



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO
PAVIMENTAÇÃO DAS RUAS DO BAIRRO BULANDEIRA E SITIO
MATA



Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE - Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



INDICE

1.	PAVIMENTAÇÃO.....	1
2.	CALCULOS HIDROLOGICOS.....	3
2.1.	DEFLUVIO.....	4
2.2.	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	5

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061624929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



1. PAVIMENTAÇÃO

As cargas aplicadas sobre um bloco de pedra são integralmente transmitidas ao subleito, através das camadas intermediárias porventura existentes, pois a descontinuidade física entre um bloco e outro, teoricamente impede a transmissão lateral, apesar do eventual travamento entre as peças, motivo pelo qual a alvenaria poliédrica não se atribui valor estrutural, sendo, teoricamente, considerado apenas um revestimento.

As saliências e reentrâncias das faces laterais, assim como o atrito provocado pelo material de travamento, não são efetivamente considerados para o cálculo no que se refere a distribuição tangencial das cargas aplicadas sobre o bloco e retransmitidas ao subleito imediatamente abaixo.

É definida a espessura padrão de **30 cm (trinta centímetros)**, para o conjunto de alvenaria poliédrica e a base de assentamento de areia. Assim, verifica-se o **CBR** mínimo (*California Bearing Ratio*), pela fórmula abaixo descrita no manual de dimensionamento da empresa Minérios do Paraná – MINEROPAR (1983).

$$I_s = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{e_p} - 5 \quad (I)$$

Onde:

I_s – CBR da camada (em %);

e_p – Espessura da camada de alvenaria poliédrica + base areia (em centímetros);

P – Peso de uma roda (em toneladas).

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 06/824929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



Para um veículo articulado com duas unidades (caminhão e reboque), segundo a resolução nº 210 do Código de Transito Brasileiro, o peso total é no máximo 57 toneladas, dividido em 4 eixos. Logo o peso de cada roda deverá ser igual a 7,1 toneladas. Assim o CBR mínimo para a alvenaria poliédrica será:

$$I_s = \frac{100 + 150\sqrt{7.1}}{30} - 5 \quad (I)$$

$$I_s = 12 \%;$$

Será adotado um **CBR mínimo de 15 %**.

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 06152/929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS

3



2. CALCULOS HIDROLOGICOS

Inicialmente, pelo estudo das características topográficas delimitou-se a área da bacia e os divisores d'água. A estimativa da precipitação média foi realizado através do estudo realizado por FECHINE (2011) na dissertação de mestrado. Tal estudo apresenta equações IDF (intensidade-duração-frequência) para as cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha; relacionando a precipitação máxima, o período de retorno e a duração da chuva (para tempos menores que 240 min). Tem-se que para a cidade de Barbalha, a equação é igual a:

$$I = \frac{21,02 \times (Tr - 3,05)^{0,092}}{(t + 6,82)^{0,75}}$$

Onde I é a intensidade da chuva em mm/min, t é a duração da chuva em minutos e Tr é o tempo de retorno da precipitação em anos.

Para elementos de microdrenagem, o tempo será utilizado o valor de **50 anos**; conforme prevê a DP-H01 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS, da Prefeitura Municipal de São Paulo, para áreas residenciais e comerciais. A duração da chuva considerada será de **15 min**. Assim a intensidade de projeto será igual a **178,00 mm/h**.

A probabilidade de ocorrência de evento hidrológico que supere a capacidade hidráulica dos dispositivos é dada por:

$$R = \left(1 - \left(1 - \left(\frac{1}{T} \right) \right)^n \right) \times 100$$

Onde R é o risco de ocorrência de eventos maiores que os estimados em %; T é o tempo de retorno em anos e n é a vida útil das instalações em anos. Será utilizada no estudo uma vida útil de **10 anos**, em virtude do crescimento do tráfego na região em detrimento dos serviços de pavimentação e drenagem. Assim o risco de superação dos eventos hidrológicos estimados é de **18,29 %**.

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE 02 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



2.1. DEFLUVIO

Para o cálculo da quantidade de chuva que é transformada em escoamento superficial foi utilizado o método racional dado por:

$$Q = C \times I \times \frac{A}{360}$$

Onde Q é a vazão escoada superficialmente em m³/s, C é o coeficiente de Runoff, I é a intensidade da chuva em mm/h e A é a área da bacia hidrográfica em hectares. Para os pontos calculados foi utilizado o coeficiente de *Runoff* igual a 0,6; referente a áreas de residenciais com ruas macadamizadas.

