



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

DP-H10

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESCOAMENTO
NAS RUAS E SARJETAS**



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

ÍNDICE

PÁG.

1.	OBJETIVO	204
2.	A FUNÇÃO DA RUA	204
3.	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS PÚBLICAS	205
4.	INTERFERÊNCIA ENTRE A DRENAGEM DAS RUAS E O TRÁFEGO	206
4.1	INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ESCOAMENTO SUPERFICIAL SOBRE O PAVIMENTO	207
4.2	INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ESCOAMENTO NA SARJETA	208
4.3	INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ACÚMULO DE ÁGUA	210
4.4	INTERFERÊNCIA DEVIDA À ÁGUA QUE ESCOA SOBRE A FAIXA DE TRÂNSITO.....	211
4.5	EFEITO SOBRE PEDESTRES	211
5.	SUGESTÕES PARA PROJETO DE VIAS	212
5.1	DECLIVIDADE DA SARJETA.....	212
5.2	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RUA	213
5.3	DECLIVIDADE TRANSVERSAL	213
5.4	CRUZAMENTOS.....	216
5.5	CAPTAÇÕES	219
5.6	CONTINUIDADE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	220
6.	CRITÉRIOS DE DRENAGEM PARA PROJETO DE RUAS URBANAS	220
6.1	CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA RUA PARA A CHUVA INICIAL DE PROJETO	221
6.2	CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA RUA PARA A CHUVA MÁXIMA DE PROJETO (VERIFICAÇÃO).....	228
6.3	ACÚMULO DE ÁGUA	230
6.4	ESCOAMENTO TRANSVERSAL À RUA	230
6.5	CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS RELATIVAS A PEDESTRES.....	232



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

6.6	CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS COMERCIAIS	232
6.7	CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS INDUSTRIAIS	232
7.	CRITÉRIOS DE DRENAGEM PARA PROJETO DE CRUZAMENTOS EM RUAS URBANAS	233
7.1	CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS SARJETAS PARA A CHUVA INICIAL DE PROJETO	233
7.2	CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA PARA AS CONDIÇÕES DE CHUVA MÁXIMA DE PROJETO	236
7.3	ACÚMULO DE ÁGUA	238
7.4	ESCOAMENTO TRANSVERSAL À RUA	238
7.5	CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS COMERCIAIS	239



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo apresentar os critérios de projeto para o cálculo de escoamento em ruas e sarjetas para projetos da SVP/PMSP, mencionando a classificação das vias públicas e as interferências entre a drenagem e o tráfego de veículos.

O desenvolvimento desta especificação é baseado no capítulo V da publicação "Drenagem Urbana - Manual de Projeto" - CETESB, 1986.

2. A FUNÇÃO DA RUA

As ruas servem a um importante e necessário fim de drenagem, embora sua função primordial seja a de permitir o tráfego de veículos e de pedestres. Tais finalidades são compatíveis entre si, até certo ponto, além do qual as condições de drenagem devem ser fixadas pelas conveniências desse tráfego.

O escoamento das águas pluviais ao longo das sarjetas é necessário para conduzi-las até as bocas-de-lobo que, por sua vez, as captam para as galerias. Um bom planejamento do sistema viário pode reduzir substancialmente o custo do sistema de drenagem, e até dispensar a necessidade de galerias de águas pluviais.

Os critérios de projeto para a coleta e condução das águas pluviais, em ruas públicas, são baseados em condições predeterminadas, de interferência com o tráfego. Isto significa que dependendo da classe da rua, certa faixa de tráfego pode ser inundada uma vez durante um intervalo de tempo correspondente ao período de retorno da chuva inicial de projeto. No entanto, poderão ocorrer chuvas menos intensas provocando descargas que inundarão a mesma faixa de tráfego em menor extensão.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

Um bom projeto de drenagem proporciona benefícios diretos ao tráfego e menores custos de manutenção das ruas. Deve ter, como um dos objetivos primordiais, a proteção contra a deterioração do pavimento e de sua base.

O dimensionamento do sistema de drenagem urbana deve ser feito tanto para a chuva inicial de projeto, como para a chuva máxima de projeto.

Entende-se como chuva inicial de projeto a precipitação com período de retorno entre 2 e 10 anos, conforme a importância da via, utilizada no dimensionamento do escoamento superficial por sobre as sarjetas e vias públicas (Sistema de Drenagem Inicial).

Já a chuva máxima de projeto, com período de retorno definido conforme apresentado na Diretriz de Projeto DP-H01 - Período de Retorno, é aquela utilizada no dimensionamento de galerias e canais de águas pluviais.

O sistema de drenagem inicial é necessário para criar condições razoáveis de tráfego de veículos e pedestres numa dada área urbana, por ocasião da ocorrência de chuvas frequentes. Entretanto, é conveniente verificar o comportamento do sistema para chuvas mais intensas, tendo em vista os possíveis danos às propriedades e os riscos de perdas de vidas humanas. Para estas verificações deve ser utilizada a chuva máxima de projeto, recomendando-se para tanto um período de retorno a 100 anos.

3. CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS PÚBLICAS

Na presente diretriz, o termo Via Pública ou simplesmente Rua refere-se a uma passagem de pedestres ou de circulação viária compreendendo desde uma viela até via expressa, abrangendo também as ruas, alamedas, avenidas, passagens de pedestres ou calçadas que façam parte da malha viária, objeto de estudo de drenagem.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

O sistema de drenagem, a ser projetado para as vias, depende de sua classe de uso e do seu tipo de construção. A classificação das vias é baseada no volume de tráfego, no seu uso, nas características de projeto e construção e nas relações com suas transversais. Para a metodologia de cálculo de capacidade de escoamento das ruas que é apresentada a seguir recomenda-se adotar a classificação estabelecida no documento DP-P02 – Classificação de Vias, contida no volume 2 da SVP/PMSP.

A essa classificação acrescenta-se o seguinte conceito de viela sanitária:

- Viela sanitária: são interligações entre duas ruas destinadas à passagem de serviços públicos, em especial, drenagem de águas pluviais e esgotamento sanitário. Nas vielas sanitárias é vedado o acesso de veículos, podendo ser permitida a passagem de pedestres.

4. INTERFERÊNCIA ENTRE A DRENAGEM DAS RUAS E O TRÁFEGO

Essas interferências podem ocorrer quando existe água nas ruas, resultante dos seguintes fatos:

- Escoamento superficial, transversal ao pavimento e em direção às sarjetas, decorrente da chuva que incide diretamente sobre o pavimento;
- Escoamento adjacente à guia, pelas sarjetas, podendo invadir uma parte da pista;
- Poças de água em depressões;
- Escoamento transversal à pista proveniente de fontes externas (distintas da água da chuva caindo diretamente sobre o pavimento);
- Espirito de água sobre os pedestres.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

Cada um desses tipos de ocorrência deve ser controlado, dentro de limites aceitáveis, de forma que a função principal das ruas como meio de escoamento do tráfego, não seja restringida ou prejudicada.

4.1 INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ESCOAMENTO SUPERFICIAL SOBRE O PAVIMENTO

A chuva que cai diretamente sobre o pavimento dá origem ao escoamento superficial que se inicia transversalmente à pista até atingir as sarjetas. As sarjetas funcionam como canais e precisam ser dimensionadas como tais. A profundidade do escoamento superficial deverá ser zero no eixo da pista, e aumentando à medida que se aproxima da guia. As interferências no tráfego, devidas ao escoamento superficial, são essencialmente de dois tipos: deslizamento e espirro de água.

- **Deslizamento (“acqua-planning”)**

Deslizamento é o fenômeno que ocorre quando, entre os pneus de um veículo e o pavimento, é formada uma película de água que age como um lubrificante. Geralmente ocorre a velocidades elevadas, normalmente admissíveis em vias expressas e avenidas; pode ser evitado pela execução de um pavimento superficialmente rugoso.

- **Espirro d'água**

O espirro d'água resulta de uma profundidade excessiva do escoamento superficial, causada pelo fato da água percorrer uma longa distância, ou escoar a uma velocidade muito baixa antes de alcançar a sarjeta. Aumentando a declividade transversal do pavimento, diminuirão tanto o percurso da água, como o tempo necessário para que a mesma alcance a sarjeta. Essa declividade, no entanto, deve ser mantida dentro de limites aceitáveis, para permitir a abertura das portas dos veículos quando estacionados junto às guias. Uma faixa de pista, excessivamente larga, drenando para uma sarjeta, aumentará a profundidade do escoamento



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

superficial. Isto pode ocorrer devido à superelevação em curvas, deslocamento da crista do pavimento em decorrência de cruzamentos, ou simplesmente em razão de pistas muito largas. Todas essas possibilidades devem ser levadas em consideração, para manter a profundidade do escoamento superficial dentro de limites aceitáveis.

