MEMORIAL DESCRITIVO DRENAGEM PLUVIAL

1. INTRODUÇÃO

O termo Drenagem é empregado na designação das instalações necessárias para escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana (CETESB, 1980).

A drenagem urbana compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita. O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original. As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nas bocas de lobo situadas nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações (CETESB, 1980).

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo. A escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios econômicos e também para que não prejudique o local onde receberá a água. De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. É conveniente que esta água seja escoada por gravidade (Pompêo, 2001).

Água de chuva não coletada ou coletada em más condições de implantação pode gerar alagamentos, prejuízos para a população em geral, tanto para os que residem no local quanto para os que estão apenas de passagem, além de possíveis riscos para a saúde (CETESB, 1980).

.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1. Generalidades

O presente memorial refere-se ao dimensionamento da rede de drenagem pluvial no município de Itanhangá-MT.

A rede de drenagem foi dimensionada para escoamento em condutos livres, em manilhas de concreto.

2.2. Estimativa de vazões

Desenvolvido em 1889, o método racional oferece estimativas satisfatórias de descargas de pico em bacias urbanas com áreas próximas de 5 km².

- O pico do deflúvio superficial direto, relativo a um dado ponto de projeto, é função do tempo de concentração respectivo, assim como da intensidade de chuva, cuja duração é suposta como sendo igual ao tempo de concentração em questão;
- As condições de permeabilidade das superfícies permanecem constantes durante a ocorrência da chuva;
- O pico do deflúvio superficial direto ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do ponto de projeto, passa a contribuir ao escoamento. A fórmula geral do método racional é Q = C . i . A / 3,6; onde Q é a vazão de pico, em [m3/s], i é a intensidade média de precipitação, em [mm/h] sobre a área de drenagem A, em [km2], e C é o coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial.

Fonte: (Pompêo, 2001)

2.3. Tempo de Concentração

O tempo de concentração (tc) é o tempo em minutos que leva uma gota de água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto de concentração ou seção de controle.

De uma forma simplificada, o tempo de concentração pode ser entendido como a soma de dois tempos: o tempo de entrada (te) e o tempo de percurso (tp). t t t c = e + p O tempo de entrada é o tempo necessário para que a precipitação, que cai sobre a superfície da bacia e escoa superficialmente, atinja um curso d'água definido. Este tempo é função, principalmente, da cobertura da superfície, sua taxa de infiltração e declividade, armazenamento em depressões e

comprimento livre do escoamento superficial. O tempo de percurso é o tempo médio de escoamento em cursos d'água definidos, sendo função de suas características hidráulicas.

Fonte: (Pompêo, 2001)

2.4. Curvas de Intensidade-Duração-Frequência

A utilização dos métodos de transformação de chuva em vazão e, particularmente do método racional, implica em uma adequada caracterização das precipitações de projeto. Esta caracterização se faz mediante o estabelecimento da duração da chuva, seu período de retorno e sua intensidade. Conforme já discutido, a duração da precipitação de projeto deve ser igual ao tempo de concentração da bacia. O período de retorno, definido como o tempo médio em anos que um evento pode ser igualado ou superado pelo menos uma vez, é importante porque envolve o risco de falha da estrutura hidráulica. No sistema inicial de drenagem (bocas de lobo e pequenas galerias) são usados períodos de retorno de 2 a 5 anos, para galerias de maior porte e pequenos canais são usados períodos de retorno de 10 anos e, para o sistema de macrodrenagem os períodos de retorno variam entre 20 a 25 anos, adotando-se, em alguns casos, 100 anos (Fugita, 1980).

Tabela 1 - Período de Retorno (Tr).

