



**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
<b>DP-H16</b>	<b>Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem</b>	<b>30/06/99</b>

**DP-H16**

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA  
MACRODRENAGEM**



# 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

## ÍNDICE

PÁG.

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>355</b>
<b>2.</b>	<b>ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA DE MACRODRENAGEM .....</b>	<b>355</b>
2.1	CANAIS ABERTOS .....	355
2.2	GALERIAS DE GRANDES DIMENSÕES .....	360
2.3	DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO .....	362
<b>3.</b>	<b>DADOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>366</b>
<b>4.</b>	<b>TIPOS DE PROJETO .....</b>	<b>367</b>
4.1	PROJETO DE REDE DE MACRODRENAGEM .....	367
4.2	PROJETO DE CANALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA NATURAL .....	368
4.3	PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE REDE DE DRENAGEM .....	369
<b>5.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>372</b>
5.1	ESTUDO DE VIABILIDADE .....	372
5.2	PROJETO BÁSICO .....	373
5.3	PROJETO EXECUTIVO .....	374
<b>6.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES DE PROJETO .....</b>	<b>375</b>



# 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macro drenagem	30/06/99

## 1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo estabelecer critérios para a elaboração de projetos de macro drenagem para a Prefeitura de São Paulo, definindo os tipos de projeto que se enquadram nessa categoria e os dados e parâmetros a adotar.

O projeto de macro drenagem de uma região destina-se à condução das águas pluviais oriundas da rede de micro drenagem (sarjetas, captações e tubulações). Em uma zona urbana, a rede de macro drenagem substitui os cursos d'água naturais por estruturas hidráulicas compatíveis com a utilização que se pretende dar à área. Dessa forma, um córrego pode ser canalizado permitindo a construção de uma avenida de fundo de vale e uma várzea alagadiça pode ser utilizada para a construção de um reservatório regularizando as vazões a jusante.

## 2. ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA DE MACRO DRENAGEM

### 2.1 CANAIS ABERTOS

Dentro de uma concepção geral, das mais comuns em drenagem urbana, que trata do aumento da condutividade hidráulica, a adoção de canais abertos em projetos de drenagem urbana sempre é uma solução que deve ser cogitada como primeira possibilidade pelas seguintes principais razões:

- Possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto, mesmo com prejuízo da borda livre;
- Facilidade de manutenção e limpeza;
- Possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

- d) Possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível;
- e) Maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Os canais abertos apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de áreas de grande concentração urbana.

- Recomendações para Projeto

A escolha do tipo de seção transversal de um canal a ser projetado depende de fatores fundamentais, como o espaço disponível para implantação, as características do solo de apoio, níveis de água e da soleira a jusante, a declividade e condições de operação.

A configuração ideal para um canal de drenagem urbana é a seção trapezoidal simplesmente escavada com taludes gramados, pela sua simplicidade de execução e manutenção, assim como pelo menor custo de implantação.

O canal simplesmente escavado, por admitir normalmente velocidades máximas relativamente reduzidas, exige maior espaço para sua implantação, assim como declividades mais reduzidas.

Um dos principais méritos dos canais simplesmente escavados consiste no fato de permitir futuras remodelações para aumento de capacidade mediante revestimento, além de preservar faixas maiores para futuras intervenções que se façam necessárias.

Os canais simplesmente escavados constituem uma alternativa de canalização adequada para cursos d'água em áreas ainda em processo de urbanização, e para as quais sejam previsíveis incrementos futuros das vazões de pico de escoamento superficial.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

Quando, por outro lado, o espaço disponível para implantação do canal é limitado, o canal revestido poderá ser inevitável para garantir maiores velocidades de escoamento, e conseqüentemente, necessidade de menores seções transversais.

Na prática usual de projeto de canais urbanos em nosso meio técnico, é comum conceber canais visando apenas a veiculação de vazões de cheia, o que leva a sérios problemas de assoreamento e deposição de detritos para condições de operação com vazões de média intensidade, também conhecidas como vazões formativas ou modeladoras, que são as mais freqüentes. Esses canais, sejam eles trapezoidais ou retangulares, normalmente têm fundos largos e incompatíveis com as vazões modeladoras. É comum ocorrer, em canais nessas condições, a formação de pequenos leitos meandrados, seja em meio aos sedimentos depositados, seja no próprio fundo de canais em terra.