4.2 INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ESCOAMENTO NA SARJETA

A água que afluí a uma via, devido à chuva que cai no pavimento e nos terrenos adjacentes, escoará pelas sarjetas até alcançar um ponto de captação, normalmente uma boca-de-lobo. A Figura 4.1 mostra a configuração de um escoamento em sarjetas. À medida que a água escoar e áreas adicionais contribuirão para o aumento da descarga, a largura do escoamento aumentará e atingirá, progressivamente, as faixas de trânsito. Se os veículos estiverem estacionados adjacentes à guia, a largura do espalhamento de água terá pouca influência na capacidade de trânsito pela via, até que ela exceda a largura do veículo em algumas dezenas de centímetros. No entanto, em vias onde o estacionamento não é permitido, sempre que a largura do escoamento exceder algumas dezenas de centímetros, afetará significativamente o trânsito. Observações mostram que os veículos congestionarão as faixas adjacentes, para evitar as enxurradas, criando riscos de pequenos acidentes.

À medida que a largura do escoamento aumenta, torna-se impossível para os veículos transitarem sem invadir a faixa inundada. Então, a velocidade do tráfego será reduzida cada vez mais, à medida que os veículos começam a atravessar lâminas d'água mais profundas, e os espirros de água provocados pelos veículos que percorrem as faixas inundadas prejudicarão a visão dos motoristas que trafegam com velocidades maiores nas faixas centrais.

Finalmente, se a largura e a profundidade das enxurradas atingirem grandes proporções, a via se tornará ineficiente como escoadora de tráfego. Durante esses períodos, é imperativo que veículos de socorro de emergência, tais como carros de bombeiros, ambulâncias e carros policiais, possam percorrer, sem dificuldade excessiva, as faixas centrais.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

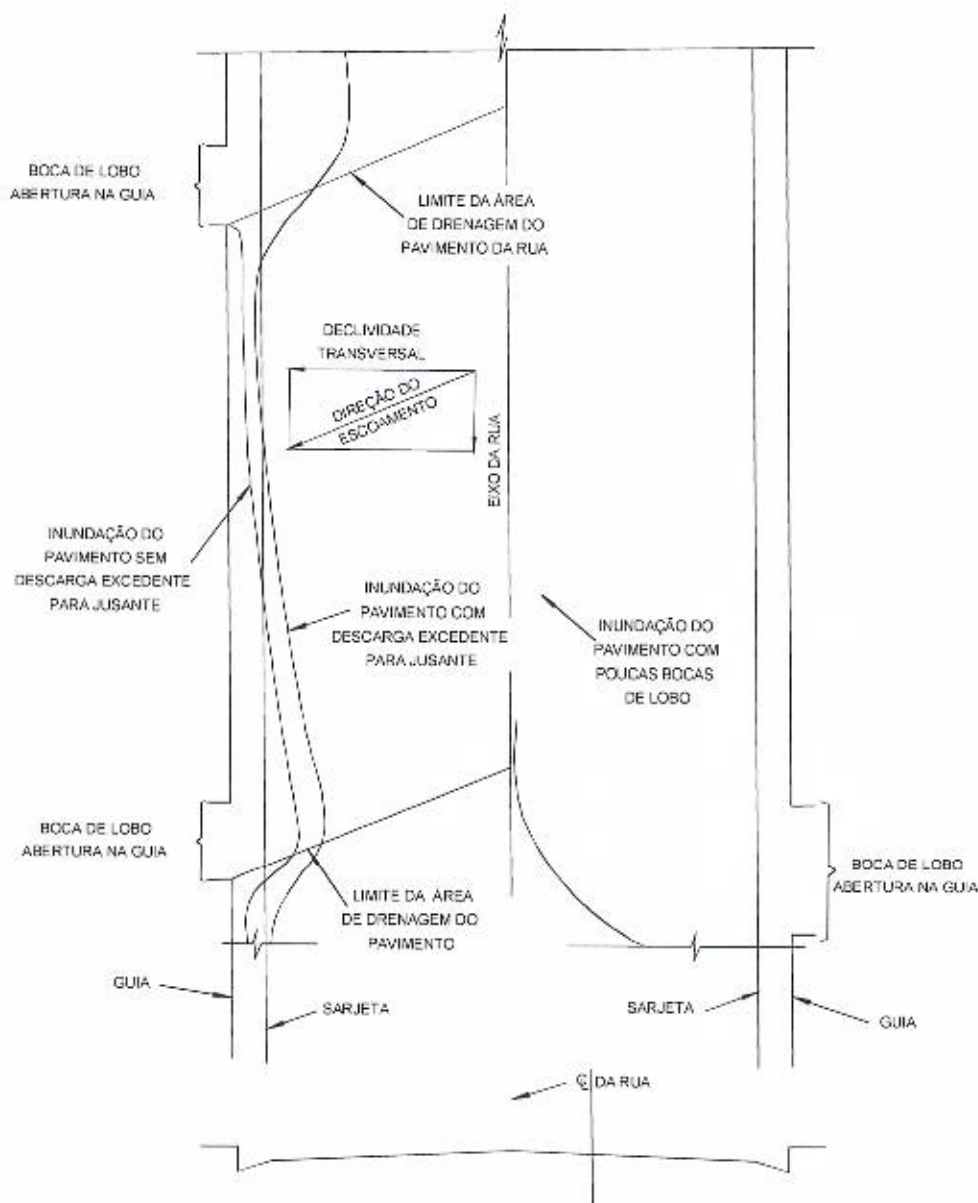


Figura 4.1

Diagrama de configurações de escoamento no pavimento e na sarjeta



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

Interferências significativas com o tráfego, de um modo geral, não excedem de 15 a 30 minutos em cada chuva. Além disso, para que ocorra interferência maior, é necessário que a chuva ocorra concomitantemente com a hora de pico do tráfego.

A classe da via é importante quando se considera o grau de interferência com o tráfego. Uma rua secundária, e em menor escala, uma rua principal, pode ser inundada com pouco efeito sobre o movimento de veículos. O pequeno número de carros envolvidos pode mover-se com baixa velocidade através da água, ainda que a profundidade seja de 10 a 15 cm. É importante, porém, lembrar que a redução da velocidade do tráfego, em vias de maior importância, pode resultar em prejuízos maiores.

4.3 INTERFERÊNCIA DEVIDA AO ACÚMULO DE ÁGUA

A água acumulada na superfície da rua, em conseqüência de mudanças de greide, ou de inclinação da crista em ruas que se cruzam, pode reduzir substancialmente a capacidade de tráfego da rua. Um problema de importância, que decorre do acúmulo de água, é que esta pode alcançar profundidades maiores do que a da guia e permanecer por longos períodos de tempo. Outro problema resultante do acúmulo de água é que, dependendo de sua localização, os veículos em alta velocidade ao transporem estes acúmulos correm sérios riscos de acidente.

A maneira pela qual a água acumulada afeta o tráfego é essencialmente a mesma que para o escoamento na sarjeta. A água acumulada freqüentemente provoca a interrupção do tráfego em uma rua. Neste caso, o projeto incorreto de apenas um componente do sistema de drenagem torna praticamente inútil o sistema de drenagem, pelo menos para aquelas áreas mais diretamente afetadas.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

4.4 INTERFERÊNCIA DEVIDA À ÁGUA QUE ESCOA SOBRE A FAIXA DE TRÂNSITO

Sempre que existe uma concentração do escoamento superficial, no sentido transversal à faixa de trânsito, ocorre uma séria restrição ao fluxo de veículos. Este escoamento transversal pode ser causado pela superelevação em uma curva, cruzamento inadequado com sarjetão, ou simplesmente por um projeto de rua inadequado. Os problemas decorrentes são análogos aos devidos ao acúmulo de água. Os veículos podem estar trafegando à alta velocidade quando atingem o local, havendo riscos de acidentes. Se a velocidade dos veículos for baixa e o tráfego leve, tal como em ruas secundárias, o escoamento transversal não causa interferência significativa.

A profundidade e a velocidade do escoamento transversal à rua deverão sempre ser mantidos dentro de limites tais que não afetem demasiadamente o tráfego. Se um veículo que está trafegando entra em uma área de escoamento transversal, pode sofrer um deslizamento que tende a movê-lo lateralmente em direção à sarjeta.