Tipo de ocupação da área	Período de Retorno [anos]
áreas residenciais	2
áreas comerciais	5
áreas com edifícios públicos	5
aeroportos	2-5
áreas comerciais altamente valorizadas e terminais aeroportuários	5-10

Fonte: Fugita (1980)

Quando se utiliza o método racional, a intensidade de precipitação é suposta uniformemente distribuída sobre a área em análise. Obviamente, esta premissa não é verdadeira mas dada a simplicidade do método não haveria forma de considerar a não uniformidade na distribuição espacial da chuva. Assim, alguns autores recomendam que a intensidade de precipitação seja minorada pelo emprego de um coeficiente de distribuição de precipitação, conforme apresentado abaixo:

Cd = A^(-0.15) onde a área A é dada em hectares. Nesta situação, o coeficiente Cd multiplicará o segundo termo da fórmula racional. Para valores inferiores a 1 hectare, Considera-se que a chuva seja uniformemente distribuída sobre a área e portanto Cd =1 (Fugita, 1980).

2.5. Coeficiente de Deflúvio

O parâmetro mais importante e de mais difícil estimativa para aplicação do método racional é o coeficiente de deflúvio, que deve oferecer uma representação dos efeitos da impermeabilização do solo, da retenção superficial, dos retardamentos e da não uniformidade na distribuição espacial e temporal da chuva. Infelizmente, não é possível obter de uma forma determinística o coeficiente de deflúvio a ser utilizado para um projeto. Os valores adotados devem ser escolhidos criteriosamente, a partir de tabelas. O coeficiente de deflúvio deve ser ajustado também em função do período de retorno, para considerar a ocorrência de chuvas com frequência pequena. Para períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, os valores do coeficiente de deflúvio, escolhidos de acordo com a natureza das superfícies, devem ser majorados em 10, 20 e 25 %, respectivamente (Fugita, 1980).

Tabela 2 - Valores dos Coeficientes de Deflúvio.

Área comercial	
central	0.70 a 0.95
bairros	0.50 a 0.70
Área residencial	
residências isoladas	0.35 a 0.50
unidades múltiplas (separadas)	0.40 a 0.60
unidades múltiplas (conjudadas)	0.60 a 0.75
lotes com 2000 m^2 ou mais	0.30 a 0.45
Área com prédios de apartamentos	0.50 a 0.70
Área industrial	
indústrias leves	0.50 a 0.80
indústrias pesadas	0.60 a 0.90
Parques, cemitérios	0.10 a 0.25
Playgrounds	0.20 a 0.35
Pátios de estradas de ferro	0.20 a 0.40
Áreas sem melhoramentos	0.10 a 0.30

Fonte: Fugita (1980)

2.6. Áreas de contribuição

Quando se trata de aplicar o método racional a uma seção de um curso d'água em uma bacia, a área de drenagem correspondente a esta seção é a área delimitada pelo divisor topográfico. A microdrenagem é um sistema no qual o escoamento superficial é organizado para dirigir-se por caminhos (sarjetas, bocas de lobo e galerias) pré-definidos. Os divisores de água devem ser traçados ao longo das quadras e podem tornar-se complexos, devido às correções de topografia, cortes e aterros realizados para as edificações. Na maior parte dos casos, as estimativas de vazões são realizadas em cruzamentos de ruas, considerados como pontos de análise da rede de drenagem. Assim, deve ser delimitada a área de contribuição a montante de cada um destes pontos de análise. Para contornar a complexidade da análise, considera-se que cada trecho de sarjeta receba as águas pluviais da quadra adjacente, exceto quando a topografia for muito acentuada, impossibilitando esta hipótese (Fugita, 1980).

