

# Orientações Básicas

P A R A D R E N A G E M U R B A N A

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e  
Desenvolvimento Sustentável

Fundação Estadual do Meio Ambiente

Diretoria de Licenciamento de Infra-Estrutura

Divisão de Saneamento

# Orientações Básicas

---

P A R A D R E N A G E M U R B A N A

Luiza Helena Pinto  
Sérgio Avelino Pinheiro

Belo Horizonte, 2006

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

**Publicação da Fundação Estadual do Meio Ambiente/Projeto Estruturador Revitalização e Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

**Governador do Estado de Minas Gerais**

Aécio Neves da Cunha

**Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

José Carlos Carvalho

**Presidente da FEAM**

Ilmar Bastos Santos

**Chefe de Gabinete**

Vera Sant'Ana Schaper

**Diretor de Licenciamento de Infra-Estrutura**

José Flávio Mayrink Pereira

**Gerente da Divisão de Saneamento**

Denise Marília Bruschi

**Equipe Técnica**

Luiza Helena Pinto - Eng<sup>a</sup> civil

Sérgio Avelino Pinheiro - Eng<sup>o</sup> civil

**Ilustração**

Valf

**Ficha Catalográfica**

---

F981o	Fundação Estadual do Meio Ambiente . Orientações básicas para drenagem urbana / Fundação Estadual do Meio Ambiente . -- Belo Horizonte: FEAM, 2006. 32p.; il.
1. Drenagem	II. Título

CDU: 626.86

---

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM  
Avenida Prudente de Moraes, 1671 - Santa Lúcia - 30.380-000 - Belo Horizonte - MG  
Tel.: (0xx31) 3298.6200 - feam@feam.br / www.feam.br

# SUMÁRIO

1. Objetivo.....	07
2. Introdução.....	08
3. Histórico.....	10
4. Ciclo hidrológico.....	11
5. Caracterização da bacia.....	13
5.1 Sub-bacia não urbanizada.....	15
5.2 Sub-bacia parcialmente urbanizada.....	17
5.3 Sub-bacia urbanizada.....	19
6. Aproveitamento de espaços para amortecimento de cheias.....	21
7. Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU.....	25
8. Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas.....	26
9. Canalizações x Leitos naturais.....	27
10. Legislação.....	28
11. Glossário.....	29
12. Referências bibliográficas.....	30

## 1. OBJETIVO

Esta publicação tem por objetivo informar e conscientizar os executivos municipais e a sociedade para o problema das enchentes, dirigindo-lhes o olhar para uma nova visão do sistema de drenagem urbana sob a perspectiva de bacia hidrográfica.

As bacias hidrográficas são unidades ambientais nas quais se podem observar as relações existentes entre os diversos recursos - principalmente os hídricos - e os demais elementos que compõem uma determinada área da superfície terrestre.

A bacia hidrográfica pode ser entendida como um conjunto de terras drenadas por um curso d'água ou por um sistema interligado de cursos d'água, descarregados através de uma única saída.

## 2. INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. Inclui ainda a hidrografia e os talwegues. É constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável. O sistema pode ser dividido em:

MICRODRENAGEM	MACRODRENAGEM
São estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos.	São dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana.
É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios.	É constituída pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais.

Os sistemas de drenagem urbana são sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais aos cursos d'água.

A enchente é um fenômeno natural do regime do rio, e todo rio tem sua área de inundação. As inundações passam a ser um problema para o homem quando ele deixa de respeitar os limites naturais dos rios, ocupando suas áreas marginais.

As inundações urbanas podem ser:

- **em áreas ribeirinhas:** os rios possuem dois leitos - o leito menor em que a água escoar na maioria do tempo e o leito maior. Este último costuma ser inundado pelo menos uma vez a cada dois anos;

- **devido à urbanização:** o aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infra-estrutura viária resulta em maiores áreas impermeáveis e, como conseqüência, o incremento das velocidades de escoamento superficial e a redução de recarga do lençol freático.