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS

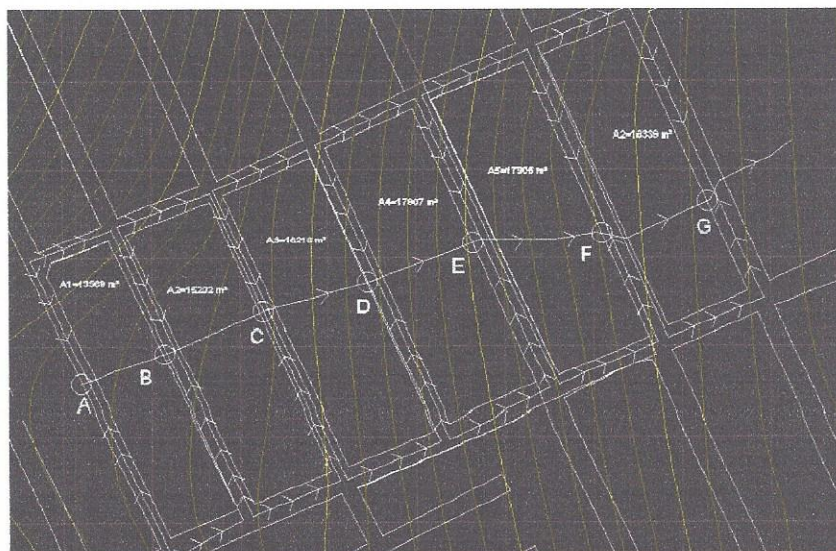


2.2. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Nos locais já urbanizados e com a presença de problemas de escoamento, foram modelados e dimensionados dispositivos de microdrenagem com posterior desague em local desabitado e com boas características de infiltração.



1 - Localização dos pontos



2 - Delimitação das subbacias

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 081524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



As zonas de influencias foram delimitadas nos eixos das vias que dividem o escoamento para as “sarjetas” localizadas nas extremidades. As sarjetas foram consideradas em seção triangular, com material de macadame rejuntado.

- *Galerias*

Os elementos de escoamento foram dimensionados como tubos circulares de concreto armado do tipo PA-1. O dimensionamento seguiu o método do Manual de Drenagem do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para transposição de vias.

Inicialmente adotou-se uma relação de altura da lamina d’agua e diâmetro (d/D) igual a 0,8 (80 % da seção estará cheia durante o evento de cheia). Em seguida determinam-se os fatores Kv e KQ da tabela disponível no manual

d/D	A/D2	R/D	KV	KQ
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	0,073	0,0005
0,04	0,0105	0,0262	0,0881	0,00093
0,05	0,0147	0,0326	0,1019	0,0015
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	0,035	0,0575	0,1489	0,00521
0,1	0,0409	0,0635	0,1592	0,00651
0,11	0,047	0,0695	0,1691	0,00795
0,12	0,0534	0,0755	0,1786	0,00953

0,13	0,06	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	0,022
0,19	0,1039	0,1152	0,2367	0,0246
0,2	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	0,265	0,0362
0,24	0,1449	0,1416	0,2716	0,0394
0,25	0,1535	0,1466	0,278	0,0427

(Handwritten signature)
Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



0,26	0,1623	0,1516	0,2843	0,0461
0,27	0,1711	0,1566	0,2905	0,0497
0,28	0,18	0,1614	0,2965	0,0534
0,29	0,189	0,1662	0,3023	0,0571
0,3	0,1982	0,1709	0,308	0,061
0,31	0,2074	0,1756	0,3136	0,065
0,32	0,2167	0,1802	0,319	0,0691
0,33	0,226	0,1847	0,3243	0,0733
0,34	0,2355	0,1891	0,3295	0,0776
0,35	0,245	0,1935	0,3345	0,082
0,36	0,2546	0,1978	0,3394	0,0864
0,37	0,2642	0,202	0,3443	0,091
0,38	0,2739	0,2062	0,349	0,0956
0,39	0,2836	0,2102	0,3535	0,1003
0,4	0,2934	0,2142	0,358	0,105
0,41	0,3032	0,2182	0,3624	0,1099
0,42	0,313	0,222	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
0,5	0,3927	0,25	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
0,56	0,4526	0,2676	0,4153	0,1879
0,57	0,4625	0,2703	0,418	0,1933
0,58	0,4724	0,2728	0,4206	0,1987
0,59	0,4822	0,2753	0,4231	0,204
0,6	0,492	0,2776	0,4256	0,2094
0,61	0,5018	0,2799	0,4279	0,2147
0,62	0,5115	0,2821	0,4301	0,22
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	0,29	0,4381	0,2409
0,67	0,5594	0,2917	0,4398	0,246
0,68	0,5687	0,2933	0,4414	0,2511
0,69	0,578	0,2948	0,4429	0,256
0,7	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	0,448	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	0,452	0,3008
0,8	0,6736	0,3042	0,4523	0,3047
0,81	0,6815	0,3043	0,4524	0,3083

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE / Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



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	0,732	0,3007	0,4489	0,3286
0,89	0,7384	0,2995	0,4476	0,3305
0,9	0,7445	0,298	0,4462	0,3322
0,91	0,7504	0,2963	0,4445	0,3335

0,92	0,756	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	0,7854	0,25	0,3968	0,3117

Tabela 1 - Valores de Kq, Kv, d/D para seção circular

A vazão de projeto varia de trecho a trecho, pela acumulação das áreas de contribuição de cada nó. Esta é dada pela fórmula do método racional, dada no item 2.1. As áreas de contribuição e suas respectivas vazões estão visíveis na tabela abaixo.