Para evitar tais problemas, ou pelo menos reduzi-los, a solução recomendável é adotar seções compostas, dimensionadas no seu conjunto, para veicular as vazões máximas previstas e que permitam conduzir as vazões modeladoras em subleitos menores em condições adequadas de velocidade.

Nos casos de canais trapezoidais simplesmente escavados, é possível prever um leito menor, trapezoidal ou retangular, em concreto; nos casos de canais revestidos, sejam eles de seção trapezoidal ou retangular, é possível um fundo com configuração triangular, mediante simples rebaixo do fundo ao longo do eixo.

Nas figuras 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 são mostradas sugestões de seções transversais compostas.

É conveniente que tais seções sejam dimensionadas de forma a serem autolimpantes.



# PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

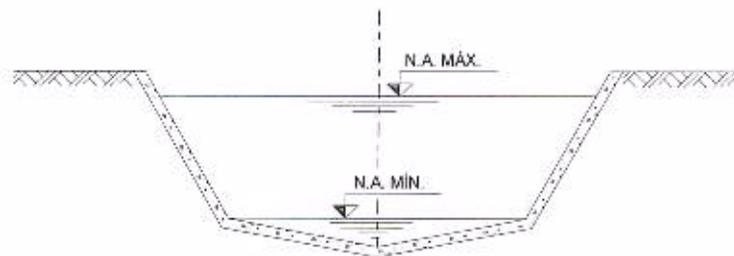
SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

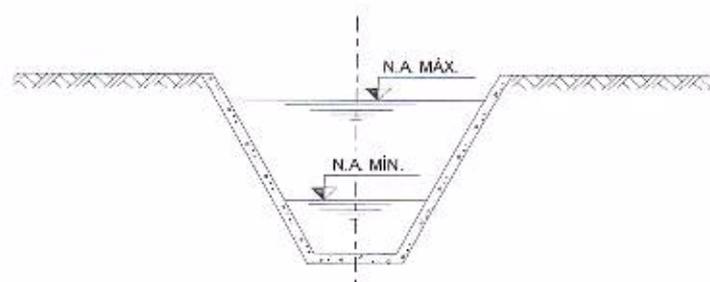
DATA

DP-H16 Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem

30/06/99



**Figura 2.1**  
Canal em concreto - seção trapezoidal mista



**Figura 2.2**  
Canal em concreto - seção trapezoidal com base reduzida



# PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

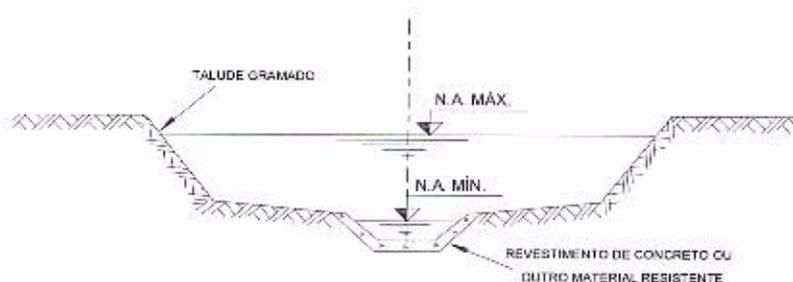
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

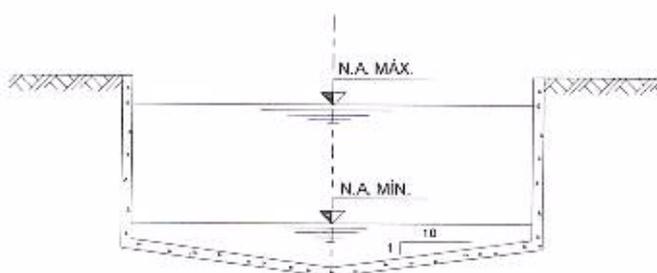
EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO: DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99



**Figura 2.3**  
Canal escavado - seção mista



**Figura 2.4**  
Canal em concreto - seção retangular mista



# 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

## 2.2 GALERIAS DE GRANDES DIMENSÕES

Em projetos de drenagem urbana, galerias de grandes dimensões ( $>\varnothing 1,5$  m) são utilizadas em áreas densamente urbanizadas em virtude principalmente da limitação de espaço e das restrições impostas pelo sistema viário.