A recarga do aquífero se processa através das águas de chuva ou pelas águas de um rio, quando este percorre um leito poroso. O aquífero subterrâneo é o responsável pelo abastecimento de toda nascente d'água e a impermeabilização do solo poderá eliminá-las e, conseqüentemente, os rios desaparecerão. Em áreas urbanas é comum a inundação localizada devido ao estrangulamento do curso d'água por pilares de pontes, adutoras, aterros e rodovias que reduzem a seção de escoamento do rio.

Um dos efeitos causados pela urbanização são as enchentes, - lentas ou rápidas, que se avolumam no decorrer dos dias - podendo causar prejuízos materiais e provocar mortes.

A principal causa das enchentes deve-se à ocupação desordenada do solo, não só no território municipal como também a montante em toda a área da bacia de contribuição, e ao sistema de drenagem urbana que transfere os escoamentos para jusante, sem qualquer preocupação com a retenção de volumes escoados. Um sistema de drenagem eficiente é o que drena os escoamentos sem produzir impactos nem no local nem a jusante.

A estratégia utilizada para os problemas de drenagem urbana esteve, durante anos, voltada para a retificação dos rios, córregos e o revestimento de suas calhas, com graves conseqüências ambientais, destacando-se: aumento das velocidades de escoamento e, conseqüentemente, a transferência de inundação para jusante; eliminação de ecossistemas aquáticos; processos erosivos nas margens dos cursos d'água e elevados custos para o município, sem, necessariamente, obter resultados efetivos.

Atualmente, o sistema de drenagem urbana aponta para a preservação dos cursos d'água, sua despoluição e a manutenção das várzeas de inundação, de forma que não sejam necessárias obras estruturantes, reduzindo-se custos de implantação e problemas provocados pelas mesmas, tirando proveito de seu potencial urbanístico como áreas verdes e parques lineares.

### 3. HISTÓRICO

Historicamente, a hidrologia urbana pode ser dividida em três fases distintas: HIGIENISMO, PERÍODO DA RACIONALIZAÇÃO e PERÍODO CIENTÍFICO.

Na fase do Higienismo, a grande preocupação era eliminar rapidamente os focos de água parada ou empoeçada que representavam grave ameaça à saúde pública. A cidade de Belo Horizonte é um exemplo de drenagem concebida sob inspiração higienista.

No período Racionalista, o avanço nos cálculos hidrológicos - especialmente com a criação do método Racional de 1889 para dimensionamento de obras hidráulicas - levou os administradores a construírem canais urbanos retificados e revestidos com seções gradativamente maiores a fim de promoverem a rápida evacuação das águas pluviais.

