

## MEMORIAL DE CALCULO

### OBJETIVO:

O presente projeto refere-se às instalações do sistema de drenagem da Estrada Municipal João Moreira, e compreende a coleta e afastamento das águas superficiais através de pequenas galerias, fazendo ainda parte do sistema todos os componentes do projeto para que tal ocorra incluindo a locação de sarjetas e a pavimentação da via.

### LOCALIZAÇÃO:

O referido empreendimento está localizado no Município de Capela do alto, Estado de São Paulo.

### TOPOGRAFIA:

O projeto de Drenagem foi desenvolvido sobre o levantamento da Estrada Municipal Juvenal Moreira de Lara e Estrada Municipal João Moreira, na escala 1:1.000.

### CLASSIFICAÇÃO:

O referido foi projetado para captação da água escoada por um empreendimento existente assim como as microbacias locais. A área total de escoamento tem 118.800,00m<sup>2</sup> ou 11,88 ha.

### ÁREA A SER ATENDIDA:

O projeto da rede de drenagem abrange a área das vias citadas.

Devido às características topográficas do terreno, as águas pluviais serão coletadas e encaminhadas um ponto de lançamento. Citados no projeto de Rede de Drenagem.

Área de drenagem de 11,88 ha.

### CRITÉRIO DO PROJETO:

A coleta, afastamento e lançamento das águas pluviais da área em estudo serão feitos levando-se em conta

a topografia da área ;

o tipo de urbanização das ruas a implantar ;

a proteção aos pavimentos;

a redução do alagamento das ruas pela passagem das águas;

a eliminação de pontos baixos de acumulação de água;

a diminuição de inundações.

A filosofia do sistema pluvial é exatamente oposta à filosofia da rede de esgoto. Assim, a rede pluvial só deverá existir em locais indispensáveis, devendo ser a menor possível. Também deverá captar parte das águas de chuva e a dispor o mais próximo possível, sem preocupação de ordem sanitária, só com preocupações hidráulicas.

#### DISPOSITIVOS UTILIZADOS:

O sistema de drenagem, ou de microdrenagem de águas pluviais será composto dos seguintes dispositivos:

**Sarjetas:** Canais longitudinais, triangulares, situados entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

**Pavimentação:** como o local referido é uma estrada rural, a pavimentação será feita com uma sub-base de brita granulada e superficialmente uma camada de concreto betuminoso usinado quente.

**Bocas de Lobo (BL):** Também denominadas de bocas coletoras, são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas.

**Ligações Boca-Boca:** Tubo de ligação ou tubo conector que conduz a água captada em bocas de lobo até outras bocas de lobo, evitando a utilização de poços visitáveis, simplificando a obra e reduzindo os custos de implantação. Terão diâmetro mínimo de 300mm e declividade mínima de 1%.

**Galerias Coletoras:** São condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento; tecnicamente denominada de galerias.

**Escadaria Hidráulica ou Dissipador de Energia:** São dispositivos destinados a conduzir as águas de pontos altos para pontos baixos, dotadas de degraus, com dissipação de energia para evitar problemas de erosão à jusante.

#### METODOLOGIA:

As águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de precipitações pluviométricas, cujos possíveis transtornos que seriam provocados pelos escoamentos, devem ser neutralizados pelos sistemas de drenagem pluviais.

Na drenagem urbana, os dados históricos de vazões a serem utilizados no projeto de um determinado dispositivo, em geral, não são disponíveis e, ainda que disponíveis, são de pouca utilidade, visto que a ocupação de uma bacia hidrográfica é dinâmica, o que modifica significativamente o escoamento superficial ao longo do tempo.

As chuvas, por outro lado, são mais facilmente obtidas e o efeito da urbanização nas suas características são secundários; consistem, portanto, até certo ponto, em séries estacionárias, sendo, mais apropriadas para a utilização na drenagem urbana.

Emprega-se deste modo, metodologias de transformação de chuva em vazão.