Em cruzamentos, as águas podem ser captadas por bocas-de-lobo ou conduzidas por sarjetões, atravessando portanto uma das pistas. Se ao transporem o cruzamento os veículos têm que parar ou reduzir a velocidade, devido a dispositivos de controle de tráfego, então não haverá maiores inconvenientes. Esta condição é fundamental para que se aceite a implantação de sarjetões nos cruzamentos de ruas locais, ou de ruas secundárias e principais. Um ponto a favor do uso de sarjetões é a manutenção do greide da rua principal, sem depressões nos cruzamentos.

4.5 EFEITO SOBRE PEDESTRES

Em áreas onde há trânsito intenso de pedestres nas calçadas, o espirro de água dos veículos que se movem através da área adjacente à guia é um sério problema com repercussões



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

adversas. Deve-se ter em mente que, sob certas circunstâncias, os pedestres terão que atravessar enxurradas e poças d'água.

Como o tráfego de pedestres é reduzido durante as chuvas intensas, o problema não será tão sério durante o período de duração da chuva. A água acumulada, no entanto, permanecendo após a cessação da chuva, poderá redundar em sérios incômodos para os transeuntes, pedestres em pontos de ônibus, etc.

As ruas devem ser classificadas com respeito ao trânsito de pedestres, do mesmo modo que quanto ao trânsito de veículos. Por exemplo, ruas que são classificadas como secundárias para veículos e estão situadas nas adjacências de uma escola são principais para pedestres. A largura admissível para escoamento nas sarjetas deve ter em conta este fato.

5. SUGESTÕES PARA PROJETO DE VIAS

A eficiência de uma via, tanto considerando sua finalidade principal de tráfego de veículos, como sua finalidade secundária de escoar as águas pluviais, depende essencialmente de um projeto bem elaborado, que leve em consideração ambas as funções. Os procedimentos recomendados a seguir, por serem orientados para a drenagem, não devem interferir com a função principal da via.

5.1 DECLIVIDADE DA SARJETA

A declividade da sarjeta é aquela paralela à direção do escoamento.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Declividade máxima**

A declividade máxima permissível para uma sarjeta não é determinada pela drenagem. No entanto, a capacidade admissível das sarjetas com declividades acentuadas é limitada.

- **Declividade mínima**

A declividade mínima admissível da sarjeta, para propiciar uma drenagem adequada, é de 0,5%. A inspeção de vias já concluídas revela que práticas construtivas inadequadas no que se refere ao estaqueamento de campo, assentamento de guias ou à combinação destes freqüentemente resultam em greide final fora de alinhamento no plano vertical. Isto resulta em uma largura de enxurrada consideravelmente maior que o valor teórico, em determinados pontos.

5.2 SEÇÃO TRANSVERSAL DA RUA

A seção transversal é a ortogonal ao eixo da rua, sendo padronizada conforme o tipo de tráfego e classificação estabelecida no documento DP-P02 – Classificação de Vias, da SVP/PMSP. Nessa classificação estão estabelecidas as larguras da sarjeta a utilizar em cada caso, podendo ser de 30, 45 ou 60 cm de largura.

5.3 DECLIVIDADE TRANSVERSAL

O termo declividade transversal refere-se à diferença entre os níveis, das linhas de fundo das sarjetas opostas de uma rua. Na maioria dos casos, onde a topografia do terreno é relativamente plana, as ruas podem ser facilmente projetadas com declividade transversal nula. No entanto, em áreas de declividade acentuada, particularmente em cruzamentos, pode ser necessário implantar guias com elevações diferentes nos dois lados da rua, resultando uma declividade transversal não nula.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Capacidade da sarjeta**

A Figura 5.1 ilustra como numa rua, com inclinação transversal, a capacidade da sarjeta de maior elevação diminui. Quando se calcula a descarga admissível nessa sarjeta, deve-se utilizar a configuração geométrica real do escoamento, tanto na seção transversal como das declividades resultantes nos trechos de sarjeta junto aos cruzamentos.

A capacidade da sarjeta mais baixa pode diminuir ou não, dependendo do projeto da rua. Quando se calculam os volumes de escoamento em cada sarjeta, deve-se ter em conta que a sarjeta mais elevada pode encher rapidamente em consequência da sua localização no lado da rua que estará recebendo a contribuição das áreas adjacentes.

Esse fato, juntamente com a redução da capacidade da sarjeta, fará com que sua capacidade admissível seja rapidamente excedida. Nessas condições, o escoamento ultrapassará a crista da rua e juntar-se-á ao da sarjeta oposta. Em ruas secundárias isto é aceitável. No entanto, em ruas de maior importância, a interferência com o tráfego devido ao escoamento da água sobre as faixas de rolamento é inaceitável.

Em ruas secundárias, onde esta interferência no tráfego é aceitável, a capacidade da sarjeta pode ser tal que o escoamento excedente da sarjeta de maior elevação extravase para a sarjeta mais baixa. Desse modo, ambas as sarjetas podem ser utilizadas em sua plena capacidade. Um projeto cuidadoso, considerando estes pontos, pode resultar em um custo sensivelmente reduzido do sistema de drenagem inicial.

Para evitar que pequenas descargas, tais como as de rega de jardins ou de lavagem de pisos externos de residências, atravessem as faixas de tráfego, é necessário prever uma capacidade adequada para a sarjeta de maior elevação. Em geral, é suficiente que a crista seja mantida dentro dos limites de um quarto da largura da rua, como mostrado na seção B-B da Figura 5.1.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H10 Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas

30/06/99

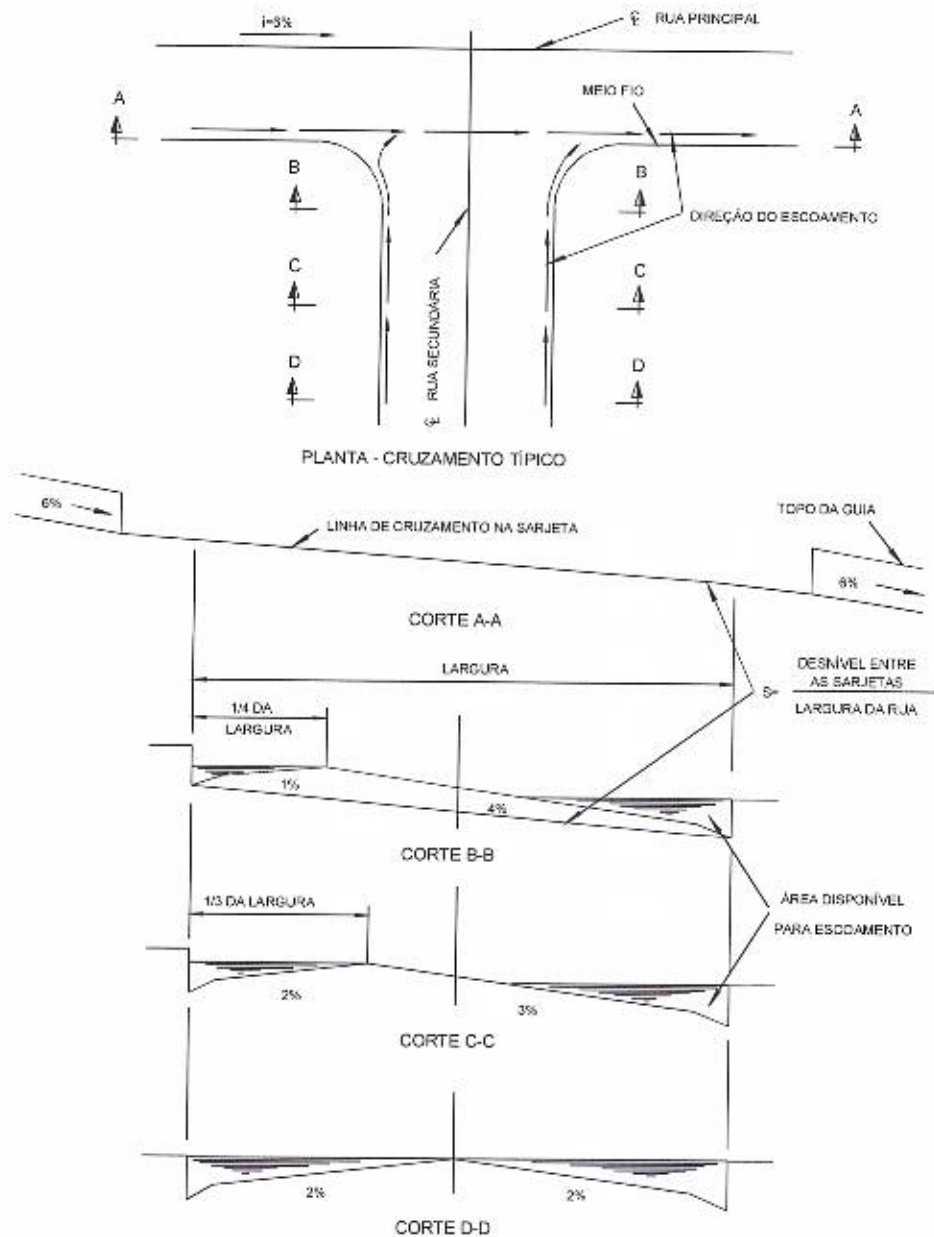


Figura 5.1

Características típicas de cruzamento de uma rua secundária com uma rua principal.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Inclinação transversal para bocas-de-lobo**

Em ruas secundárias, onde é necessária a inclinação transversal em decorrência da topografia existente, podem ser colocadas bocas-de-lobo na guia mais baixa e dispensado o abaulamento da rua, para permitir que, o escoamento da sarjeta de cima alcance a mais baixa em locais específicos.