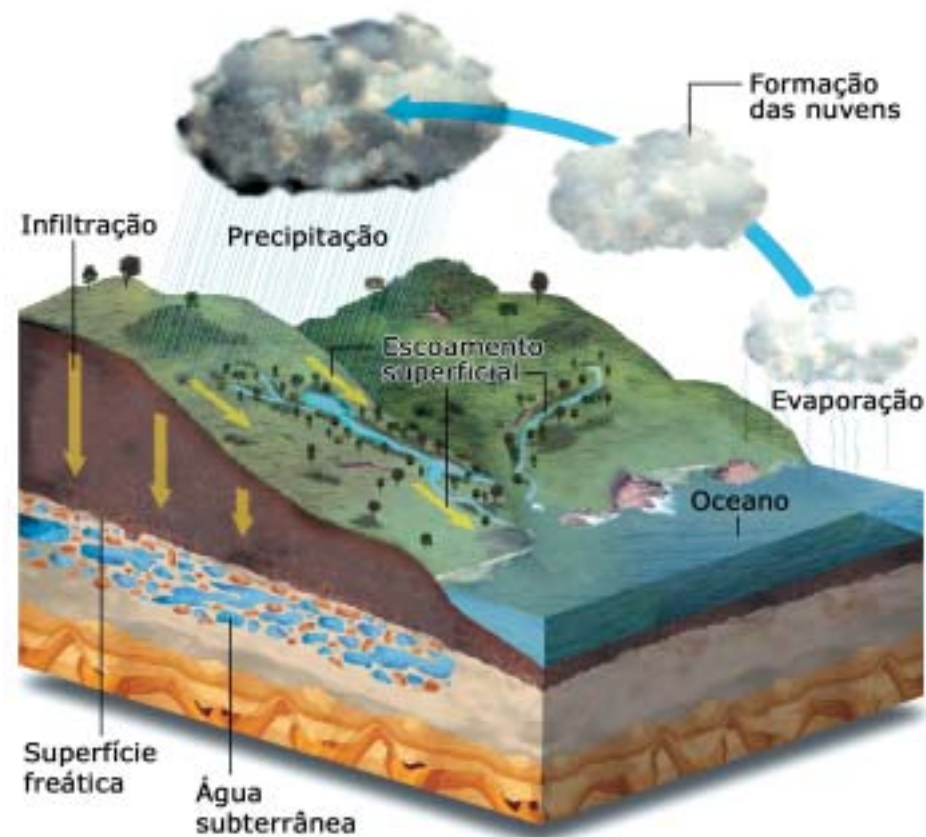
A partir do século 20, o conceito de canalizar foi melhorado com o advento da utilização dos métodos computacionais e do avanço técnico e científico, propiciando a separação das águas de chuva do esgoto sanitário.

Com uma nova visão ambiental, busca-se incorporar os cursos d'água à paisagem urbana, despoluindo-os e preservando suas margens de forma que a valorização dos corpos hídricos passa a ser o paradigma dessa nova concepção. Somente medidas em harmonia com a natureza levarão ao sucesso. No lugar de direcionar e acelerar as águas das enchentes rio abaixo, deve-se restabelecer o quanto possível a retenção natural, conservando as áreas de inundação ainda existentes. É preciso quebrar preconceitos e vencer as pressões de visões ultrapassadas e interesseiras.

### 4. CICLO HIDROLÓGICO

As águas na natureza circulam e se transformam no interior das três unidades componentes do nosso planeta: a atmosfera, o solo e a hidrosfera - rios, lagos e mares.

Para estudarmos o ciclo hidrológico, podemos partir do momento em que a água se evapora dos oceanos e da superfície da terra e passa a integrar a atmosfera na forma de vapor d'água. Em determinadas condições surgem gotículas que, pela ação da gravidade, formam a precipitação pluviométrica, ou seja, a chuva.



Desse ponto em diante, a água pode seguir basicamente por dois caminhos: parte infiltra através dos vazios do solo, abastecendo os reservatórios subterrâneos - lençol freático e aquíferos - e outra parte forma o escoamento superficial. Saliente-se que, quanto maior for a retenção e a infiltração das águas de chuva, menor será o escoamento superficial e, conseqüentemente, menor a chance de ocorrer inundações.

As águas armazenadas nos reservatórios subterrâneos fluem lentamente na chamada descarga base para os corpos d'água e, por meio da evaporação, fecha-se o ciclo hidrológico.

## 5. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

A bacia hidrográfica pode ser entendida como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A noção de bacia hidrográfica inclui naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc. Em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede hídrica. O conceito de bacia hidrográfica inclui, também, noção de dinamismo, devido às modificações que ocorrem nas linhas divisórias de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia.