#### MÉTODO DE CÁLCULO DAS VAZÕES:

Utilizaremos o Método Racional para cálculo das vazões de chuva que correrão pelas ruas.

O Método Racional traz resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias (áreas com até 100 hectares), de conformação comum, tendo em vista a sua simplicidade de operação bem como da inexistência de um método de melhor confiabilidade para situações desta natureza.

Menores erros funcionais advirão da maior acuidade na determinação dos coeficientes de escoamento superficial e dos demais parâmetros necessários para determinação das vazões que influirão diretamente nas dimensões das obras do sistema a ser implantado.

O Método Racional relaciona evidentemente a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade,

forma, declividade média, etc., sendo a vazão de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$Q = C \times i \times A$ , onde:

$Q$  = vazão de enchente na seção de drenagem, em m<sup>3</sup>/s;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial (deflúvio) da bacia hidrográfica;

$i$  = intensidade média de precipitação sobre a área da bacia, com duração igual ao tempo de concentração, em m<sup>3</sup>/s por hectare;

$A$  = área da bacia hidrográfica, em hectares.

O método presume como conceito básico, portanto, que a contribuição máxima ocorrerá quando toda a bacia de montante estiver contribuindo para a seção em estudo, implicando que o deflúvio seja decorrente de uma precipitação média de duração igual ao tempo de concentração da bacia e que esta é uma parcela da citada precipitação.

#### PERÍODO DE RETORNO (RECORRÊNCIA):

O tempo de recorrência ( $T$ ), é o tempo, em anos, que uma chuva de determinada intensidade tem probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez.

Refere-se ao intervalo de tempo onde determinada chuva de projeto é igualada ou suplantada estatisticamente; também conhecido como período de recorrência ou de retorno. Para obras de microdrenagem varia de 2 a 10 anos. Adotaremos o retorno de 25 anos para sarjetas e 25 anos para as galerias.

#### TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:

Refere-se ao menor tempo necessário para que toda a bacia de drenagem possa contribuir para a seção em estudo, durante uma precipitação torrencial. Adotamos  $T_c = 10$  minutos.

#### INTENSIDADE DA CHUVA ( $I$ ):

A intensidade da chuva ( $I$ ) esta em função do seu tempo de duração ( $d$ ) e do período de recorrência ( $T$ ).

Consideraremos, para este projeto, os seguintes critérios:

Período de retorno ( $T$ ) = 10 anos.

Tempo de concentração = 10 minutos.

Tempo de duração = 30 minutos.

Com esses parâmetros, obtemos a intensidade de chuva para os cálculos do projeto, tomando-se por base:

#### “Precipitações Intensas no Estado de São Paulo 2018”.

Ver tabela 4.139. Assim, a intensidade de chuva ( $I$ ) para o dimensionamento é 141 mm/h.

#### COEFICIENTE DE RUNOFF (DEFLÚVIO):

O coeficiente  $C$  é função da permeabilidade do solo, da declividade do terreno, do uso da terra, revestimento vegetal e urbanização da bacia.

Serão usados dois coeficientes devido a grande variação de permeabilidade encontrada, vide em projetos as áreas de drenagem e seus coeficientes

Para áreas loteadas, consideramos que 50% da área da é constituída por áreas impermeabilizáveis. Dessa forma, será adotado o coeficiente  $C = 0,6$ . Para áreas de pastagem, consideramos que 80% da área dá é constituída por áreas permeáveis devido a baixa presença de construções. Dessa forma, será adotado o coeficiente  $C = 0,3$

#### SARJETAS:

Será calculada a sua capacidade hidráulica (máxima vazão de escoamento) para comparação com a vazão originada da chuva de projeto, e assim decidir sobre as posições das bocas de lobo que retiram essas águas excedentes.

Dimensionamos a capacidade de vazão das sarjetas e sarjetões prevendo sua construção conforme o desenho anexo.