5.4 CRUZAMENTOS

O projeto dos cruzamentos, particularmente em ruas secundárias, é uma tarefa frequentemente trabalhosa. Nos projetos de pavimentação e drenagem para a PMSP, é obrigatório o detalhamento do projeto de drenagem em todos os cruzamentos, sendo usual deixar a cargo do empreiteiro ou da equipe que fez o estaqueamento no campo, porque, do contrário, tal resultará em grande quantidade de cruzamentos ineficientes, caracterizados por grandes áreas de acúmulo de água, escoamento sobre as pistas, e variação desnecessária na declividade de ruas principais em cruzamentos com ruas secundárias.

Nos cruzamentos de ruas secundárias, o projetista poderá introduzir variações dos perfis longitudinais. Nos casos de cruzamentos de ruas secundárias com ruas principais, os perfis destas últimas devem, se possível, ser mantidos uniformes. Se for necessária uma mudança em um perfil muito inclinado de rua principal num cruzamento, esta mudança, para facilidade de construção, deve ser tão pequena quanto possível. A Figura 5.1 ilustra as seções transversais típicas, necessárias para caracterizar um cruzamento. Na figura, admite-se que a declividade longitudinal da rua principal seja de 6%, as declividades transversais máximas e mínimas permitidas para o pavimento sejam de 4% e 1% respectivamente, e a crista seja mantida dentro dos limites de 1/4 da largura da rua.

Quando duas ruas principais se cruzam, o perfil da rua mais importante deve ser mantido, uniforme, tanto quanto for possível.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Estruturas hidráulicas nos cruzamentos:**

- a) **Sistemas de drenagem inicial**

Quando existem galerias no cruzamento, as bocas-de-lobo, devem ser colocadas e dimensionadas, de tal forma que as descargas excedentes sejam compatíveis com as condições admissíveis de escoamento superficial no cruzamento e a jusante. A Figura 5.2 ilustra as localizações típicas de bocas-de-lobo, para algumas configurações de cruzamentos.

- b) **Sarjetões**

Os sarjetões convencionais são utilizados para cruzar, superficialmente, descargas por ruas secundárias e eventualmente em ruas principais. As dimensões e inclinação do sarjetão devem ser suficientes para conduzir as descargas em condições equivalentes às admissíveis para a rua.

- c) **Sarjetões chanfrados**

O sarjetão chanfrado possui um chanfro na sua linha de fundo, para conduzir baixas descargas quando estas forem muito freqüentes. O objetivo do chanfro é minimizar o contato entre os pneus dos veículos e as águas de descargas mínimas. Desde que o chanfro seja suficientemente pequeno para não afetar o tráfego, pode transportar apenas uma parcela limitada do escoamento, sem transbordar. O acúmulo de sedimentos freqüentemente torna o chanfro inútil. É preferível, sempre que possível, eliminar o escoamento superficial devido àquelas descargas reduzidas, encaminhando-as sempre que possível, para uma boca-de-lobo próxima.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

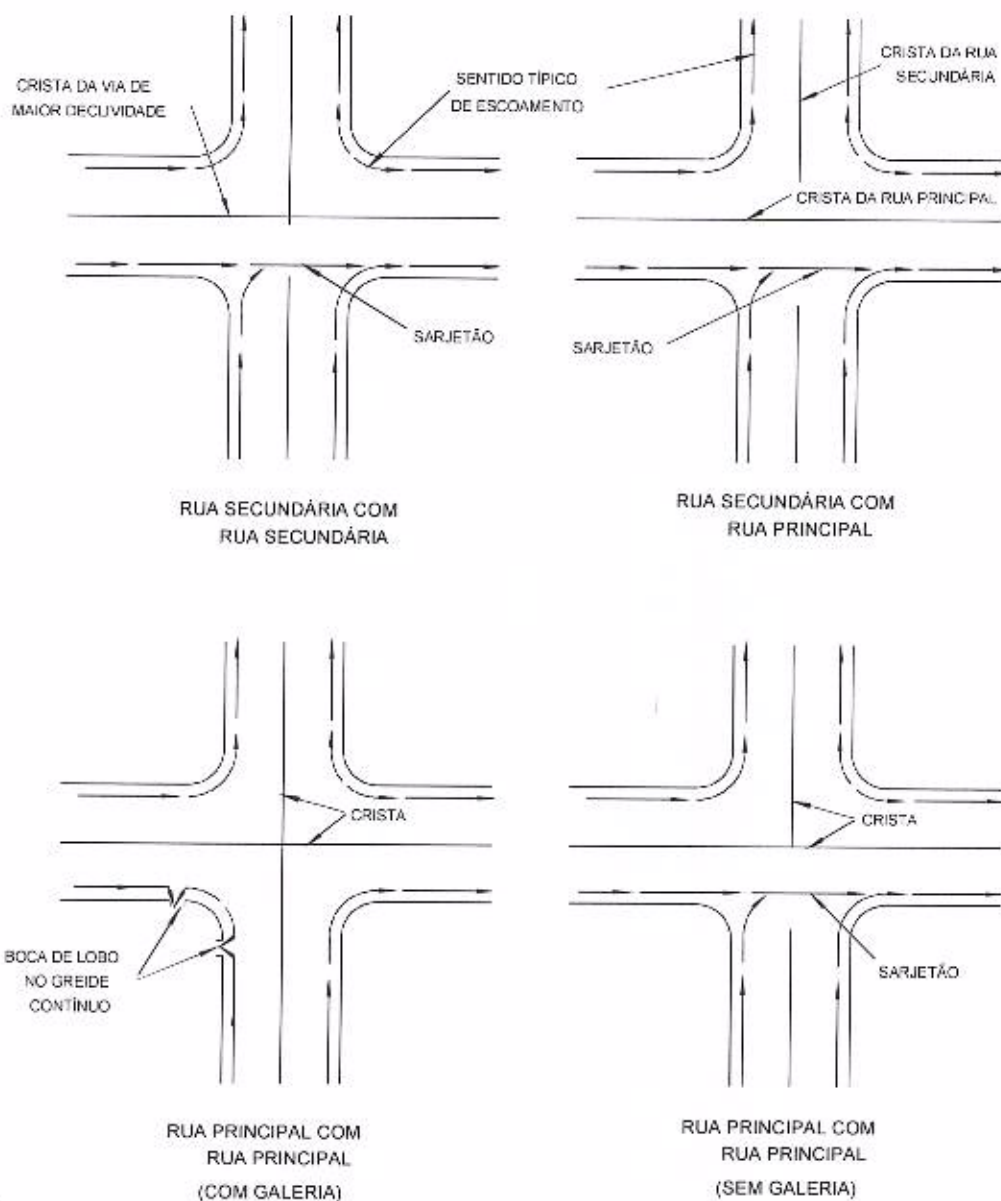


Figura 5.2

Configurações típicas de cruzamentos em sistema de drenagem



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

5.5 CAPTAÇÕES

- **Colocação das captações**

As bocas-de-lobo, ou outras estruturas para remoção de escoamento superficial da rua, devem ser instaladas em locais de acordo com os seguintes critérios:

a) Perfil contínuo

Quando a quantidade de água no pavimento excede àquela admissível, de acordo com as indicações do item 6.

b) Pontos baixos

Toda vez que houver acúmulo de água em pontos baixos.

c) Cruzamentos

Quando necessário em cruzamentos, como descrito no item 6.