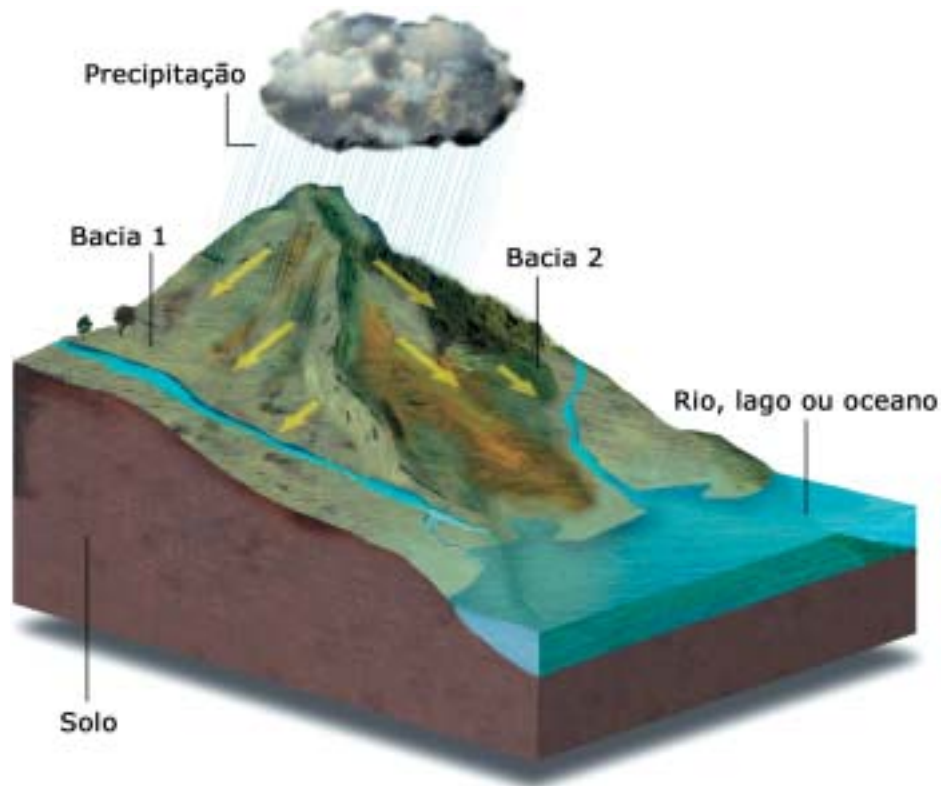
O estudo da bacia contribuinte é realizado com a finalidade de se conhecerem as características e diversas influências relativas a:

- forma geométrica, responsável pela individualização da bacia contribuinte;
- relevo, declividade do curso d'água, declividade da bacia;
- geomorfologia, fornecendo uma visão estrutural da região, a forma do relevo existente;
- geologia, com o objetivo principal de se conhecer a maior ou menor permeabilidade e outras características do terreno.

Essas características intervêm de modo fundamental nos volumes das enchentes e nas vazões de estiagem alimentadas pelos próprios lençóis subterrâneos. As características geomorfológicas e geológicas fornecem importantes elementos para o estudo da bacia, possibilitando a determinação da parcela de chuva que escoar sobre a superfície do solo, a qual deve ser captada e conduzida ao seu destino final pelas canalizações pluviais. Outras variáveis que influenciam o comportamento das chuvas e da bacia são:

- **cobertura vegetal** - quando a cobertura é densa, como nas matas e gramados, tende a favorecer a infiltração rápida, protegendo o solo contra as erosões. O efeito da cobertura do solo pode ser até mais importante que o tipo de solo;
- **uso da terra** - o solo revestido de quadras habitadas, ruas, estradas - conseqüência da urbanização - acarreta a impermeabilização progressiva do terreno, reduzindo, sensivelmente, a capacidade de infil-

tração do solo. Desse modo, deve-se estudar o efeito produzido pela impermeabilização no aumento da parcela de escoamento superficial.



Essas características são completamente individualizadas para cada bacia contribuinte, sendo necessário, portanto, o estudo de cada situação específica, de forma a se conhecerem as diversas influências e, conseqüentemente, a se determinarem as vazões geradas.

