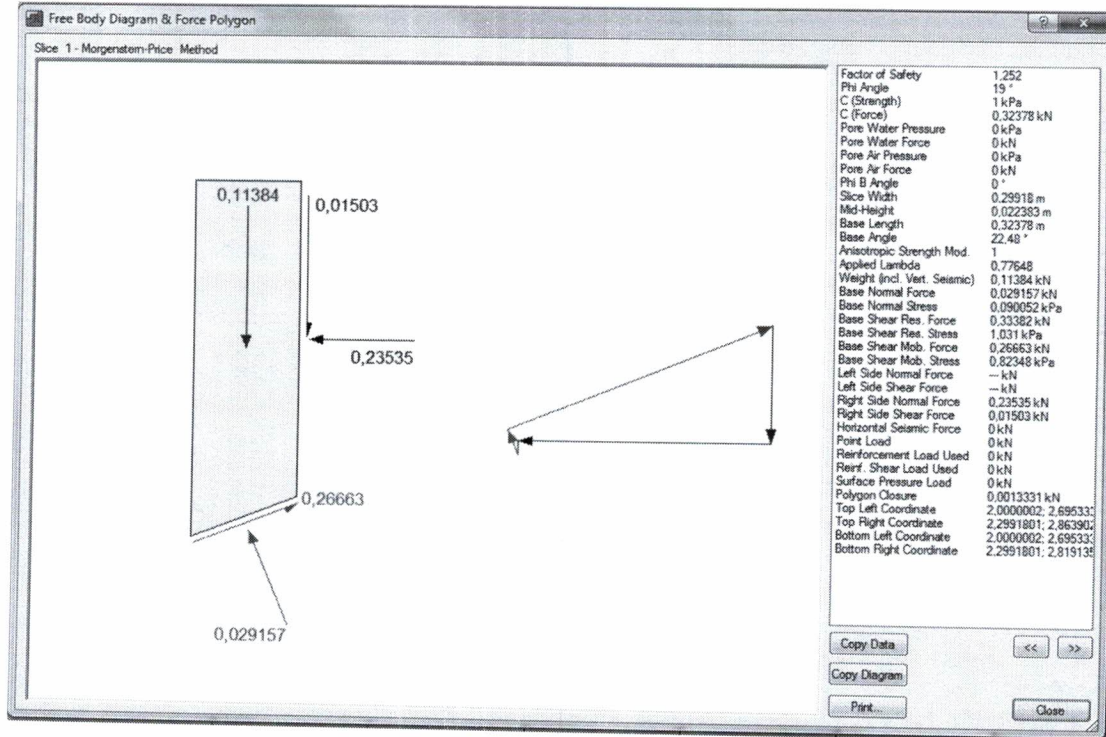












**ANEXO 3****MEMÓRIA DE CÁLCULO DRENAGEM**

Claudia Costa Praxedes  
Profa. Dr. - EMUSG  
Mat. 42530

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 7,32 há na qual se encontra inserido o morro a montante da Travessa Miótti.

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:

$$I.máx = \frac{4379,439 \times Tr^{0,227}}{(tc + 49,18)^1}$$

onde:

$I.máx$  = 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.



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)	0,482
$p$	0,9
$S$ (m/m)	1,3

Assim, o tempo de concentração inicial ( $t_c$ ) foi de 42min.

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)

DADOS ÁREA 1	
C	0,4
imax (mm/h)	99,39
A(ha)	7,32
n° canaletas	3

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

Área 1: 808 l/s, e a vazão máxima média em cada canaleta é de 269 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 (m<sup>2</sup>) / Perímetro molhado (m)

$S$  = declividade (m/m)

$\eta$  = 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.