- **Depressões para bocas-de-lobo**

A largura e profundidade das depressões nas ruas onde o estacionamento é permitido têm pouco efeito no tráfego. No entanto, depressões com profundidades superiores a 5 cm, ou com inclinações acentuadas em relação à sarjeta, podem prejudicar o estacionamento de veículos.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

Em ruas onde o tráfego pode atingir as sarjetas, as profundidades e larguras das depressões devem ser compatíveis com a velocidade dos veículos. Onde a velocidade exceder a 60 km/h, as depressões não devem estar próximas das faixas de trânsito. Observações de campo indicam que os veículos raramente se movimentam a menos de 30 cm da guia, de forma que sarjetas dotadas de depressões com essa largura podem ser usadas em quaisquer ruas.

5.6 CONTINUIDADE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A existência de pontos baixos na rede viária resulta na acumulação de água nas ocasiões em que é excedida a capacidade real das galerias de drenagem. Conforme a configuração do ponto baixo, este fenômeno pode acarretar além das perturbações ao tráfego, danos aos imóveis próximos, seja por inundação, seja por extravasamento em pontos não preparados para o escoamento pluvial.

Para prevenir estas ocorrências é necessário que os projetos de pavimentação e drenagem garantam a continuidade do escoamento superficial de drenagem. Nos pontos em que isto não for possível, devido a outras restrições de projeto, deve ser prevista a inclusão de viela sanitária com a função de esgotamento das águas pluviais e prevenção de inundações significativas.

6. CRITÉRIOS DE DRENAGEM PARA PROJETO DE RUAS URBANAS

São apresentados, neste item, os requisitos específicos para a drenagem de água de chuva em ruas urbanas. Os métodos empregados para satisfazer esses requisitos são opções para o projetista, uma vez que estejam de acordo com critérios apresentados em outras diretrizes.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

6.1 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA RUA PARA A CHUVA INICIAL DE PROJETO

- A determinação da capacidade de escoamento da rua, para a chuva inicial de projeto, deve ser baseada em duas considerações:
- Verificação da capacidade teórica de escoamento, baseada na inundação máxima do pavimento;
- Ajuste às condições reais, baseado na aplicação de um fator de redução na capacidade de escoamento por obtenção de descarga aduzível.

a) Inundação do pavimento

A inundação do pavimento, para a chuva inicial, deverá ser limitada de acordo com as indicações da Tabela 6.1.

O sistema de galerias deverá iniciar-se no ponto onde é atingida a capacidade admissível de escoamento na rua, e deverá ser projetado com base na chuva inicial de projeto.

b) Cálculo da capacidade teórica

A capacidade teórica de descarga das sarjetas pode ser computada, usando-se a fórmula de Manning modificada por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 \left(\frac{Z}{n} \right) i^{1/2} . y^{8/3} \quad (6.1)$$



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

onde:

Q = é a descarga em m^3/s ;

z = é o inverso da declividade transversal;

i = é a declividade longitudinal;

y = é a profundidade junto à linha de fundo em m;

n = é o coeficiente de rugosidade.

Tabela 6.1

Uso permitido de ruas para escoamento de descargas da chuva inicial de projeto, em termos de inundação do pavimento

CLASSIFICAÇÃO DAS RUAS	INUNDAÇÃO MÁXIMA
TRÁFEGO MUITO LEVE	Sem transbordamento sobre a guia. O escoamento pode atingir até a crista da rua
TRÁFEGO LEVE	Sem transbordamento sobre a guia. O escoamento deve preservar, pelo menos, uma faixa de trânsito livre
TRÁFEGO PESADO	Sem transbordamento sobre a guia. O escoamento deve conservar, pelo menos, uma faixa de trânsito livre em cada direção
TRÁFEGO MUITO PESADO	Nenhuma inundação é permitida em qualquer faixa de trânsito
VIELA SANITÁRIA	O escoamento pode ocupar toda a extensão da viela. A profundidade e a velocidade de escoamento não devem ocasionar risco de vida aos pedestres

O nomograma da Figura 6.1, para escoamento em sarjetas triangulares, pode ser utilizado para possíveis configurações de sarjeta e inclusive de sarjetões.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM
DP-H10 Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas

DATA
30/06/99

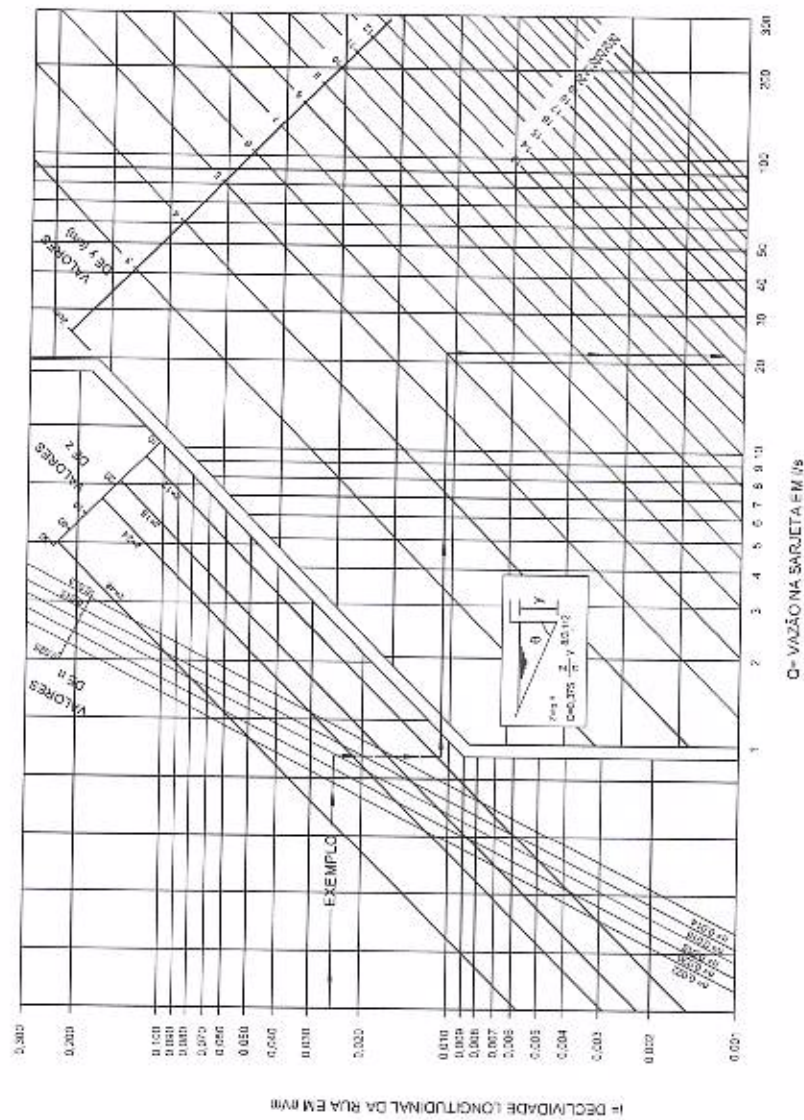


Figura 6.1

Escoamento em regime uniforme nas sarjetas triangulares.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

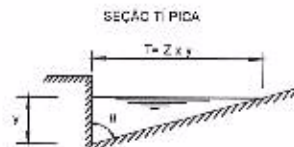
REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H10

Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas

30/06/99



EQUAÇÃO

$$Q = 0,375 \frac{Z}{n} y^{2,49} \sqrt{i}$$

ONDE:

- Q = VAZÃO EM m³/s
- n = COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNING RELATIVO À SARJETA
- Z = $\lg i$
- y = PROFUNDIDADE DA LÂMINA D'ÁGUA EM m
- i = DECLIVIDADE LONGITUDINAL DA RUA, EM m/m

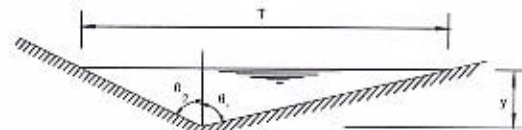
EXEMPLO

$$\left. \begin{array}{l} i = 0,025 \\ n = 0,018 \\ Z = 12 \\ y = 6\text{cm} \end{array} \right\} Q = 22 \text{ l/s}$$

OBSERVAÇÕES:

1) - CONHECIDO O VALOR DE i TRAÇA-SE UMA HORIZONTAL ATÉ ENCONTRAR A RETA DO n . A PARTIR DESTA PONTO, TRAÇA-SE UMA VERTICAL ATÉ ENCONTRAR A RETA DO Z . E A PARTIR DESTA PONTO, UMA HORIZONTAL QUE INTERSECTA A RETA DO y FORNECE O VALOR DE Q