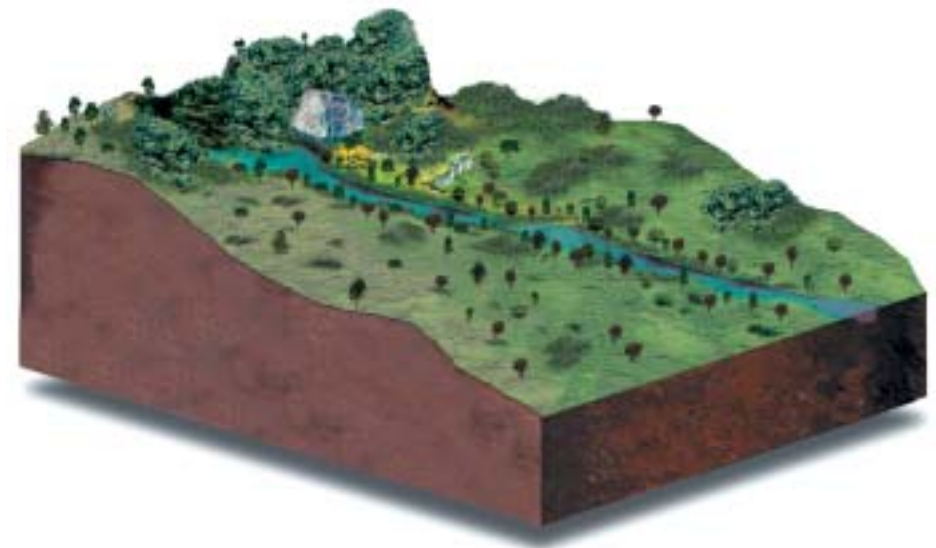
### BACIAS URBANAS COMPARTILHADAS

Muitas cidades possuem, entretanto, bacias hidrográficas em comum com outros municípios, apresentando o seguinte cenário: um município a montante de outro e o curso d'água dividindo-os.

Nesse caso, o controle institucional da drenagem pode ser realizado por meio de legislação municipal adequada para cada município; legislação estadual que estabeleça os padrões a serem mantidos nos municípios de tal forma a não serem transferidos os impactos ou os dois procedimentos. Deve-se buscar ações conjuntas com os municípios envolvidos para se obter o planejamento de toda a bacia.

Para implantar medidas de controle de inundações devem ser consideradas três situações de ocupação: sub-bacia não urbanizada, sub-bacia parcialmente urbanizada e sub-bacia urbanizada.

### 5.1. SUB-BACIA NÃO-URBANIZADA



Nesta situação em que não houve a ocupação na planície de inundação do curso d'água, ao administrador cabe adotar as seguintes medidas:

- priorizar um plano diretor com o zoneamento da área de inundação visando a estabelecer regras de ocupação de áreas de risco;



- **revitalizar** o curso d'água com recuperação dos taludes e recomposição da vegetação ciliar;
- **manter** o leito em suas condições naturais;
- **implantar** interceptores de esgotos viabilizando futuro tratamento;
- **promover** o reflorestamento de áreas degradadas para prevenir a erosão e o assoreamento do curso d'água.