### a) Aplicação

Ao projetar uma galeria de grandes dimensões, é muito importante ter presentes as limitações desse tipo de conduto, que em linhas gerais, são as seguintes:

- As galerias têm capacidade de escoamento limitada ao seu raio hidráulico relativo à seção plena, que é inferior à sua capacidade máxima em regime livre. Em outras palavras, as galerias, ao passarem a operar em carga, sofrem uma redução de capacidade, que, muitas vezes, pode estar aquém das necessidades do projeto;
- Por serem fechadas, as galerias sempre apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo relativamente grande a probabilidade de ocorrência de problemas de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda de eficiência hidráulica;
- Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Apesar desse tipo de configuração de seção transversal apresentar vantagens sob o ponto de vista estrutural, em termos de desempenho hidráulico e de manutenção, são bastante problemáticas. O principal inconveniente de natureza hidráulica consiste no fato de ser necessária a introdução de "janelas" ao longo das paredes internas para que haja uma equalização de vazões entre as células. Essas



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

janelas, além de introduzir perdas localizadas não desprezíveis, constituem pontos de acúmulos de lixo e detritos que, além de reduzirem a seção livre para escoamento, causam perturbações no fluxo d'água que resultam em perda de energia, contribuindo para aumentar o coeficiente global de rugosidade, fato normalmente não considerado no projeto. Além disso, as galerias de células múltiplas existentes mostram, invariavelmente, a tendência de o escoamento das vazões menores se concentrarem em apenas uma célula, com assoreamento mais acentuado nas demais, resultando em perda de eficiência na veiculação de vazões próximas à de projeto, em virtude da redução da seção útil.

### b) Recomendações para projeto

Pelas razões apontadas, sempre que possível, é conveniente adotar galerias de célula única, o que permite, inclusive, prever o fundo em forma de triângulo, possibilitando a concentração das vazões menores em sua parte central, favorecendo o carreamento natural do material sedimentável.

Nos casos em que não seja possível evitar a utilização de galerias de células múltiplas, julga-se razoável propor as recomendações a seguir com o propósito de melhorar a eficiência das mesmas, ou de pelo menos minimizar seus inconvenientes:

- Se possível, introduzir trechos em canal aberto que atuam como elementos de homogeneização do fluxo d'água, situando-os principalmente nos locais de entrada das principais contribuições laterais, de modo a evitar a necessidade de janelas nas paredes internas dos tramos de galeria. Além da sua função hidráulica, os trechos em canal aberto, conforme proposto, constituiriam pontos de acesso para manutenção e limpeza em condições mais razoáveis de acesso do que no caso de galeria fechada;



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

- Nos casos em que as galerias de células múltiplas não possam ser evitadas, é preferível optar por galeria de apenas duas células. Se for necessária a utilização de janelas de equalização, estas devem ser dimensionadas considerando as diferenças das afluências em cada célula, por trecho de galeria, que deverão transpassar de lado. Para simplificação na execução, esse dimensionamento deve ser encarado basicamente como uma verificação das dimensões e espaçamento entre janelas, de modo que a transferência de vazões de uma célula para outra seja assegurada. Julga-se também recomendável, no sentido de reduzir o problema de retenção de detritos nas janelas, que o bordo vertente das mesmas esteja situado de 1/2 a 2/3 da altura livre da galeria;
- Nos pontos em que é mais provável o acúmulo de detritos, como nas confluências, bifurcações, janelas de equalização e curvas mais acentuadas, devem ser projetadas caixas que permitam o acesso a equipamentos de limpeza e remoção de detritos;
- Conforme já destacado, as galerias celulares, em virtude da necessidade de janelas nas suas paredes internas, possuem coeficiente de rugosidade global maior do que as galerias de células simples.

### 2.3 DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO

A utilização de dispositivos de armazenamento em projetos de drenagem urbana não é uma tradição no Brasil. A literatura técnica internacional mostra, contudo, que esse tipo de instalação vem sendo crescentemente utilizado praticamente em todos os países de primeiro mundo há mais de vinte anos.