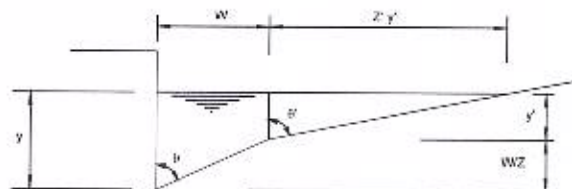
2) - PARA SARJETÕES, O VALOR DE Z DEVE SER CALCULADO POR:



$$Z = \frac{T}{y} \text{ ou } Z = (\lg i + \lg i)$$

$$T = y (\lg i + \lg i)$$

3) - PARA SEÇÕES COMPOSTA, DEVE SE CALCULAR A SOMA ALGÉBRICA DAS VAZÕES EM CADA UMA DAS SEÇÕES TRIANGULARES COMPONENTES, CONFORME EXEMPLO A SEGUIR:



$$Z = \lg i$$

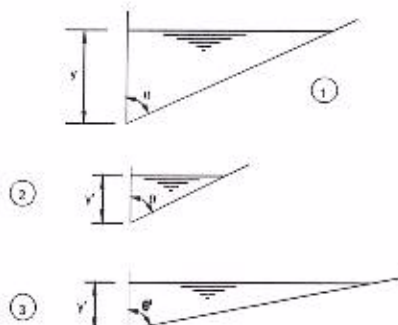
$$Z = \lg i'$$

$$W = Z(y + y')$$

$$y = y - \frac{W}{Z}$$

* A VAZÃO TOTAL Q DEVE SER CALCULADA POR:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$



EXEMPLO:

$$\left. \begin{array}{l} y = 8\text{cm} \\ W = 60\text{cm} \\ \lg i = 24 \\ \lg i' = 50 \\ i = 0,05 \\ n = 0,020 \end{array} \right\} \begin{array}{l} y = 5,9\text{cm} \\ Q_1 = 118 \text{ l/s} \\ Q_2 = 44 \text{ l/s} \\ Q_3 = 90 \text{ l/s} \\ Q = 252 \text{ l/s} \end{array}$$

Instruções para a utilização da Figura 6.1



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

Para simplificar os cálculos, podem ser elaborados gráficos para condições específicas de ruas. O coeficiente de rugosidade deve ser obtido nas diretrizes DP-H13 – Coeficiente de Rugosidade da SVP/PMSP.

c) Descarga admissível na sarjeta

A descarga admissível, na sarjeta, deve ser calculada multiplicando-se a capacidade teórica pelo fator de redução correspondente, obtido da Figura 6.2. Esse fator de redução tem por objetivo levar em conta a menor capacidade efetiva de descarga das sarjetas de pequena declividade, devido às maiores possibilidades de sua obstrução por material sedimentável, como também ter em conta os riscos para os pedestres, no caso de sarjetas com grande inclinação, em virtude das velocidades de escoamento elevadas.

Exemplo: capacidade de escoamento da sarjeta

Dados:

- Guia vertical de 15 cm;
- Sarjeta de 60 cm de largura por 5 cm de profundidade;
- Declividade transversal do pavimento de 2%;
- Largura da rua de 11 m, de guia a guia;
- Distância da guia mais alta à crista: 1/4 da largura da rua, e desnível transversal de 11,0 cm;



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

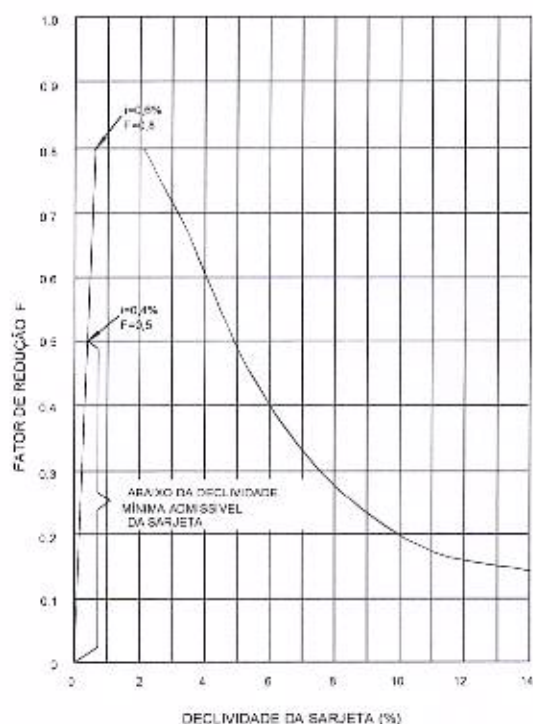
SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- Rua principal;
- Greide da rua = 3,5%.

Determinar a capacidade admissível para cada sarjeta:

- Determinar a inundação admissível do pavimento.



APLICAR O FATOR DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE TEÓRICA DE ACORDO COM A DECLIVIDADE, PARA OBTER A CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA SARJETA

Figura 6.2

Fator de redução da capacidade de escoamento da sarjeta



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

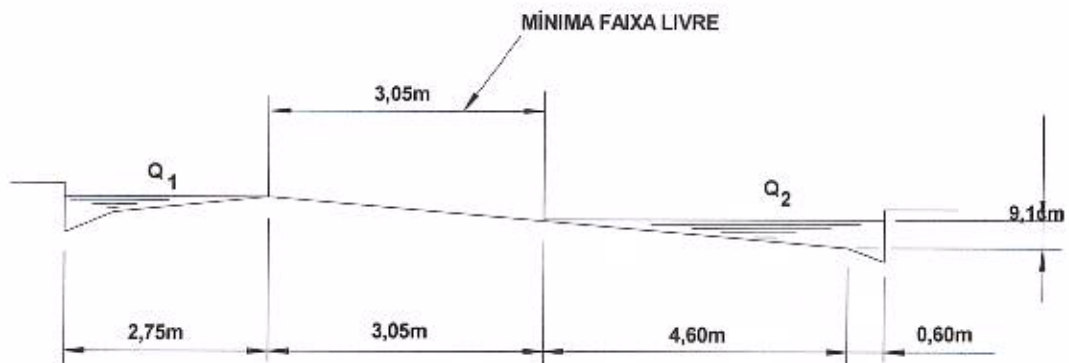
SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas		30/06/99

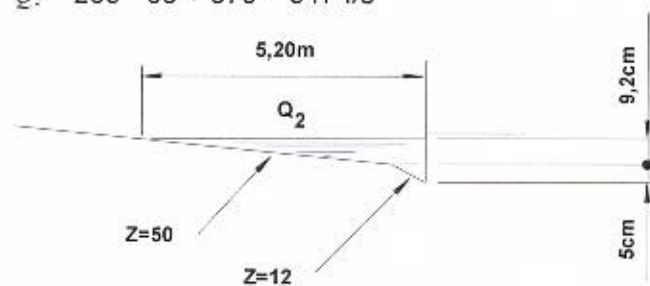
Da Tabela 6.1, verifica-se que uma faixa precisa permanecer livre.



- Calcular a capacidade teórica para cada sarjeta.

Usando-o-se o nomograma, Figura 6.1

$$Q_2 = 265 - 88 + 370 = 547 \text{ l/s}$$





PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

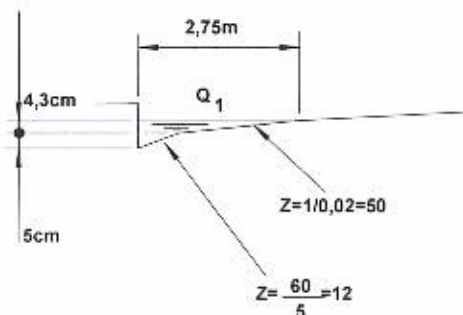
SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

$$Q_1 = 90 - 11 + 48 = 127 \text{ l/s}$$



c) Calcular as capacidades admissíveis das sarjetas.

Da Figura 6.2, para 3,5% de declividade, o fator de redução é 0,65.

$$Q_1 = (127 \text{ l/s}) \times 0,65 = 83 \text{ l/s.}$$

$$Q_2 = (547 \text{ l/s}) \times 0,65 = 356 \text{ l/s.}$$

6.2 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA RUA PARA A CHUVA MÁXIMA DE PROJETO (VERIFICAÇÃO)

A determinação da vazão admissível, para a chuva máxima de projeto, deve ser baseada em duas considerações:

- Capacidade teórica baseada na profundidade admissível e área inundada;
- Descarga admissível reduzida devido às considerações de velocidade.

• Profundidade admissível e área inundada

A profundidade admissível e a área inundada, para a chuva máxima de projeto, devem ser limitadas às condições da Tabela 6.2.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H10	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Cálculo da capacidade teórica**

Com base na profundidade admissível e área inundada, conforme indicações da Tabela 6.2, será calculada a capacidade de escoamento teórica da rua. A fórmula de Manning deve ser utilizada com o valor de n correspondente às condições de rugosidade existentes.