DIMENSÕES CANAL - SEÇÃO RETANGULAR													
BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERÍM. (m)	Rh (m)	DECLIV. (m/m)	Q <sub>max</sub> CANAL (m <sup>3</sup> /s)	STATUS VAZÃO	VEL. (m/s)	Hc (m)	REGIME	FOLGA (cm)	STATUS ALTURA
0,8	0,8	0,015	0,64	2,4	0,266667	0,005	1,25	4,15927E-13 ok ≥ 1,9x10 <sup>-13</sup>	1,95	0,63	SUBCRÍTICO	20	OK

DIMENSÕES CANAL - SEÇÃO RETANGULAR													
BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERÍM. (m)	Rh (m)	DECLIV. (m/m)	Q <sub>max</sub> CANAL (m <sup>3</sup> /s)	STATUS VAZÃO	VEL. (m/s)	Hc (m)	REGIME	FOLGA (cm)	STATUS ALTURA
1	1	0,015	1	3	0,33	0,005	2,27	4,6502E-13 ok ≥ 1,9x10 <sup>-13</sup>	2,27	0,81	SUBCRÍTICO	19	OK

Assim, a dimensão das canaletas (neste caso da caixa coletora ou mataburro) será de 100x100cm.

#### 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 (m<sup>3</sup>/s)

L = largura da canaleta (m)

H = altura média das paredes laterais (m)

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

Assim, a dimensão das canaletas transversais de descida será de 80x80cm.

#### c) Dimensionamento Caixas de Passagem

Utilizou-se a fórmula (DNER, 1990):

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

Claudia Costa Praxedes  
Protorolo - EMUSA  
Mat. 42530

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	1,5	1,5	2,3	0,6	0,81	1,83

Assim, a dimensão das caixas de passagem é de 150 x 150 x 200cm.

## 2 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO BUEIRO

### 1.1. VAZÃO DE PROJETO

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

Área 1:  $Q1 = 0,81 m^3/s$ .

### 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  $K_Q$ .



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

Claudia Costa Praxedes  
Protocolo - EMUSA  
Mat. 42530

d/D	A/D <sup>3</sup>	R/D	K <sub>v</sub>	K <sub>g</sub>
0,01	0,0013	0,0066	0,0353	0,00005
0,02	0,0037	0,0132	0,0559	0,00021
0,03	0,0069	0,0197	0,0730	0,00050
0,04	0,0105	0,0262	0,0881	0,00093
0,05	0,0147	0,0326	0,1019	0,00150
0,06	0,0192	0,0389	0,1147	0,00221
0,07	0,0242	0,0451	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	0,0635	0,1592	0,00651
0,11	0,0470	0,0695	0,1691	0,00795
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	0,1935	0,3345	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	0,2102	0,3535	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	0,1298
0,46	0,3527	0,2366	0,3825	0,1349
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	0,1558
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

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

(Continuação)

d/D	A/D <sup>2</sup>	R/D	K <sub>v</sub>	K <sub>0</sub>
0,56	0,4528	0,2676	0,4153	0,1879
0,57	0,4625	0,2703	0,4180	0,1933
0,58	0,4724	0,2728	0,4208	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	0,3026	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	0,4478	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<sub>0</sub> 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, (m<sup>3</sup>/s)



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

$s$ =declividade longitudinal (m/m), 0,20

Substituindo valores:

Diâmetro para a área 1:

$$D = \left( \frac{0,81 \cdot 0,015}{0,3047 \cdot \sqrt{0,2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 0,40 \text{ m}$$

Com base ao resultado obtido, serão adotados os diâmetros comerciais iguais a 0,6 e 0,8m.

Dados:

Declividade longitudinal  $s=20\%$  (área 1)

Diâmetro  $D = 0,6 \text{ m}$  e  $D = 0,8 \text{ m}$ .

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:

$$\frac{d}{D} = \frac{0,81 \cdot 0,015}{0,6^{8/3} \cdot \sqrt{0,2}} \quad \frac{d}{D} = 0,11 \quad k_v = 0,1691$$

$$\frac{d}{D} = \frac{0,81 \cdot 0,015}{0,8^{8/3} \cdot \sqrt{0,2}} \quad \frac{d}{D} = 0,05 \quad k_v = 0,1019$$

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:

$$v = \frac{0,1691 \cdot 0,6^{2/3} \cdot 0,2^{1/3}}{0,015} \quad v = 2,94 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{0,1019 \cdot 0,8^{2/3} \cdot 0,2^{1/3}}{0,015}$$

$$v = 1,65 \text{ m/s}$$

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.