Cabe destacar que, na fase inicial de desenvolvimento das obras de drenagem urbana, o princípio fundamental que norteava os projetos era o de garantir o rápido escoamento das águas. Com o crescimento das áreas urbanas, especialmente nas atuais metrópoles, os picos



## 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
<b>DP-H16</b>	<b>Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem</b>	<b>30/06/99</b>

de cheias dos cursos d'água principais passaram a alcançar níveis extremamente elevados em relação às condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação. Isso permitiu constatar que a filosofia de projeto de obras de drenagem deveria ser radicalmente alterada, no sentido de propiciar maiores tempos de permanência das águas precipitadas sobre uma dada bacia, com o propósito de reduzir as vazões de pico excessivamente elevadas nos pontos mais a jusante da mesma.

A partir de então, os dispositivos de retenção passaram a ter uma especial importância nos projetos de drenagem urbana.

Além do que já foi dito, acrescentam-se os benefícios de caráter ambiental e estabilidade morfológica dos cursos d'água receptores que, com isto, não têm a mesma amplitude de variação de vazões escoadas, em comparação com os projetos em que se contemplam apenas as soluções de canalização.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheia em pontos a jusante.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante.

Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ao local de origem do escoamento superficial, de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Esse tipo de dispositivo possui grande flexibilidade em termos de escolha de local de implantação, apresenta possibilidade de padronização da instalação, permite uma melhoria das



## 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
<b>DP-H16</b>	<b>Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem</b>	<b>30/06/99</b>

condições de drenagem a jusante, bem como do controle em tempo real das vazões. Permite, ainda, um incremento de capacidade de drenagem global do sistema. Por outro lado, dificulta o monitoramento e a manutenção destas pequenas unidades instaladas em grande número e em diferentes locais. Isto implica também em elevados custos de manutenção.

Os dispositivos de controle a jusante, por outro lado, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

Esta modalidade de controle permite reduzir o custo de implantação em relação ao caso de grande número de pequenas instalações de controle na fonte e apresenta maior facilidade de operação e manutenção com custos mais reduzidos. Por outro lado, apresenta maior dificuldade para encontrar locais adequados para sua implantação, com custos de desapropriação mais elevados, além de encontrar uma maior resistência na opinião pública quando se trata de reservatórios de armazenamento ou barramentos de maior porte.

É necessário destacar que não há uma distinção clara entre os dois tipos de dispositivos mencionados, existindo dispositivos que se enquadram em ambos os tipos.

Para melhor esclarecer a terminologia acima apresentada são descritos adiante, com mais pormenores, os diferentes tipos de dispositivos existentes. O Quadro 2.1 dá uma visão geral dos diferentes tipos de dispositivos de armazenamento ou retenção normalmente utilizados:



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

### Quadro 2.1

#### Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção

CLASSIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO OU RETENÇÃO		
CONTROLE NA FONTE	DISPOSIÇÃO LOCAL	1. LEITOS DE INFILTRAÇÃO 2. BACIAS DE PERCOLAÇÃO 3. PAVIMENTOS POROSOS
	CONTROLE DE ENTRADA	1. TELHADOS 2. ESTACIONAMENTO
	DETENÇÃO NA ORIGEM	1. VALAS 2. DEPRESSÕES SECAS 3. LAGOS ESCAVADOS 4. RESERVATÓRIOS DE CONCRETO 5. RESERVATÓRIO TUBULAR
CONTROLE A JUSANTE	DETENÇÃO EM LINHA	1. REDE DE GALERIAS 2. RESERVATÓRIO TUBULAR 3. RESERVATÓRIO DE CONCRETO 4. TÚNEL EM ROCHA 5. RESERVATÓRIO ABERTO
	DETENÇÃO LATERAL	1. RESERVATÓRIOS LATERAIS

De uma forma geral, os dispositivos de controle na fonte dependem de investimento da iniciativa privada, que só serão obtidos a partir de incentivos fiscais e legislação específica, cujos princípios podem ser estabelecidos em plano diretor de drenagem.

Para os projetos de macrodrenagem aqui tratados devem ser consideradas as medidas de controle a jusante e conforme DP-H09 – Obras de Detenção / Retenção de SVP/PMSP.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

Para os projetos estruturais de galerias e canais em concreto, consultar a DP-E04 – Diretrizes de Projeto de canais, galerias e reservatórios, da SVP/PMSP.