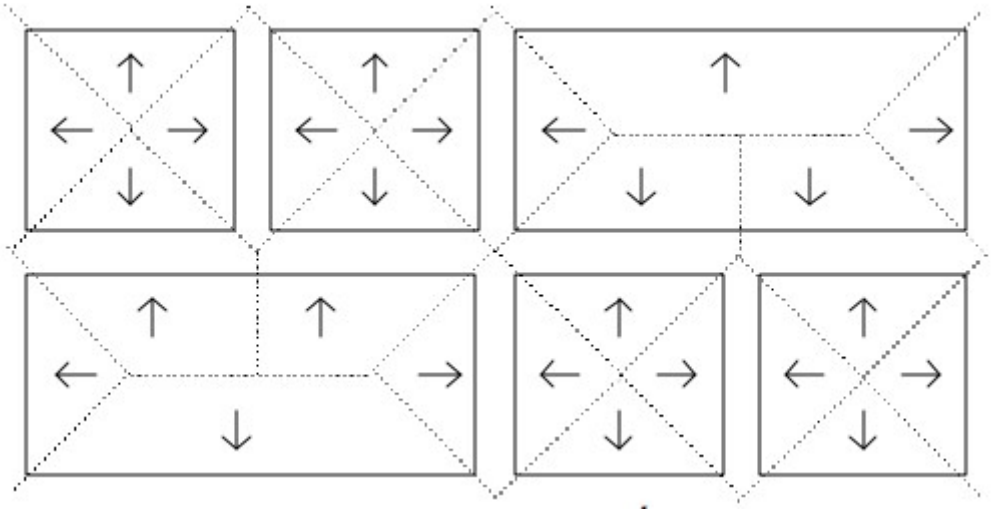

Figura 1. Subdivisão de Quarteirões em Áreas Contribuintes

2.7. Composição do sistema de microdrenagem

Os principais elementos do sistema de microdrenagem são os pavimentos das vias públicas, os meio-fios, as sarjetas, as bocas-de-lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sarjetões.

Meio-fios: São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.

Sarjetas: São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.

Bocas-de-lobo: São dispositivos de captação das águas das sarjetas.

Poços de visita: São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.

Galerias: São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.

Condutos forçados e estações de bombeamento: Quando não há condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um canal de drenagem para um outro, recorre-se aos condutos forçados e às estações de bombeamento.

Sarjetões: São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.
Fonte: (Pompêo, 2001)

2.8. Elementos físicos de projeto

Para elaboração de um projeto de microdrenagem são necessários plantas, dados sobre a urbanização da área e dados sobre o corpo receptor. Um conjunto de plantas deverá constar de planta da localização estadual da bacia, planta da bacia em escala 1:5.000 ou 1:10.000 e planta altimétrica da bacia em escala 1:1.000 ou 1:2.000, constando as cotas das esquinas e outros pontos importantes.

2.9. Concepção do sistema

Traçado da rede

O traçado das galerias deve ser desenvolvido simultaneamente com o projeto das vias públicas e parques, para evitar imposições ao sistema de drenagem que geralmente conduzem a soluções mais onerosas. Deve haver homogeneidade na distribuição das galerias para que o sistema possa proporcionar condições adequadas de drenagem a todas as áreas da bacia.

Bocas-de-lobo

A localização das bocas-de-lobo deve respeitar o critério de eficiência na condução das vazões superficiais para as galerias. É necessário colocar bocas-de-lobo nos pontos mais baixos do sistema, com vistas a impedir alagamentos e águas paradas em zonas mortas. Não se recomenda colocar bocas-de-lobo nas esquinas, pois os pedestres teriam de saltar a torrente em um trecho de descarga superficial máxima para atravessar a rua, além de ser um ponto onde duas torrentes convergentes se encontram. As melhores localizações das bocas-de-lobo são em pontos um pouco a montante das esquinas. A primeira boca de lobo do sistema de drenagem deve ser colocada no ponto em que a vazão que escoa pela sarjeta torna-se superior à capacidade admissível naquele trecho de sarjeta.