- **Descarga admissível para a chuva máxima de projeto**

A descarga admissível na rua deverá ser calculada, multiplicando-se a capacidade teórica pelo fator de redução correspondente, obtido da Figura 6.2.

Tabela 6.2

**Inundação máxima admissível para as condições de chuva máxima de projeto
(verificação)**

CLASSIFICAÇÃO DA RUA	PROFUNDIDADE ADMISSÍVEL E ÁREAS INUNDÁVEIS
Via sanitária, secundária e principal	Construções residenciais, edifícios públicos, comerciais e industriais não devem ser atingidos, a menos que sejam à prova de inundação. A profundidade de água na sarjeta não deve exceder 45 cm.
Avenida e via expressa	Construções residenciais, edifícios públicos, comerciais e industriais não devem ser atingidos, a menos que sejam à prova de inundação. A profundidade da água na crista da rua não deve exceder 15 cm, para permitir a operação de veículos de socorro de emergência. A profundidade da água na sarjeta não deve exceder 45 cm.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

6.3 ACÚMULO DE ÁGUA

O termo acúmulo de água refere-se a áreas onde as águas são retidas temporariamente, em pontos de cruzamento de ruas, pontos baixos, interseções com canais de drenagem, etc.

- **Chuva inicial**

As limitações de inundação do pavimento por acúmulo de água, para a chuva inicial, devem ser as apresentadas na Tabela 6.1. Essas limitações devem determinar a profundidade admissível em bocas-de-lobo, em convergência de sarjetas, em entrada de bueiros, etc.

- **Chuva máxima de projeto**

As limitações de profundidade e área inundada, para a chuva máxima de projeto, são as mesmas apresentadas na Tabela 6.2. Essas limitações permitem determinar a profundidade admissível em bocas-de-lobo, em convergência de sarjetas, em entrada de bueiros, etc.

6.4 ESCOAMENTO TRANSVERSAL À RUA

Podem ocorrer duas condições de escoamento transversal à rua. A primeira corresponde à descarga de uma sarjeta, que ultrapassa a rua para atingir a sarjeta oposta ou uma boca-de-lobo. A segunda corresponde ao caso de um bueiro sob a rua, cuja capacidade é excedida em virtude de uma contribuição não prevista.

- **Profundidade**

A profundidade de escoamento transversal à rua deve ser limitada de acordo com as indicações da Tabela 6.3.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Capacidade teórica**

A capacidade teórica de escoamento transversal à rua deve ser calculada com base nas limitações da Tabela 6.3, e em outras limitações aplicáveis, tal como a profundidade em pontos de acúmulo de água. Nenhuma regra de cálculo pode ser estabelecida, porque a natureza do escoamento é muito variável de um caso para outro.

Tabela 6.3

Escoamento transversal admissível nas ruas

CLASSIFICAÇÃO DA RUA	DESCARGA INICIAL DE PROJETO	DESCARGA MÁXIMA DE PROJETO
VIELA SANITÁRIA	15 CM DE PROFUNDIDADE	45 CM DE PROFUNDIDADE
SECUNDÁRIA	15 CM DE PROFUNDIDADE NA CRISTA OU NA SARJETA	45 CM DE PROFUNDIDADE NA SARJETA
PRINCIPAL	ONDE FOREM ADMISSÍVEIS SARJETÕES, A PROFUNDIDADE DO ESCOAMENTO NÃO DEVERÁ EXCEDER 15 CM	45 CM DE PROFUNDIDADE NA SARJETA
AVENIDA	NENHUM	15 CM OU MENOS, ACIMA DA CRISTA
VIA EXPRESSA	NENHUM	15 CM OU MENOS, ACIMA DA CRISTA

- **Quantidade admissível**

Uma vez calculada a capacidade teórica de escoamento transversal à rua, a quantidade admissível deve ser obtida, multiplicando-se a capacidade teórica pelo fator de redução correspondente, fornecido na Figura 6.2. Deverá ser utilizada nos cálculos a inclinação da linha de água, ao invés da inclinação do fundo do sarjetão.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

6.5 CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS RELATIVAS A PEDESTRES

Onde ocorre a concentração de pedestres, as limitações de profundidade e áreas de inundação podem exigir algumas modificações. Por exemplo, ruas adjacentes a escolas, embora possam ser secundárias, do ponto de vista de tráfego de veículos, sob o ponto de vista de conforto e segurança de pedestres devem ser projetadas de acordo com os requisitos para avenidas. O projeto de ruas considerando pedestres é tão ou mais importante quanto o projeto que supõe o tráfego de veículos.

6.6 CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS COMERCIAIS

Em ruas onde existem edificações comerciais concentradas junto ao alinhamento das construções, o reduzido espaço livre entre os edifícios e a corrente de tráfego deverão ser considerados no projeto. As águas espirradas pelos veículos que atingem as enxurradas poderá danificar a frente das lojas e tornar impossível o movimento de pedestres nas calçadas. Poças de água e enxurradas que excedam a 60 cm de largura deverão ser evitadas, pois são difíceis de serem atravessadas pelos pedestres.

Em áreas comerciais de grande movimento, é muitas vezes conveniente dispor de sistema de galerias de águas pluviais, muito embora os critérios usuais de projeto possam não indicar a sua necessidade. Bocas-de-lobo adicionais poderão ser colocadas em posições adequadas, de modo que o escoamento superficial não atinja os cruzamentos principais.

6.7 CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS INDUSTRIAIS

Em virtude da necessidade de grandes áreas de terras planas e baratas, as indústrias estão freqüentemente localizadas em áreas sujeitas à inundação. Por outro lado, de acordo com a Tabela 6.2, áreas industriais, desprotegidas contra inundações, não deveriam ser atingidas, nem



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

para as condições de chuva máxima prevista em projeto, merecendo portanto considerações especiais no projeto, seja por alteamento do terreno, seja por ampliação da capacidade de drenagem.

7. CRITÉRIOS DE DRENAGEM PARA PROJETO DE CRUZAMENTOS EM RUAS URBANAS

Os critérios de projeto seguintes são aplicáveis estritamente aos cruzamentos de ruas urbanas.

7.1 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS SARJETAS PARA A CHUVA INICIAL DE PROJETO

7.1.1 Inundação do pavimento

As limitações quanto à inundação do pavimento nos cruzamentos são as mesmas indicadas na Tabela 6.1.

7.1.2 Capacidade teórica

A capacidade teórica de escoamento de cada sarjeta que se aproxima de um cruzamento deve ser calculada com base na seção transversal mais crítica, como descrito no item 6.

- **Perfil contínuo através do cruzamento**

Quando a declividade da sarjeta for mantida no cruzamento, a declividade a ser usada para calcular a capacidade do sarjetão deve ser aquela correspondente à linha d'água no mesmo (ver Figura 7.1.).



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Mudança de direção do escoamento no cruzamento**

Quando é necessário efetuar mudança de direção do escoamento com ângulo superior a 45° num cruzamento, a declividade a ser usada para calcular a capacidade de escoamento deve ser a declividade efetiva da sarjeta, conforme definido na Figura 7.1.

- **Interceptação do escoamento por boca-de-lobo**

Quando o escoamento da sarjeta for interceptado por uma boca-de-lobo em greide contínuo no cruzamento, deverá ser utilizada nos cálculos a declividade efetiva da sarjeta, conforme definido na Figura 7.1.