### 3. DADOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO

- a) Planta de situação e localização dentro da município, extraído do MOC – Mapa Oficial da Cidade;
- b) Plantas do levantamento aerofotogramétrico da bacia em estudo, escala 1:10.000 e 1:2.000;
- c) Planta contendo o levantamento planialtimétrico do local, em escala 1:500 (ou 1:1.000 nos estudos de viabilidade);
- d) Perfil do terreno contendo o nivelamento com estaqueamento de 20 em 20 metros coincidindo com o eixo da estrutura hidráulica que se está projetando. A cada estaca deverão ser indicadas as cotas do talvegue do curso d'água, de topo das suas margens e de fundo da galeria existente, conforme o caso. Recomenda-se apresentar o perfil em escala (Horizontal 1:500 e Vertical 1:50) e na mesma prancha que a planta correspondente;
- e) Cadastro das galerias existentes contendo o traçado e posição dos vários dispositivos de drenagem e das conexões e galerias com seus diâmetros. Os poços de visita deverão ter assinalada a cota da tampa e a profundidade das tubulações de entrada e saída. Deverá ser tomada a cota de fundo das galerias no ponto de despejo em córregos e canais;



# 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
<b>DP-H16</b>	<b>Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem</b>	<b>30/06/99</b>

- f) Cadastro especial das galerias existentes que permitam acesso a equipamentos topográficos necessários à realização desse tipo de levantamento, geralmente com altura interna superior a 1,50 m;
- g) Projetos anteriores referentes ao mesmo local e projetos, cuja rede de drenagem irá se conectar com o sistema de galerias que está sendo projetado;
- h) Cadastro das redes de concessionárias que interferem com o local em estudo;
- i) Devem ser obtidos dados relativos à urbanização da bacia nas situações atual e futura com base no tipo de ocupação das áreas (residencial, comercial, industrial ou institucional), porcentagem de ocupação dos lotes, ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia lei de zoneamento válida para o local e planos de urbanização;
- j) Indicações sobre os níveis de enchente do curso d'água que irá receber o lançamento final.

## 4. TIPOS DE PROJETO

### 4.1 PROJETO DE REDE DE MACRODRENAGEM

Aplica-se a extensas áreas e, geralmente, é realizado para planejamento urbano, podendo fazer parte do plano diretor de drenagem da região. Esse tipo de projeto tem nível de detalhamento de um Estudo de Viabilidade. Cada estrutura hidráulica, por sua vez, deverá ser detalhada através de Projetos Básico e Executivo específicos.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

O objetivo desse estudo é o de compatibilizar as vazões dos diversos cursos d'água da região, propondo estruturas hidráulicas tanto para escoamento quanto para reservação das águas pluviais, mais adequadas a cada local. Podem ainda ser propostas outras medidas para controle das cheias.

#### 4.2 PROJETO DE CANALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA NATURAL

É o tipo mais freqüente de projeto de macrodrenagem, trata de um curso d'água específico, propondo uma estrutura hidráulica adequada à ocupação que se pretende dar ao fundo de vale. Atualmente em áreas urbanas, o projeto de canalização propriamente dito faz parte de um projeto multidisciplinar, onde é estudado também o sistema viário, as obras de arte, a pavimentação e a urbanização do fundo de vale; dessa forma, o aproveitamento desse espaço pode ser feito de uma maneira mais racional para as suas diversas utilidades – drenagem, viário, equipamentos urbanos, sistemas de transportes, rede de concessionárias, etc.

Destaca-se, ainda, a importância do estudo de alternativas nos projetos de canalização, para que a solução proposta seja realmente considerada a mais adequada sob o aspecto técnico e financeiro.

No projeto básico, esse estudo deve apontar qual o tipo de estrutura hidráulica é a mais adequada (galeria, canal ou reservatório) e, ainda, o sistema construtivo. No caso de um canal, este pode ser adotado em gabião, grama ou concreto, pré-moldado ou moldado in loco, trapezoidal ou retangular e assim por diante.

No projeto executivo, deve ser feita uma revisão entre os sistemas construtivos, tipo de estrutura hidráulica já adotada, e estudado o método executivo mais indicado para o caso.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

### 4.3 PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE REDE DE DRENAGEM

Na região central do Município de São Paulo, de urbanização mais antiga, o sistema de drenagem apresenta uma série de problemas, surgindo a necessidade de recuperação dos casos mais críticos. Os principais problemas verificados nessas galerias antigas são:

- a) Galerias dimensionadas com critérios inadequados ou executadas sem projeto;
- b) Galerias em colapso estrutural devido à presença de águas agressivas, aumento da carga proveniente da alteração do uso da via sobre a mesma, obstrução por fundação de edifícios ou tubulações de concessionárias;
- c) Galerias executadas de maneira diferente que o projeto, quando não é seguida a sua declividade e até mesmo as dimensões são alteradas por problemas construtivos.