A primeira boca de lobo do sistema de drenagem deve ser colocada no ponto em que a vazão que escoa pela sarjeta torna-se superior à capacidade admissível naquele trecho de sarjeta. Neste ponto, a sarjeta não é capaz de conter o escoamento superficial sem ocorrência de transbordamento; assim, é necessário iniciar o sistema de galerias para receber o escoamento. Esta vazão é calculada pelo método racional no ponto imediatamente à montante do trecho de sarjeta. Caso não se disponha de dados sobre a capacidade de escoamento das sarjetas, recomenda-se um máximo espaçamento de 60 m entre as bocas-de-lobo. Ainda assim, em qualquer ponto de entrada na galeria, não é necessário que todo o escoamento superficial seja removido; o dimensionamento do trecho de galeria é realizado apenas com a parcela que efetivamente escoa através dela. A interligação entre as bocas de lobo e o poço de visita ou caixa de passagem é feita com ramais de bocas de lobo cuja declividade mínima deve ser de 1%. As capacidades destes ramais e os diâmetros aconselhados são apresentados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Capacidade dos Ramais de Boca de Lobo

diâmetro [cm]	vazão máxima [l/s]
40	100
50	200
60	300

Fonte: WILKEN (1978)

Poços de visitas

Além de proporcionar acesso aos condutos para sua manutenção, os poços de visita também funcionam como caixas de ligação aos ramais secundários. Portanto, sempre deve haver um poço de visita onde houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações e nas junções dos troncos aos ramais.

Quando é necessária a construção de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar que mais de quatro tubulações cheguem em um determinado poço de visita, utilizam-se as chamadas caixas de ligação. A diferença entre as caixas de ligação e os poços de visita é que as caixas não são visitáveis.

O afastamento entre poços de visita consecutivos deve ser o máximo possível, por critérios econômicos. A Tabela 4 apresenta o espaçamento máximo recomendado para os poços de visita (Fugita, 1980).

Tabela 4 – Distância máxima entre PVs.

Diâmetro do conduto (cm)	Espaçamento (m)
30	120
50 - 90	150
100 ou mais	180

2.10. Dimensionamento do sistema de microdrenagem

O projeto de um sistema de microdrenagem é composto por três conjuntos de cálculos : capacidade admissível das sarjetas, bocas de lobo e sistema de galerias pluviais.

2.10.1 Capacidade admissível das sarjetas

As sarjetas destinam-se a escoar as águas provenientes da precipitação sobre o pavimento das vias públicas e as descargas de coletores pluviais das edificações. Se as vazões forem elevadas poderá haver inundação das calçadas, e as velocidades altas podem até erodir o

pavimento. O cálculo das capacidades admissíveis das sarjetas permite o estabelecimento dos pontos de captação das descargas por intermédio de bocas de lobo. A capacidade de descarga das sarjetas depende de sua declividade, rugosidade e forma.

Água escoando por toda a calha da rua. Admite-se uma lâmina d'água máxima entre 13 e 15 cm; ou · Água escoando somente pelas sarjetas. Neste caso devem ser observadas as recomendações específicas quanto ao tipo de via e máxima inundação admissível. A figura 2 mostra o corte lateral de uma sarjeta (Pompêo, 2001).

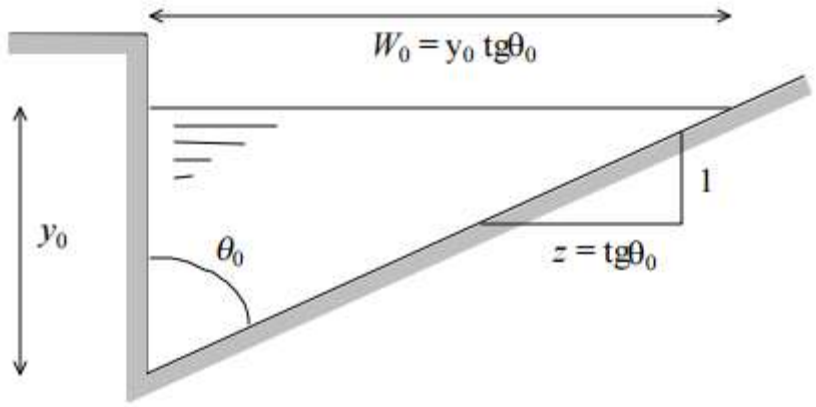

Figura 2. Corte lateral de uma sarjeta. Fonte: (Pompêo, 2001).