Trecho	Manning	Declividade e (m/m)	Area de contribuição (m ²)	Area de contribuição (ha)	Vazão (m ³ /s)	Vazão Acumulada (m ³ /s)	
Montante	Jusante						
			128677	12,87	3,82	3,82	
A	B	0,013	0,05	13589	1,36	0,40	4,22
B	C	0,013	0,05	15202	1,52	0,45	4,67
C	D	0,013	0,05	16218	1,62	0,48	5,15
D	E	0,013	0,05	17806	1,78	0,53	5,68
E	F	0,013	0,05	17906	1,79	0,53	6,21
F	G	0,013	0,05	16333	1,63	0,48	6,70

Em seguida calcula-se o diâmetro mínimo pelas fórmulas do Kq. Com tal diâmetro, adota-se o diâmetro comercialmente superior, e calcula-se um novo Kq, Kv e d/D (pela tabela 1), e calcula-se sua velocidade. Se a velocidade for maior que 4,5 m/s, adotam-se bueiros duplos; se for menor que 0,6 m/s, deve-se redimensionar a tubulação. Os coeficientes Kq e Kv, são dados pelas fórmulas abaixo

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS



$$K_v = \frac{V \times n}{D^{2/3} \times I^{1/2}}$$

$$K_Q = \frac{Q \times n}{D^{8/3} \times I^{1/2}}$$

D - Diâmetro nominal do conduto;

n - Coeficiente de rugosidade Manning (adotado para o concreto 0,013)

I - Declividade longitudinal do conduto (serão executados trechos com 5 % de declividade)

V - Velocidade do fluido

Q - Vazão de projeto

Assim tem-se:

Diâmetro Calculado (m)	Diâmetro adotado (m)	Novo KQ	Novo d/D	Novo KV	Velocidade (m/s)	Vazão Comportada (m³/s)
0,922	1,000	0,245	0,660	0,438	7,536	4,221
0,958	1,000	0,272	0,720	0,447	7,687	4,672
0,994	1,000	0,300	0,780	0,452	7,769	5,153
1,031	1,200	0,203	0,580	0,421	8,170	5,681
1,066	1,200	0,222	0,620	0,430	8,354	6,212

Assim é necessário adotar bueiros duplos para diminuir a velocidade e aumentar a vazão comportada.

Então se adotou em todos os locais de transposição de águas pluviais Bueiros duplos circulares de diâmetro nominal de 1,20 m.

- *Bocas de lobo*

Foram projetadas elementos de captação (Boca-de-lobo), sem depressão e com abertura retangular de 20 cm de altura. Pela fórmula abaixo (considerando a estrutura com funcionamento não afogado) e adotando uma lâmina d'água igual a 15 cm de altura, obtém-se a largura necessária da soleira.

$$Q = 1,7 \times L \times y^{3/2}$$

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061524929-9



ESTADO DO CEARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E OBRAS

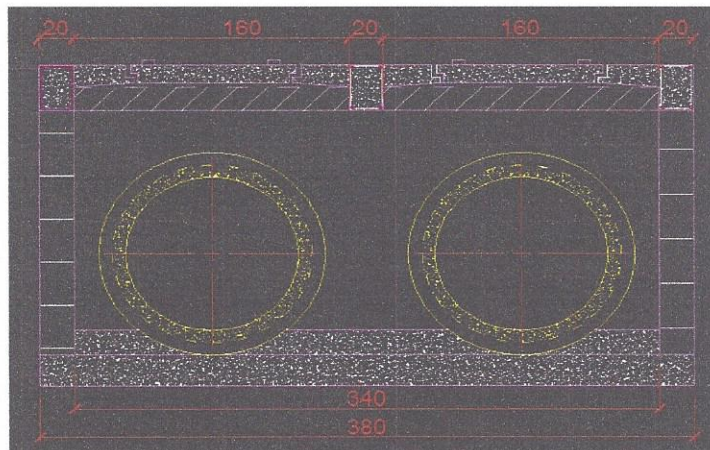


Q - Vazão de engolimento da boca-de-lobo (adotado o valor de $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ dividido por 2 bocas-de-lobo $=0,27 \text{ m}^3/\text{s}$

L - Largura da soleira da boca de lobo

Y - Lamina d'água durante o evento de escoamento.

Assim a largura obtida para a maior vazão de engolimento é igual a 2,67 m. Será adotado uma boca de lobo dupla com abertura de 1,6 em cada câmara conforme figura abaixo.



3 - Desenho da boca-de-lobo

Newton de Castro Lopes Maciel
Engenheiro Civil
CREA - CE Nº 061524929-9