7.1.3 Capacidade admissível de escoamento

A capacidade admissível de escoamento, para as sarjetas que se aproximam de um cruzamento, deve ser calculada aplicando-se um fator de redução à capacidade teórica, tendo em conta as seguintes restrições:

- **Escoamento aproximando-se de uma avenida**

Nos trechos em que o escoamento se aproxima de uma avenida, a capacidade de escoamento admissível deve ser calculada aplicando-se o fator de redução da Figura 7.2. O perfil a ser considerado para a obtenção do fator de redução deve ser o mesmo que o adotado para o cálculo da capacidade teórica.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H10

Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas

30/06/99

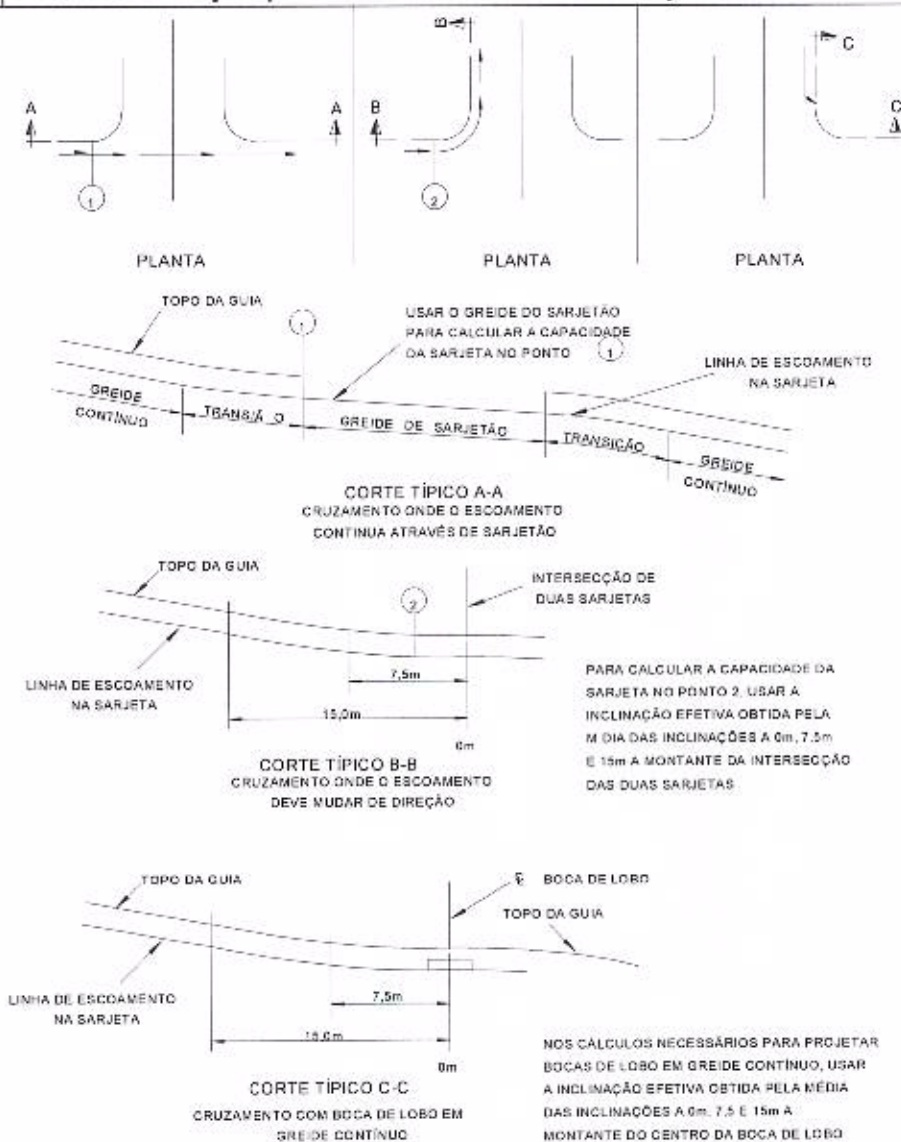


Figura 7.1

Considerações sobre o projeto de drenagem nos cruzamentos



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H10	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

- **Escoamento aproximando de ruas secundárias ou principais**

Quando o escoamento se dirige para um cruzamento com rua, seja ela secundária ou principal, a capacidade de escoamento deve ser calculada aplicando-se o fator de redução da Figura 6.2. A declividade a ser considerada para se determinar o fator de redução deve ser a mesma adotada para o cálculo da capacidade teórica.

7.2 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA PARA AS CONDIÇÕES DE CHUVA MÁXIMA DE PROJETO

- **Profundidade admissível e área inundável**

A profundidade admissível e a área inundável, para as condições de chuva máxima de projeto, devem ser limitadas de acordo com as indicações da Tabela 6.2.

- **Capacidade teórica de escoamento**

A capacidade teórica de escoamento de cada sarjeta que se aproxima de um cruzamento deve ser calculada com base na seção transversal mais crítica, como descrito no item 7.1. O perfil a ser utilizado para cálculo deverá atender às condições descritas na Figura 7.1.

- **Capacidade admissível**

As capacidades admissíveis de escoamento das sarjetas devem ser calculadas aplicando-se o fator de redução da Figura 6.2. A declividade a ser utilizada, para determinar o fator de redução, deve ser a mesma que a adotada para o cálculo da capacidade teórica.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

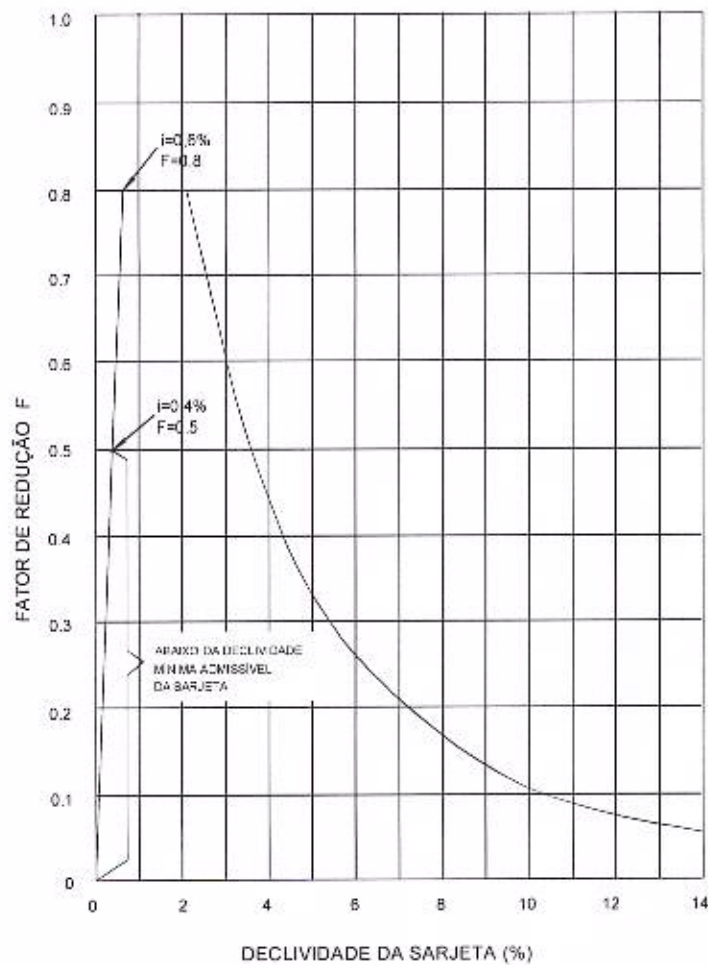
SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H10 Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas

30/06/99



APLICAR O FATOR DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE TEÓRICA DE ACORDO COM A DECLIVIDADE, PARA OBTER A CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA SARJETA NA APROXIMAÇÃO DE UMA AVENIDA

Figura 7.2

Fator de redução da capacidade de escoamento da sarjeta, quando esta se aproxima de uma avenida



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

7.3 ACÚMULO DE ÁGUA

- **Chuva inicial de projeto**

A inundação admissível do pavimento, para a chuva inicial de projeto, deverá atender às condições apresentadas na Tabela 6.1.

- **Chuva máxima de projeto**

A profundidade admissível e a área inundável, para as condições de chuva máxima de projeto, deverão obedecer aos critérios apresentados na Tabela 6.2.

7.4 ESCOAMENTO TRANSVERSAL   RUA

- **Profundidade**

A profundidade do escoamento transversal à rua nos cruzamentos deve ser limitada segundo as indicações da Tabela 6.3.

- **Capacidade teórica**

A capacidade teórica deve ser calculada no ponto crítico do escoamento transversal à rua.

- **Sarjetões**

Onde o escoamento transversal se verifica em uma rua secundária ou principal, através de um sarjetão, a área da seção utilizada para c culos será aquela correspondente à linha central da rua, e a declividade deverá corresponder à do sarjetão naquele ponto.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H10	Diretrizes de Projeto para Escoamento nas Ruas e Sarjetas	30/06/99

7.5 CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS PARA ÁREAS COMERCIAIS

Em áreas comerciais muito desenvolvidas onde é provável grande movimento de pedestres, devem ser utilizadas sarjetas que possam ser ultrapassadas com um passo da ordem de 60 cm nos cruzamentos. Nenhum escoamento deverá circundar as esquinas, sendo, portanto, necessárias bocas-de-lobo na maioria dos casos.

Do ponto de vista de tráfego de veículos, os cruzamentos devem satisfazer as mesmas exigências que as ruas principais ou mesmo avenidas, de modo a ser prevista, para as condições de chuva inicial de projeto, uma faixa para os veículos e sarjetas ultrapassáveis pelos pedestres.