

# MEMORIAL DESCRITIVO – DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS CEMITÉRIO – SÃO JORGE DO IVAI

## I - INTRODUÇÃO

A drenagem é a parte do projeto que, normalmente, acompanha uma obra de pavimentação e destina-se a coletar, conduzir e dar destinação final às águas pluviais.

A rede de águas pluviais, será executada com tubos de concreto, bocas de lobo, dissipador de energia no final da rede, cuja descarga será na bacia de contenção existente ao lado do cemitério.

## II - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 1 - OBJETO

O Levantamento Técnico, acompanhado de plantas, planilhas, tabelas e orçamentos, tem o objetivo de fornecer subsídios necessários para a construção de todos os dispositivos de drenagem das áreas em estudo.

O projeto é baseado em Estudos Hidrológicos e são apresentados todos os conceitos e parâmetros relativos aos cálculos das galerias de águas pluviais para Período de Recorrência, conforme indicado na Planilha de Cálculo.

O Sistema de Drenagem da área, consiste no projeto de galerias de águas pluviais, canaleta, boca de lobo e outros elementos do sistema, cuja finalidade é canalizar as águas coletadas até um determinado ponto de lançamento.

### 2.1 - MÉTODO RACIONAL

Dos métodos utilizados para o dimensionamento de coletores de águas pluviais, foi escolhido o Método Racional para ser aplicado neste trabalho. Este avalia a máxima vazão de escoamento superficial e sua expressão é a seguinte:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

onde: Q = máxima vazão; em Litros/Segundo  
i = intensidade média de precipitação sobre toda área de drenagem, de duração igual ao tempo de concentração; em Litros/Segundo/Hectare  
A = área drenada ; em Hectares  
C = coeficiente de deflúvio

A expressão anterior, pressupõe a concepção fundamental de que a máxima vazão, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir na secção ou ponto de coletor.

Este raciocínio ignora a complexidade do processamento do deflúvio, não considerando em especial, o armazenamento de água na bacia provocada pelo tipo de terreno, bem como a declividade média da bacia e as variações de intensidade e do coeficiente de escoamento durante o transcorrer do período de precipitação.

## 2.2 - ÁREA DRENADA

As áreas de drenagem, para efeito de aplicação do Método Racional, foram obtidas, a partir da medição direta da planta onde previamente foram efetuadas as subdivisões entre as bacias de contribuição para cada boca de lobo.

## 2.3 - COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

- coeficiente de escoamento utilizado para as ruas e áreas pavimentada e ou coberta é igual a 1,0 ; para áreas gramadas e descampados igual a 0,60 ; e para áreas coberta com mata igual a 0,30 ,neste Projeto foi adotado como coeficiente de deflúvio médio 0,70.

•

## 2.4 - INTENSIDADE MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL

A intensidade a ser considerada para a aplicação do Método Racional é a máxima média observada para a aplicação do tempo que corresponde a situação crítica, ou seja, a duração de chuva a considerar será igual ao tempo de concentração da bacia.

Por outro lado, a intensidade de precipitação de uma chuva qualquer é a relação entre a quantidade de chuva precipitada e o tempo de duração dessa chuva, ou seja:

$$i = \frac{p}{t_d}$$

onde:  $i$  = intensidade média de precipitação pluvial ; em mm/minuto  
 $p$  = precipitação pluvial; em mm  
 $t_d$  = tempo de duração da chuva; em minutos

No projeto em questão, foi levado em consideração essa fórmula que fornece os valores das intensidades, relativos a determinados tempos de recorrência, tendo-se em mãos as quantidades de chuvas precipitadas num certo período de tempo.

## 2.5 - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É o tempo necessário para que todas as partes da bacia passem a contribuir para a seção de drenagem medido a partir do início da chuva.

Em outras palavras, é o tempo que leva uma partícula para escoar desde o ponto mais distante de uma bacia até a seção considerada.

Pela própria concepção do Método Racional, usado neste trabalho, o tempo de concentração será igualado ao tempo de duração de precipitação. O erro na estimativa do tempo de concentração será tanto mais grave quanto menor a duração a ser considerada, sendo maior a variação da intensidade com o tempo. Para as grandes durações do tempo de concentração, as variações da intensidade com incrementos iguais de tempo são bem menos importantes.

A seguir mencionamos os parâmetros das bacias de drenagem a serem consideradas:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do canal principal (o mais longo);
- Forma da bacia;
- Declividade média do terreno;
- Rugosidade do canal;
- Tipo de recobrimento vegetal.