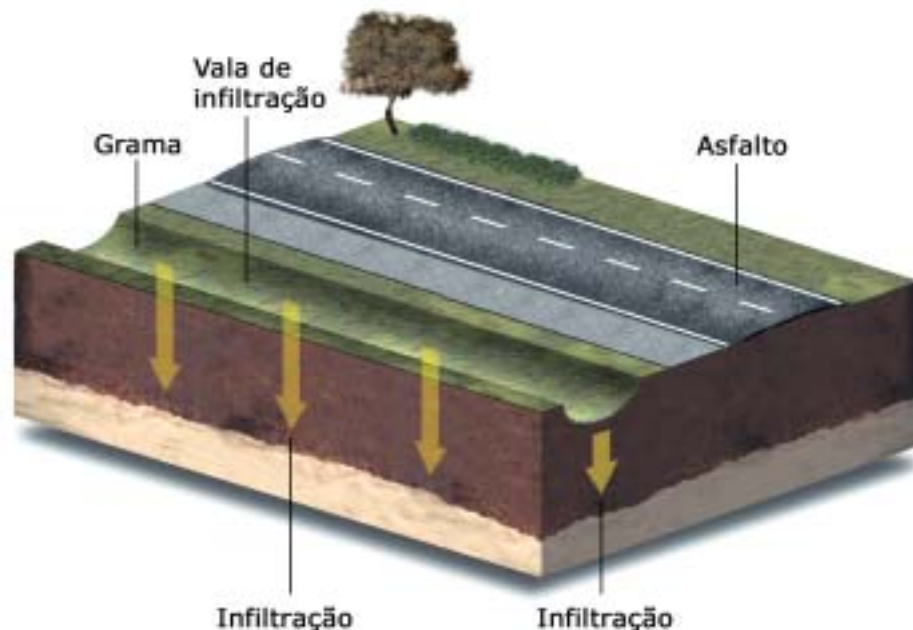
## 5.2. SUB-BACIA PARCIALMENTE URBANIZADA



Na situação de bacias parcialmente urbanizadas, haverá necessidade da adoção de medidas de caráter preventivo e emergencial, uma vez que a ocupação começa a se consolidar ao longo do curso d'água. Cabe ao administrador tais medidas:

- **estabelecer** o zoneamento das áreas não ocupadas e adoção de medidas para que não ocorram ocupações nas áreas de risco;
- **preservar** a faixa *non aedificandi* ao longo dos cursos d'água;
- **dotar** a legislação municipal com instrumento eficaz que promova retenção e a percolação no solo das águas pluviais no perímetro urbano; tais como valos de infiltração - sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas, conjuntos habitacionais;
- **implantar** bacias de percolação;
- **implementar** o reflorestamento para prevenir a erosão e o assoreamento do curso d'água;
- **implantar** programas de educação ambiental;
- **implantar** interceptores de esgotos viabilizando futuro tratamento.

## VALA DE INFILTRAÇÃO COM GRAMA POR ONDE ESCOIA A ÁGUA DA RUA.



Observar a depressão, à direita da foto, que favorece a infiltração da água de chuva.

## 5.3. SUB-BACIA URBANIZADA



Na situação de bacias urbanizadas, a ocupação das margens - e mesmo da calha do rio - encontra-se consolidada e, nestes casos, a renaturalização e mesmo uma revalorização ecológica são limitadas, restando ao administrador intervir a montante do trecho, buscando reduzir os picos de vazão.

As soluções para minimizar as enchentes devem ser voltadas à infiltração da águas superficiais para o solo. Abaixo, algumas opções:

- pequenos reservatórios em condomínios, parques, escolas;
- bacia para amortecimento de cheias;
- não-pavimentação das ruas;
- parques e áreas gramados;
- medidas de apoio à população, sistema de alerta, de evacuação e de atendimento à comunidade atingida;

- programa de educação ambiental;
- implantação de interceptores de esgotos, viabilizando futuro tratamento.



## 6. APROVEITAMENTO DOS ESPAÇOS PARA AMORTECIMENTO DE CHEIAS

Aproveitamento dos espaços ocupados pelas estruturas utilizadas para amortecimento das cheias:

- praça de esportes utilizada durante o período seco, sendo o espaço ocupado no período de chuva como reservatório para amortecimento de cheias.



- campo de futebol utilizado no período de chuva para amortecimento da cheia.