Tabela 5 – Dimensões padrão para uma sarjeta

Profundidade máxima	H = 15 cm
Lâmina d'água máxima maximorum	y = 15 cm
Lâmina d'água máxima para evitar transbordamento	y_0 = 13 cm
Largura	W = 60 cm
Declividade mínima	I = 0,004 m/m
Velocidade mínima do escoamento	*vmin = 0,75 m/s*
Velocidade máxima do escoamento	*vmax* = 3,50 m/s

Fonte: (Pompêo, 2001).

De posse de dados sobre declividade, rugosidade e comprimento de uma sarjeta, calcula-se a vazão máxima que a mesma pode transportar para esta lâmina. Este cálculo pode ser feito com a fórmula de IZZARD que é uma adaptação da fórmula de Manning para sarjetas:

$$Q_0 = 0.375 y_0^{8/3} \left(\frac{z}{n}\right) \sqrt{I}$$

onde Q0 é a vazão descarregada em [m3/s], y 0 é a lâmina d'água em [m], I é a declividade do trecho em [m/m], n é o coeficiente de rugosidade de Manning e z é a tangente do ângulo entre a sarjeta e a guia.

Fonte: (Pompêo, 2001).

Tabela 6 – Coeficiente de Manning

tipo de superfície	*n*
sarjeta de concreto, bom acabamento	0,012
pavimento de asfalto	
textura lisa	0,013
textura áspera	0,016
sarjeta de concreto com pavimento de asfalto	
textura lisa	0,013
textura áspera	0,015
pavimento de concreto	
acabamento com espalhadeira	0,014
acabamento manual alisado	0,016
acabamento manual áspero	0,020

Fonte: WILKEN (1978)

Estabelecida a capacidade da sarjeta, calcula-se o tempo de percurso do escoamento, a partir de sua velocidade média.

$$V_0 = 0.958 \left(\frac{\sqrt{I}}{n}\right)^{3/4} \left(\frac{Q_0}{z}\right)^{1/4}$$

2.11. Cálculo das galerias

- As velocidades admissíveis são estabelecidas em função da possibilidade de sedimentação no interior da galeria e em função do material empregado. Para galerias a faixa admissível de velocidades é entre 0,60 m/s e 5,0 m/s.
- Deve-se adotar condutos de diâmetro mínimo 0,30 m a fim de evitar obstruções. Os diâmetros comerciais mais comuns são 0,40; 0,60; 0,80; 1,00 e 1,20 m. Os

trechos de galerias que exijam diâmetros superiores a 1,20 m podem receber galerias em paralelo, ou podem ser substituídos por seções quadradas ou seções retangulares.

- Quando houver mudanças de diâmetros, as geratrizes superiores das galerias devem coincidir. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.
- Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final.
- Ao se empregar canalizações sem revestimento especial, o recobrimento mínimo deve ser de 0,90 m. Se, por motivos topográficos, houver imposição de um recobrimento menor, as tubulações deverão ser dimensionadas sob o ponto de vista estrutural.
- O coeficiente de rugosidade de Manning deve ser de 0,011 para galerias quadradas ou retangulares executadas in loco; para galerias circulares em concreto, adota-se n = 0,013.

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

As planilhas contendo o memorial de Cálculo estão anexadas no projeto.

Itanhangá, 30 de julho de 2023

EUGENIO SYLVIO NETO LUCCHESI DA SILVA:00760191956

Assinado de forma digital por EUGENIO SYLVIO NETO LUCCHESI DA SILVA:00760191956
Dados: 2023.08.01 16:54:55 -04'00'

Eng. Civil Eugênio Lucchesi

CREA 1701352281