Para os projetos de drenagem urbana, o tempo de concentração será calculado como sendo composto de duas parcelas, que são:

a) Tempo de escoamento superficial:

É o tempo gasto pelas águas precipitadas nos pontos mais distantes da bacia, para atingir a primeira boca de lobo.

Considera-se, o tempo que a água leva para percorrer telhados, calhas, calçadas, etc.

Este tempo será compreendido entre 3 a 20 segundos. Segundo recomendações feitas no “Relatório do Estudo para Controle de Erosão no Noroeste do Estado do Paraná - OEA/DNOs”, este valor não deverá ser superior a 10 minutos (tempo inicial). No projeto em questão adotou-se esse valor limite para o dimensionamento dos coletores.

b) Tempo de percurso:

É o tempo de escoamento dentro dos condutores, desde a primeira boca de lobo até a seção que se considera. Esse tempo pode ser calculado levando-se em consideração a velocidade média do escoamento no coletor e a extensão do percurso com base na fórmula de MANNING. A expressão é a seguinte:

$$V = \frac{0,397 \cdot D^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \quad t_p = \frac{L}{60 \cdot V}$$

onde: V = velocidade média dentro do condutor; em m/s  
D = diâmetro do condutor; em metros  
i = declividade média do condutor no trecho considerado; em m/m  
n = coeficiente de rugosidade, igual a 0,015 s/m  
L = extensão do percurso do condutor no trecho considerado; em metros

O tempo de concentração ( $t_c$ ) da bacia de drenagem será obtido pela soma do tempo de escoamento superficial ( $t_i$ ), com o tempo de percurso no interior das galerias ( $t_p$ ). Assim temos:

$$t_c = t_i + t_p$$

## 2.6 - PERÍODO DE RECORRÊNCIA

O Período de Recorrência adotado para as áreas em estudo: (ver Planilha de Cálculo).

Uma vez fixados o tempo de recorrência e o tempo de concentração da sub-bacia, proceder-se-á o cálculo da intensidade média da precipitação, considerando-se os valores referentes aos diversos tempos de duração da chuva, as quais relacionam tempos de recorrência com as correspondentes alturas máximas de precipitação obtidas mediante estudos estatísticos dos dados hidrológicos para o posto hidrometeorológico adotado (ver tabela em anexo).

## 2.7 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial ou de deflúvio, é definido como a relação entre o pico da vazão por unidade de área e a intensidade média de chuva, sua expressão é:

$$C = \frac{Q}{i \cdot A}$$

onde: C = coeficiente de escoamento superficial;  
Q/A = vazão por unidade de área;  
i = intensidade média de precipitação.

Sendo que, o coeficiente de deflúvio depende de uma série de fatores que diz respeito as características da bacia, tais como: a distribuição de chuvas, direção de deslocamento do vento em relação ao sistema de drenagem natural, precipitação, tipo de reconhecimento do solo, tipo do solo, duração e intensidade da precipitação, grau de impermeabilidade da bacia contribuinte, tipo de vegetação, etc.

Coeficiente de Deflúvio adotado para as áreas em estudo: (ver Planilha de Cálculo )

## 2.8 - PARÂMETRO DO DIMENSIONAMENTO

Na execução do lay-out, geral do Sistema de galerias de águas pluviais, foram levados em consideração diversos parâmetros para o dimensionamento do Projeto, os quais estão relacionados a seguir:

- a) Velocidade mínima de escoamento na tubulação de concreto:  $v = 0,75 \text{ m/s}$
- b) Velocidade máxima de escoamento na tubulação de concreto:  $v = 7,00 \text{ m/s}$
- c) Coeficiente de rugosidade considerado para o concreto:  $n = 0,015 \text{ s/m}$
- d) Localização das bocas de lobo: em um dos lados da rua e nas partes mais baixas.
- e) Recobrimento mínimo da tubulação: 1,00 metro

### 3 - BOCAS DE LOBO

#### 3.1 - CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO DE BOCAS DE LOBO

A eficiência hidráulica de bocas de lobo, é função de diversos parâmetros tais como vazão na sarjeta, declividade, geometria da depressão da boca de lobo e outros.

- Profundidade junto ao meio fio: 10,0 cm
- Coeficiente de rugosidade: 0,015 s/m
- Declividade transversal: 5,00 %
- Declividade longitudinal: a mesma do greide da rua

#### 3.2 - VERIFICAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DE BOCA DE LOBO

A localização ideal das bocas de lobo, será aquela que permite maior trajeto superficial das águas, pois isto acarretaria no menor número de boca de lobo, menor extensão de galerias e menor diâmetro do coletor.

A determinação do ponto ideal está condicionado entre outros parâmetros, a capacidade da sarjeta, a declividade do greide da rua e a capacidade de engolimento da boca de lobo.