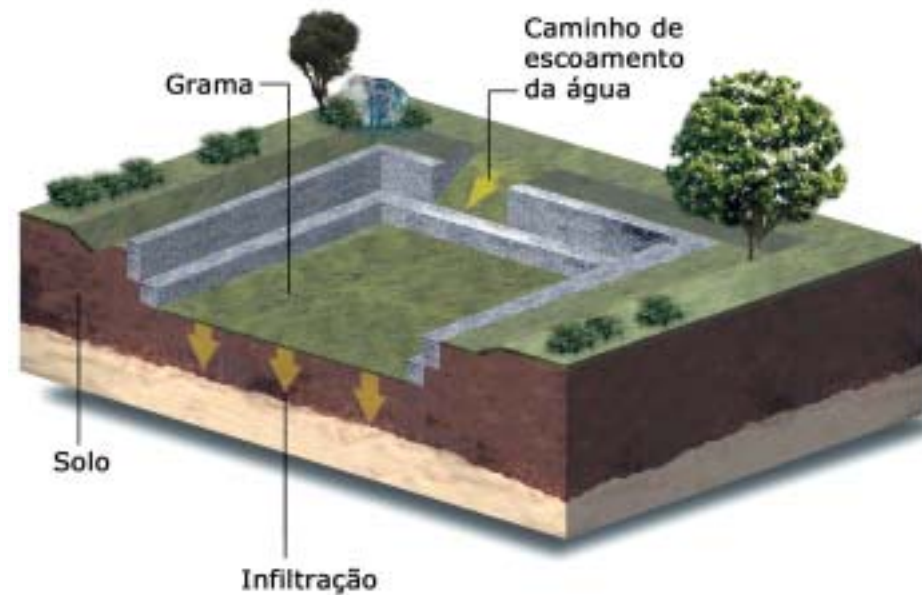


- pavimentos permeáveis.



Áreas urbanas utilizadas como reservatórios para amortecimento de cheias:

- reservatório em parque municipal.



- reservatório em área densamente ocupada.



- reservatório em área densamente ocupada com aproveitamento como área de lazer.



## 7. PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU

O Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU é o conjunto de diretrizes que determinam a gestão do sistema de drenagem cujo objetivo é minimizar o impacto ambiental devido ao escoamento das águas pluviais.

O PDDU deve priorizar as medidas não-estruturantes, incluir a participação pública, ser definido por sub-bacias urbanas e ser integrado ao plano diretor de desenvolvimento urbano. Objetiva ser o instrumento orientador do poder executivo não só nas questões pontuais como inundações mas também nas medidas de macrodrenagem como contenções de encostas e cabeceiras.

A elaboração de plano diretor de drenagem urbana consiste em:

- **estudar** a bacia hidrográfica como um todo, com o cadastro da macrodrenagem e inventário das ocorrências de inundações, controle de erosão, controle de vetores causadores de doenças;
- **estabelecer** normas e critérios de projeto uniformes para toda a bacia hidrográfica;
- **identificar** áreas que possam ser preservadas ou adquiridas pelo Poder Público;
- **elaborar** o zoneamento dos fundos de vale e das várzeas de inundação;
- **valorizar** o curso d'água com sua integração na paisagem urbana e fonte de lazer;
- **estabelecer** critérios para implantação de medidas necessárias de acordo com os recursos disponíveis;
- **articular** o plano diretor com os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, sistema viário;
- **envolver** a comunidade na discussão dos problemas e soluções propostas;
- **adotar** medidas preventivas em vez de corretivas.

Objetivos a serem alcançados:

- **reduzir** o risco de danos à comunidade quanto aos aspectos de doenças de veiculação hídrica e de acidentes devido a inundações e deslizamentos de encostas;
- **reduzir** o risco ao patrimônio e aos negócios públicos e privados com a interrupção de transportes, fechamento do comércio e suas consequências, danos a veículos e bens público.