Para buscar uma solução para as enchentes causadas por esses problemas, é necessário iniciar o estudo por um diagnóstico da situação, baseado em uma coleta de dados, e especialmente no cadastro completo das galerias existentes. O estudo da capacidade das galerias pode ser bastante complexo quando são encontradas muitas singularidades e mudanças de seção e de declividade. O diagnóstico da situação deve apresentar não só as condições hidráulicas da rede de drenagem estudada, mas também, as suas condições estruturais e, ainda, apontar as irregularidades como obstrução, pontos de acúmulo de detritos e níveis de assoreamento.

A partir desse diagnóstico, deverão ser estudadas as soluções mais indicadas para cada caso. Considerando que as intervenções na região central são bastante onerosas e causam



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

grandes transtornos, deverão ser também consideradas as soluções parciais para o problema estudado.

Assim, a recuperação de uma galeria existente poderá em alguns casos representar uma melhoria significativa com custo mais reduzido, apesar de não ter a capacidade de escoamento para uma vazão correspondente ao período de retorno de projeto. As soluções que deverão ser estudadas são, entre outras:

### a) Recuperação da galeria existente

É composto de um conjunto de obras ao longo da mesma com o objetivo de restabelecer as condições originais da galeria, para que volte a utilizar sua capacidade máxima de escoamento. A recuperação pode abranger os serviços de:

- Remoção de dutos de concessionárias;
- Remoção de estacas ou outras obstruções;
- Recuperação ou reforço estrutural;
- Substituição completa de trechos mais danificados;
- Desassoreamento e remoção de detritos;
- Revestimento interno para diminuição de rugosidade e proteção contra águas agressivas.

Esse tipo de obra, em geral, apresenta um custo mais reduzido em relação a outras alternativas, mas pode não ser a solução definitiva para o problema estudado.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

### **b) Reforço parcial da galeria existente**

Aplica-se a galerias onde o diagnóstico da situação revelar uma deficiência mais acentuada em determinado trecho. Essa deficiência pode estar em um trecho com seção transversal reduzida ou em colapso estrutural sem possibilidade de recuperação. Nesses casos, o reforço parcial da galeria no trecho comprometido tem como objetivo utilizar a plena capacidade do sistema do restante da galeria a um custo mais reduzido.

### **c) Reforço completo da galeria existente**

Quando o diagnóstico apontar uma deficiência maior no sistema existente, a solução mais usual é a execução de uma nova galeria que complemente a existente, dando condições de escoamento para a vazão calculada para a chuva de projeto.

Essa nova galeria deverá ser projetada paralela à existente, mas, em alguns casos, será mais econômico adotar um traçado diferente, de modo a reduzir a sua extensão e evitar interferências.

Esse tipo de solução apresenta, em geral, custo elevado, pois a região onde são implantadas tem sua urbanização consolidada e a obra deve equacionar problemas de tráfego, remoção de interferências, demolição e reconstrução de sistema viário, desapropriação, etc.

### **d) Substituição da galeria existente**

É a alternativa adotada quando o sistema existente apresenta uma capacidade hidráulica muito baixa, que pode ser desprezada, ou tem um comprometimento estrutural muito grande, cuja recuperação se torna antieconômica. Ocorrem também casos em que não há espaço suficiente para acomodar a nova galeria sem a remoção da existente. Nesse caso, a nova



# 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

galeria será dimensionada para receber toda a vazão de projeto, sendo desativada a galeria existente. É a solução mais onerosa e deve ser adotada quando as demais se mostram inviáveis sob o aspecto técnico ou econômico.

Sempre que a galeria existente não for utilizada na solução proposta de drenagem, esta deverá ser preferencialmente removida ou, quando não for possível, tamponada com material granular fino para evitar o colapso da obra.