Como frequentemente a eficiência das bocas de lobo não é total, uma parcela não muito grande de vazão ultrapassa a boca de lobo considerada.

Nestes casos, a parcela que não é interceptada será acrescida a vazão da seção imediatamente a jusante da considerada onde será feito uma nova verificação, e assim sucessivamente.

A condição imposta pelo Método Racional adotado para o presente Projeto, é de que, a sarjeta trabalhe com a sua capacidade máxima de escoamento.

### 4 - CAPACIDADE DE ESCOAMENTO NA SARJETA

A capacidade máxima para sarjetas será aquela para um tirante de água com 10 cm de altura junto ao meio fio.

O dimensionamento da capacidade de escoamento na sarjeta, será feita utilizando-se da expressão de MANNING:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

onde:

Q = vazão na sarjeta; em m<sup>3</sup>/s

n = coeficiente de rugosidade, igual a 0,015 para concreto; em s/m

Rh = raio hidráulico; em metros

i = declividade longitudinal da sarjeta; em m/m

A = área da seção transversal da sarjeta, para a profundidade de 10 cm junto ao meio-fio;

Como mencionado anteriormente a capacidade máxima da sarjeta, será portanto variável em função da declividade longitudinal da rua. Pela análise de expressão de MANNING, podemos afirmar que quanto maior for a declividade longitudinal da rua, maior será a capacidade de engolimento e quanto menor for a declividade longitudinal da rua, menor será a sua capacidade de engolimento.

Usualmente a capacidade de engolimento das bocas de lobo são determinadas pelas chuvas de proporcionalidade ou através de equações empíricas com parâmetros de correção derivados de testes em modelos ou protótipos.

Evidentemente, existe uma gama bastante variada de estudos relativos a este assunto, porém, na maioria dos casos sua aplicabilidade é restrita, tendo em vista a divergência das características geométricas que só raramente coincidem com os desejados pelo projetista.

No "DRAINAGE CRITERIAL MANUAL" - Storm Inlets (estudo realizado em Denver, Colorado - U.S.A. ), encontra-se um desenvolvimento acerca das capacidades de boca de lobo, onde são indicadas soluções para diferentes condições geométricas de combinações entre greides, sarjetas, valores "n" (MANNING) e outros.

Neste projeto é proposto a utilização de boca de lobo com rebaixamento, cava lateral e ou grelha.

As características da Cava e da Sarjeta adotada são a seguintes:

a) Cava da Sarjeta:

- largura: 30,0 cm
- área de engolimento: paralela ao escoamento
- declividade longitudinal: a mesma do greide da rua
- declividade transversal: 10 %

b) Sarjeta:

Desta forma, a localização das bocas de lobo ficará conseqüentemente condicionada a capacidade máxima da sarjeta, ou seja, sempre que o deflúvio local em uma seção atingir o limite máximo, serão colocados bocas de lobo, para que a jusante deste ponto, o escoamento se processe abaixo das condições de limites.

Esta sistemática será quebrada na esquina da parte baixa das ruas ou nos trechos em que a jusante haja risco de empoçamento devido a concentração das vazões existentes das bocas de lobo, mesmo que a vazão na sarjeta seja inferior a capacidade máxima.

As vazões de cálculo para as sarjetas, em que a montante da seção considerada houver boca de lobo, serão na maioria dos casos, acrescidos de uma parcela que corresponda a vazão excedente naquela boca de lobo.

## 5.0 - CAIXA DE SAÍDA E/OU DISSIPADOR DE ENERGIA

Na extremidade do emissário deverá ser executado um dissipador de energia, a fim de evitar a erosão do terreno, e que venha a causar queda de tubos.