A vazão é determinada pela Fórmula de Chézy, utilizando o valor do coeficiente  $C$  ( $(R_h)^{1/6} / n$ ) deduzido por Manning, conforme a seguinte fórmula:

$$Q = S \times I/n \times R_h^{2/3} \times I^{0,5}$$

Onde:

$Q$  = capacidade de vazão da seção;

$S$  = área da seção molhada em  $m^2$ ;

$n$  = coeficiente de Manning;

$R_h$  = raio hidráulico em m;

$I$  = declividade longitudinal em m/m.

As sarjetas são calculadas para chuvas com período de retorno  $T = 25$  anos, considerando que na ocorrência dessa chuva poderá haver inundação da via até a altura correspondente a 80% da altura da guia, ou seja, 12 cm, preservando assim os passeios.

A velocidade ideal de escoamento é de no mínimo 0,6 m/s e de no máximo 3,5 m/s, para evitar assoreamento ou erosão do pavimento.

#### BOCAS-DE-LOBO:

Por segurança consideraremos para cálculo da capacidade de vazão da boca-de-lobo, seu funcionamento como vertedor. Onde a lâmina d'água  $Y$  é mais baixa que a altura  $h$  da abertura sob a guia. Dessa forma a capacidade de engolimento pode ser calculada como um vertedor de parede espessa.

Conforme pode ser constatado no desenho anexo, a abertura sob a guia tem 1,00 m de largura e altura de 0,15m. Para cálculo como vertedor, que vem a ser a situação mais desfavorável quanto à capacidade de vazão consideramos a altura da lâmina d'água  $h = 0,13$  m.

Assim, utilizando-se a equação de vazão para vertedores de parede espessa:

$$Q = \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2g}{3}} \times L \times H^{3/2} \Rightarrow Q = 1,71 \times L \times H^{3/2}, \text{ sendo:}$$

$L$  = Largura da abertura (m);

$H$  = Altura da abertura (m);

$g$  = Aceleração da gravidade (9,80665  $m/s^2$ ).

Temos então que  $Q = 0,080$   $m^3/s$ , ou 80 l/s.

Com base no dimensionamento acima, estabelecemos o número de bocas necessárias em cada ponto identificado no projeto de drenagem do loteamento.

#### TUBOS DE LIGAÇÃO:

Para prevenir entupimentos com detritos, serão utilizados tubos de concreto simples com declividade mínima de 1 % e de diâmetro mínimo de 0,60 m. A fixação desse diâmetro cria uma capacidade de esgotamento bem superior à capacidade de engolimento da boca de lobo, mas facilita sua limpeza e manutenção.

Utilizaremos a fórmula de Manning para a determinação da vazão máxima ( $Q$ ):

$$Q = \frac{A \times \sqrt{i} \times Rh^{0,67}}{n}, \text{ onde:}$$

- Q = vazão máxima, em m<sup>3</sup>/s;  
A = área da seção do tubo, em m<sup>2</sup>;  
i = inclinação da tubulação, em m/m;  
Rh = raio hidráulico da tubulação, em m;  
N = coeficiente de Manning, adotado 0,015.

Obs:

Ver planilha de dimensionamento. Método de CHÉZY considerando ¾ de seção de escoamento.

AZEVEDO, N e MIGUEL, F. **MANUAL DE HIDRÁULICA**. 9º Edição, CAP. B-I.3 “galerias”.

#### DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DOS RAMAIS E GALERIAS:

O diâmetro mínimo será Ø 0,60m, executado em tubulação de concreto armado, com os mesmos procedimentos construtivos do condutor principal.

As tubulações serão executadas com cobertura mínima de 1,00m nos leitos de ruas. Nos trechos de ruas onde será executada rede coletora de esgotos sanitários, está previsto o assentamento das galerias a uma profundidade de 2,50 metros nos trechos que terão rede coletora de esgotos sanitários, visto que a tubulação dos ramais da rede coletora será assentada a profundidade de 1,20 metros, criando um espaço suficiente para a implantação das duas tubulações sem problemas de cruzamento das mesmas.