## 8. CAUSAS E EFEITOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS INUNDAÇÕES URBANAS

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos sanitários deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

## 9. CANALIZAÇÕES X LEITOS NATURAIS

CANALIZAÇÕES	LEITOS NATURAIS
Transferem os impactos para jusante	Ocupam as várzeas de inundação, regularizando naturalmente a vazão
Promovem erosão	Preservam a integridade das margens pela presença da mata ciliar
Descaracterizam o ambiente fluvial	Incorporam ao cenário urbano o elemento natural
São de eficiência questionável	Funcionam com eficácia drenando naturalmente a vazão pluvial
Eliminam a biota	Preservam a biota na sua integridade
Custam caro	São de baixo custo de manutenção
Contrariam a Lei Florestal (Lei 14.309, de 19-6-2002)	São amparados pela legislação
Aumentam a velocidade dos cursos d'água	Reduzem a velocidade do curso d'água pela manutenção dos meandros
Eliminam a mata ciliar	Favorecem a conservação da mata ciliar
Favorecem a ocupação de áreas que são de preservação permanente	Inibem a ocupação regular pela ausência de equipamentos urbanos

## 10. LEGISLAÇÃO

As legislações que envolvem a drenagem urbana estão relacionadas com recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental.

**RECURSOS HÍDRICOS** - A Constituição Federal estabelece os princípios básicos da gestão por meio de bacias hidrográficas, que podem ter o domínio estadual ou federal.

**USO DO SOLO** - Visa ao disciplinamento do solo para a proteção ambiental, controle de poluição, saúde pública e da segurança. O macrozoneamento urbano nos planos diretores deverá contemplar os aspectos relativos à drenagem.

**LICENCIAMENTO AMBIENTAL** - Estabelece critérios e diretrizes para as obras hidráulicas de drenagem.

## 11. GLOSSÁRIO

**Assoreamento** - elevação de uma superfície por deposição de sedimento.

**Bacias de amortecimento de cheias** - pequenas barragens que são construídas para armazenar temporariamente as águas das chuvas.

**Desenvolvimento sustentável** - é aquele que atende às necessidades das presentes gerações sem comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades.

**Ecossistema** - conjunto dos relacionamentos entre determinado ambiente e a flora, a fauna e os microorganismos.

**Erosão** - desgaste do solo por água corrente, ventos.

**Interceptor de esgotos** - tubulação destinada ao recolhimento das contribuições de esgotos que chegam a um curso d'água.

**Jusante** - sentido em que correm as águas de um rio.

**Lençol freático** - superfície da água subterrânea.

**Mata ciliar** - mata que cresce nas margens de rios, córregos e lagoas.

**Montante** - sentido contrário ao escoamento, rio acima.

**Non aedificandi** - áreas com proibição de construção.

**Obras estruturantes** - obras que modificam as condições naturais.

**Percolação** - o mesmo que infiltração.

**Renaturalização** - recuperação da morfologia natural dos rios.

**Retificação de rios** - processo pelo qual os rios são conduzidos para canais artificiais, podendo ser revestidos ou não, de forma predominantemente retilínea.

**Sistema de drenagem** - totalidade das estruturas projetadas para promover o esgotamento das águas pluviais.

**Taludes** - superfície inclinada do terreno, de uma margem de rio ou do parâmetro de uma barragem.

**Talvegue** - linha que segue a parte mais baixa do leito de um rio, de um canal ou de um vale.

**Várzeas de inundação** - regiões de baixio onde ocorrem os fenômenos naturais de transbordamento dos cursos d'água.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMPS, JOSÉ ROBERTO (2004). Introdução à Drenagem Urbana.

WORKSHOP/GOIÂNIA (2003). Drenagem Urbana Sustentável no Brasil.

SEMADS/GTZ (2001). Rios e córregos projeto Planágua.

SEMADS/GTZ (2001). Enchentes no Estado do Rio de Janeiro projeto Planágua.

SEMADS/GTZ(2001). Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro - 2001.

FILHO, A. G. A, SZÉLIGA, M.R e ENOMOTO, C.F.(2000). Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas.

TUCCI, C.E.M (2001). Gerenciamento da Drenagem Urbana.