## CHUVAS DE JACAREZINHO

### TEMPO DE RECORRÊNCIA - 5 ANOS

i = intensidade de precipitação; em l/s/ha

t = tempo de concentração; em minutos

t min	i l/s/ha	t min	i l/s/ha	t min	i l/s/ha	t min	i l/s/ha
10.00	321.8	12.70	301.1	15.40	285.8	18.10	274.0
10.10	320.9	12.80	300.5	15.50	285.3	18.20	273.6
10.20	320.0	12.90	299.8	15.60	284.8	18.30	273.3
10.30	319.2	13.00	299.2	15.70	284.3	18.40	272.9
10.40	318.3	13.10	298.6	15.80	283.9	18.50	272.5
10.50	317.4	13.20	297.9	15.90	283.4	18.60	272.1
10.60	316.6	13.30	297.3	16.00	282.9	18.70	271.8
10.70	315.8	13.40	296.7	16.10	282.4	18.80	271.4
10.80	314.9	13.50	296.1	16.20	282.0	18.90	271.0
10.90	314.1	13.60	295.5	16.30	281.5	19.00	270.7
11.00	313.4	13.70	294.9	16.40	281.1	19.10	270.3
11.10	312.6	13.80	294.3	16.50	280.6	19.20	270.0
11.20	311.8	13.90	293.8	16.60	280.2	19.30	269.6
11.30	311.0	14.00	293.2	16.70	279.8	19.40	269.3
11.40	310.2	14.10	292.6	16.80	279.3	19.50	268.9
11.50	309.5	14.20	292.1	16.90	278.9	19.60	268.6
11.60	308.8	14.30	291.5	17.00	278.5	19.70	268.3
11.70	308.0	14.40	291.0	17.10	278.1	19.80	267.9
11.80	307.3	14.50	290.4	17.20	277.6	19.90	267.6
11.90	306.6	14.60	289.9	17.30	277.2	20.00	267.3
12.00	305.9	14.70	289.4	17.40	276.8	20.10	266.9
12.10	305.2	14.80	288.8	17.50	276.4	20.20	266.6
12.20	304.5	14.90	288.3	17.60	276.0	20.30	266.3
12.30	303.8	15.00	287.8	17.70	275.6	20.40	265.9
12.40	303.1	15.10	287.3	17.80	275.2	20.50	265.6
12.50	302.4	15.20	286.8	17.90	274.8	20.60	265.3
12.60	301.8	15.30	286.3	18.00	274.4	20.70	265.0

### III - SISTEMA DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

#### 1 - ABERTURA DE VALAS PARA ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO

- A largura das valas a ser adotada na rede de galerias de águas pluviais, deverá obedecer ao caderno de normas do Município;
- Em casos especiais, serão aceitas larguras maiores, desde que justificadas pelo empreiteiro e aprovados pela fiscalização;
- A profundidade da vala será de acordo com o projeto anexo;
- O alinhamento para abertura de valas será fornecido pela fiscalização da Prefeitura;
- Quando os trabalhos de escavação abrangerem os passeios ou interromperem locais de circulação, deverá o empreiteiro fazer a sinalização dos mesmos e construir, as suas expensas, passadiços para pedestres, se necessário;
- O material escavado será depositado sempre que possível de um só lado da vala, deixando o outro livre para trânsito e manobras, evitando-se o acúmulo excessivo de material de escavação nas bordas e proximidades imediatas das valas;
- O fundo das valas deverá ter declividade de acordo com o projeto anexo;
- A reposição de terra até a altura de 20 cm acima da geratriz superior do tubo, será feita manualmente, evitando-se a presença de pedras e corpos estranhos;
- A geratriz superior externa do tubo deverá ficar com recobrimento mínimo de 1,0 m onde houver pista de rolamento;
- Se houver necessidade de reabertura da vala, antes do recebimento definitivo da rede, esse serviço deverá ser efetuado por conta do empreiteiro;

#### OBS.:

1- Reaterro compactado de valas: Os aterros serão executados com material escolhido, sem detritos vegetais, em camadas sucessivas e compactadas. A compactação deverá ser feita por processo mecânico ou manual, até atingirem um grau de compactação pelo menos igual ao do solo adjacentes.

- apiloamento manual: o apiloamento manual será feito com soquetes de 20 kg de peso com seção de 20x20 cm.

- apiloamento mecânico: a compactação será feita com sapos mecânicos de forma a obter o grau de compactação em projeto

2 - Escoramento das valas: Toda vez que a escavação em virtude da natureza do terreno possa provocar desmoronamento, deverá ser providenciado o escoramento necessário.

## 2 - ASSENTAMENTOS DE TUBULAÇÕES DE CONCRETO PARA GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

- Em todas as fases de transporte, inclusive manuseio e empilhamento, deverão ser tomadas medidas especiais para evitar choque que afetem a integridade do material;
- Os tubos serão alinhados ao longo da vala, do lado oposto ao da terra retirada da escavação, devendo os mesmos ficar livres de eventuais riscos de choques resultantes, principalmente da passagem de veículos e máquinas;
- Durante o manuseio dos tubos, devem-se evitar choques e manobras bruscas. A descida na vala deverá ser feita com precauções;
- Antes da colocação dos tubos, o fundo da vala deverá ser uniformizado;
- Para que obtenhamos a declividade e alinhamento desejado, utilizaremos no assentamento dos tubos duas réguas fixadas na posição horizontal, uma a jusante e outra a montante do terreno em questão. Faz-se o nivelamento em função da declividade, estica-se uma linha de nylon, sendo fixadas nas duas réguas niveladas de tal maneira que após o assentamento dos tubos a linha coincida com a geratriz superior externa dos tubos;
- Quando se verificar o aumento de diâmetro de um trecho para outro no poço de visita correspondente, a geratriz inferior do maior deve ser rebaixada de uma altura igual a diferença entre os diâmetros dos dois tubos;
- Os tubos de concreto deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3;