A capacidade de vazão das tubulações será calculada pela equação de Manning.

Para o dimensionamento das galerias serão adotados os mesmos parâmetros utilizados para cálculo das Sarjetas.

O cálculo da Galeria levará em conta os seguintes parâmetros:

O período de retorno considerado será de 25 anos, com duração de 30 minutos, resultando em uma intensidade  $I = 1,582$  mm/min.

O tempo de concentração ( $TC$ ), que corresponde à duração da chuva considerada para o cálculo será:

$$TC = TE + TP, \text{ onde:}$$

$TE$ =Tempo de entrada (adotado 10 minutos);

$TP$ =Tempo de Percurso (da água dentro do condutor principal, no trecho imediatamente anterior);

Para a canalização principal, os critérios de dimensionamento são:

para seções circulares, admitiremos que eles possam trabalhar até a seção plena;

o diâmetro mínimo da canalização principal será de 0,50 m;

o recobrimento mínimo será de 1,00 m e máximo de 3,50 m;

os tubos serão de concreto simples PS-1;

as velocidades ideais de escoamento serão: mínima 0,60 m/s e máxima de 6,00 m/s;

o cálculo hidráulico de galerias se fará no regime uniforme, ou seja, admite-se que de cada trecho de galeria não haverá variação de velocidades de escoamento e de lâmina de água no tempo, enquanto este trecho funcionar com a vazão de projeto.

Como todas as bacias que contribuem para as sarjetas têm características de impermeabilização semelhantes será utilizado o mesmo coeficiente de infiltração  $C$ .

## MEMÓRIA DE CÁLCULO:

TABELA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

TRECHO	COMP.	AREA DESCR.	AREA	DECLIVIDADE	COEF MANING	VAZAO	DIAMETRO	Y NO	AM	PM	RH	VEL.
-	(m)		-	(m/m)	-	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)
1-1	8,96	AD .15 e 16	0,73	0,017	0,015	2,205	1,000	0,69	0,57	1,95	0,29	3,84
1-2	40,55	-	0,00	0,050	0,015	2,119	1,000	0,47	0,37	1,52	0,24	5,78
1-3	28,45	-	0,00	0,050	0,015	2,119	1,000	0,47	0,37	1,52	0,24	5,78
1-4	64,59	AD .13 e 14	1,06	0,018	0,015	2,119	1,000	0,65	0,54	1,88	0,29	3,91
1-5	92,63	-	0,00	0,011	0,015	1,995	1,000	0,75	0,63	2,10	0,30	3,15
1-6	20,56	AD .11 e 12	0,64	0,019	0,015	1,995	1,000	0,61	0,51	1,80	0,28	3,94
1-7	68,66	AD .9 e 10	0,74	0,023	0,015	1,919	1,000	0,56	0,46	1,70	0,27	4,21
1-8	65,14	AD .7 e 8	0,53	0,050	0,015	1,832	0,800	0,50	0,33	1,46	0,23	5,54
1-9	20,67	-	0,00	0,050	0,015	1,770	0,800	0,49	0,32	1,44	0,22	5,50
1-10	37,27	AD .5 e 6	0,53	0,056	0,015	1,770	0,800	0,47	0,31	1,40	0,22	5,75
1-11	41,75	-	0,00	0,062	0,015	1,708	0,800	0,45	0,29	1,35	0,21	5,93
1-12	31,57	-	0,00	0,063	0,015	1,708	0,800	0,44	0,29	1,34	0,21	5,97
1-13	24,96	AD .1 à 4	7,65	0,050	0,015	1,708	0,800	0,48	0,31	1,41	0,22	5,46

**Responsável Técnico**

**Luis Caetano da Silva Schincariol**  
Engº Civil CREA nº 5060730906

**Proprietário**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE  
CAPELA DO ALTO**