## 5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A elaboração do projeto de macrodrenagem compreende várias etapas, que não precisam ser necessariamente desenvolvidas na mesma seqüência apresentada a seguir, e ainda algumas atividades são repetidas ao longo dos trabalhos, como por exemplo, a vistoria ao local. As principais atividades a cumprir dentro do projeto de macrodrenagem são:

### 5.1 ESTUDO DE VIABILIDADE

- a) Coleta e análise dos dados relacionados no item 3;
- b) Na planta do levantamento aerofotogramétrico destacar em linhas gerais os cursos d'água e galerias principais da área em estudo e delimitar as respectivas bacias de contribuição;
- c) Vistoria ao local;
- d) Elaboração de planta de bacia com a definição dos pontos de acréscimo de vazão e subdivisão das bacias principais e cálculo das áreas;



# 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

- e) Cálculo da vazão contribuinte para cada trecho dos cursos d'água ou canalizações em estudo para o período de retorno de projeto;
- f) Pré-dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem adequadas ao local;
- g) Estudo das alternativas de soluções não convencionais e de estruturas de reservação para o local;
- h) Compatibilização das alternativas estudadas com os demais elementos que compõem o projeto: viário, obras-de-arte e com as interferências cadastradas;
- i) Estudo preliminar do método construtivo a adotar para cada uma dessas soluções;
- j) Elaboração dos respectivos orçamentos;
- k) Apresentação do estudo de alternativas para definição da solução ou soluções a serem detalhadas;
- l) Detalhamento da(s) alternativa(s) aprovada(s);
- m) Conclusão e apresentação do Estudo de Viabilidade.

## 5.2 PROJETO BÁSICO

- a) Revisão do estudo de viabilidade;
- b) Coleta de dados complementares;
- c) Levantamentos topográficos e cadastrais;



# 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
<b>DP-H16</b>	<b>Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem</b>	<b>30/06/99</b>

- d) Vistoria ao local;
- e) Estudo hidrológico, já levando em consideração o tipo de estrutura hidráulica adotado para o cálculo do tempo de concentração;
- f) Dimensionamento hidráulico completo, inclusive com estudo de remanso, regime de escoamento, estudo de linha d'água, singularidades, podendo ainda ser utilizada modelagem matemática ou física conforme o caso;
- g) Sondagens;
- h) Estudo de método executivo;
- i) Detalhamento da solução adotada;
- j) Orçamento e especificações técnicas;
- k) Conclusão e apresentação do Projeto Básico.

### 5.3 PROJETO EXECUTIVO

- a) Revisão do Projeto Básico;
- b) Coleta de dados e levantamentos topográficos complementares;
- c) Vistoria ao local;



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

- d) Estudo hidrológico e hidráulico, caso as características da estrutura hidráulica proposta no projeto básico sejam alteradas;
- e) Projeto de fundações, estrutural e dos demais elementos que compõem o estudo;
- f) Conclusão e apresentação do projeto executivo.

### 6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

Deverá ser evitado o escoamento próximo ao regime crítico para a vazão máxima de projeto ou para a vazão de dimensionamento, ou seja, o número de Froude deve situar-se abaixo de 0,8 ou acima de 1,2.

O tipo de escoamento mais adequado é o subcrítico, podendo em alguns casos ser também dimensionados canais para regime supercrítico nas seguintes condições:

- Não deverão ser aplicados à galerias fechadas
- Os canais deverão ser preferencialmente retilíneos e sem grandes irregularidades

As velocidades de escoamento para galerias e canais deverão obedecer ao preconizado na DP-H12 – Velocidades Limites da SVP/PMSP. Adicionalmente, a velocidade para a vazão de base deverá ser superior a 0,5 m/s. Caso não se disponha de dados para a obtenção da vazão de base poderá ser considerada como sendo de 10% da vazão de projeto. Para canais revestidos com grama ou em terra a velocidade máxima admissível deverá ser estabelecida de acordo com o tipo de solo, de modo a não causar erosão nas margens do canal projetado.

Para os degraus com altura superior a 1,50 m deverá ser prevista proteção de fundo em concreto especial ou pedra.



## 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-H16	Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem	30/06/99

O degrau da tampa da galeria deverá ser posicionado a jusante do degrau do fundo a uma distância maior que a altura da galeria.

O fundo dos canais e galerias não deverá ser horizontal segundo corte transversal. Deverá ter caimento para o centro com 0,5% de declividade mínima.

A linha d'água para a vazão de projeto dos afluentes deverá estar preferencialmente acima da linha d'água do curso principal. Caso isso não seja viável, deverá ser estudado o efeito do remanso nesses afluentes.