## 3 - OBRAS COMPLEMENTARES

### 3.1 - BOCAS DE LOBO

- Serão localizadas de acordo com o projeto, no alinhamento das canaletas/sarjetas para captação das águas pluviais.
- Serão feitas em concreto simples devendo seguir rigorosamente detalhes das formas e medidas fornecidas em projeto anexo.
- As grelhas e tampas de cobertura deverão ficar na superfície do terreno, em local facilmente identificável, para facilitar a manutenção do sistema de captação.

### 3.4 - DISSIPADOR DE ENERGIA

#### 3.4.1 - SERVIÇOS PRELIMINARES

- A obra será executada conforme especificações que segurem dentro das normas de construção e, obedecendo os desenhos e detalhes do projeto.

O projeto estrutural, projeto arquitetônico e memorial descritivo, são complementares entre si, devendo o empreiteiro ao apresentar a sua proposta, declarar que não encontrou qualquer divergência entre os mesmos, nem dúvidas na interpretação dos detalhes.

- Os serviços não aprovados em que apresentarem vícios ou defeitos de execução, serão demolidos e reconstruídos por conta da firma empreiteira.
- Os materiais que não satisfizerem as especificações ou forem julgados inadequados, serão removidos do canteiro de obras dentro de 48 horas, a contar da determinação do engenheiro fiscal.
- Caso haja dúvida quanto ao projeto ou a execução, esta deverá ser esclarecida com antecedência, através do contato com o engenheiro fiscal.
- Será executado após o dissipador de energia, um canal em degraus para evitar formação de erosão nas margens da bacia de amortecimento.

#### 3.4.2 - SERVIÇOS INICIAIS

- Ficará a cargo da firma empreiteira todas as despesas correspondentes as instalações da obra, tais como: barracão da obra, luz, água, instalação provisória de sanitários, etc.

#### 3.4.3 - MOVIMENTO DE TERRA

- Correrá por conta da empreiteira toda e qualquer limpeza de terreno, tais como: roçada, destoca (se necessário), queima de resíduos, transporte de resíduos, transporte de materiais, etc.
- Ficará sob a responsabilidade da empreiteira a colocação do nível do terreno, na cota definitiva para a implantação do dissipador.
- O reaterro apiloado se procederá nas laterais do Dissipador, obedecendo camadas de 20 cm compactados a cada vez.

#### 3.4.4 - DRENAGEM E BERÇO DO DISSIPADOR

- O Berço consiste na concretagem acima da drenagem, para que possa iniciar os trabalhos em concreto armado do Dissipador próprio dito. Essa camada deverá possuir espessura de 30 cm e apresentar uma resistência de  $f_{ck} = 9,0$  MPA.

#### 3.4.5 - ESTRUTURA

- Deverão ser executadas em concreto armado, em quantidade e dimensões de acordo com o projeto estrutural, atendendo ao disposto nas normas brasileiras em vigor. A resistência mínima será de  $f_{ck} = 15,0$  MPA, devendo o adensamento ser mecânico.
- As juntas de concretagem que se fizerem necessárias serão apicoadas e escovadas, eliminando-se os agregados soltos. De acordo com a responsabilidade do serviço será utilizado ao invés de nata de cimento convencional, um aditivo para a colagem do concreto novo com o velho.

- Na execução das formas deverão ser observados:

- Reprodução fiel dos desenhos;
- Contra-flecha, quando necessárias;
- Nivelamento das lajes e vigas;
- Contraventamento de painéis que possam ser deslocados com o lançamento do concreto;
- Vedação das formas.

- A execução das armaduras será feita com a observação dos seguintes detalhes:

- Dobramento a frio de acordo com os projetos;
- Número de barras e suas bitolas;
- Posição correta das barras;
- Armação de recobrimento.

#### 4 - OBSERVAÇÕES GERAIS

- Quaisquer modificações que por ventura sejam propostas, deverão ter aprovação prévia da fiscalização, mediante apresentação de justificativas da necessidade ou conveniência das mesmas.
- A fiscalização, reserva-se o direito de fazer alterações no plano proposto para execução de galerias de águas pluviais desde que não venham a prejudicar os serviços em andamento.