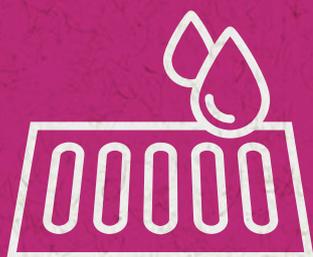




PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO



CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

DRENAGEM e MANEJO das ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO

CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

DRENAGEM e MANEJO das ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1		
2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS	2		
2.1 Ciclo hidrológico	2		
2.2 Estudos hidrológicos	3		
2.3 Climatologia	5		
3. ESCOAMENTO SUPERFICIAL	6		
3.1 Grandezas associadas ao escoamento superficial	7		
4. ESTIMATIVAS BÁSICAS PARA O PLANEJAMENTO DO SISTEMA	8		
4.1 Estimativas do escoamento superficial	8		
4.2 Intensidade máxima média de precipitação	9		
4.3 Chuva crítica/período de retorno	10		
4.4 Tempo de concentração	11		
5. BACIAS URBANAS	13		
5.1 Impactos decorrentes do processo de urbanização da bacia	14		
5.2 Classificação das bacias	14		
6. DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	16		
6.1 Microdrenagem	17		
6.2 Componentes da microdrenagem	18		
6.2.1 Guias ou meio fio	18		
6.2.2 Sarjetas	18		
6.2.3 Bocas coletoras	18		
6.2.4 Galerias	19		
6.2.5 Poços de visita e caixas de interligação	20		
6.2.6 Dissipador	20		
6.2.7 Sarjetão	21		
6.3 Ligações clandestinas/ ilegais	22		
6.4 Macrodrenagem	22		
6.5 Componentes da macrodrenagem	22		
6.5.1 Galerias de grandes dimensões	22		
6.5.2 Canais artificiais	23		
6.5.3 Modificação morfológica de canais naturais	24		
6.5.4 Reservatórios de detenção	24		
6.5.5 Estruturas auxiliares de controle	25		
7. INUNDAÇÕES	26		
8. EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	28		
9. MEDIDAS ESTRUTURAIS E ESTRUTURANTES	30		
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo hidrológico	2
Figura 2 – Variáveis no balanço hídrico	4
Figura 3 – Bacia urbana	13
Figura 4 – Sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas suas dimensões	16
Figura 5 – Detalhamento do conjunto guia e sarjeta	18
Figura 6 – Métodos construtivos de bocas coletoras	19
Figura 7 – Detalhe de galeria em construção	19
Figura 8 – Detalhe de caixa de interligação e poço de visita	20
Figura 9 – Detalhe de um dissipador	20
Figura 10 – Sarjetão instalado no cruzamento de via pública	21
Figura 11 – Microdrenagem/dispositivos conectados	21
Figura 12 – Galeria de macrodrenagem	23
Figura 13 – Canal artificial	23
Figura 14 – Obras para ampliação e retificação de canal natural	24
Figura 15 – Reservatórios de detenção	25
Figura 16 – Bacia de acumulação com dissipador de energia	25
Figura 17 – Enchente, inundação e alagamento	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e cobertura do solo	9
Quadro 2 – Períodos de retorno em função da ocupação da área	11
Quadro 3 – Classificação de bacias	15
Quadro 4 – Eventos previsíveis	29



1

INTRODUÇÃO

Prática acessória até meados do século XIX a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas não evoluíram em busca do conforto frente à modernização da engenharia mas sim, em decorrência da medicina profilática.

O conceito higienista predominou até aos anos 60, período em que a consciência ecológica expôs suas limitações para levar em conta os conflitos ambientais entre as cidades e o ciclo hidrológico, demonstrando a necessidade de reflexões mais profundas sobre as ações antrópicas densas (urbanização) sobre o meio-ambiente, particularmente sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Nascia assim o conceito ambiental aplicado à drenagem urbana, conceito de difícil aplicação, não somente em função de seus custos, mas por exigir **soluções integradas sobre grandes áreas e conhecimento técnico multidisciplinar**.

A história da drenagem urbana no Brasil apesar dessas dificuldades parece estar num período propício de evolução e redimensionar sua história importa em uma correta gestão dos impactos do meio urbano sobre o meio ambiente hidrológico, o que transcende um simples receituário de obras padrão e remete a uma abordagem complexa que inclui aspectos técnicos de engenharia, aspectos sanitários, ambientais, legais e econômicos e que exige uma conexão muito mais estreita com a concepção e gestão dos espaços urbanos.

Assim, é correto afirmar que a drenagem e o manejo das águas superficiais urbanas devem estar ancorados nos seguintes pressupostos de planejamento:

- Controle e orientação do curso das águas pluviais;
- Não transferência de impactos para jusante;
- Não ampliação de cheias naturais;
- Medidas de controle para o conjunto da bacia;
- Controle permanente do uso do solo e áreas de risco;
- Competência técnico administrativa dos órgãos públicos gestores;
- Educação ambiental qualificada para o poder público, população e meio técnico.

Entretanto, apesar da extraordinária evolução conceitual, o ciclo hidrológico continua a ser o elemento chave para seu planejamento.

2

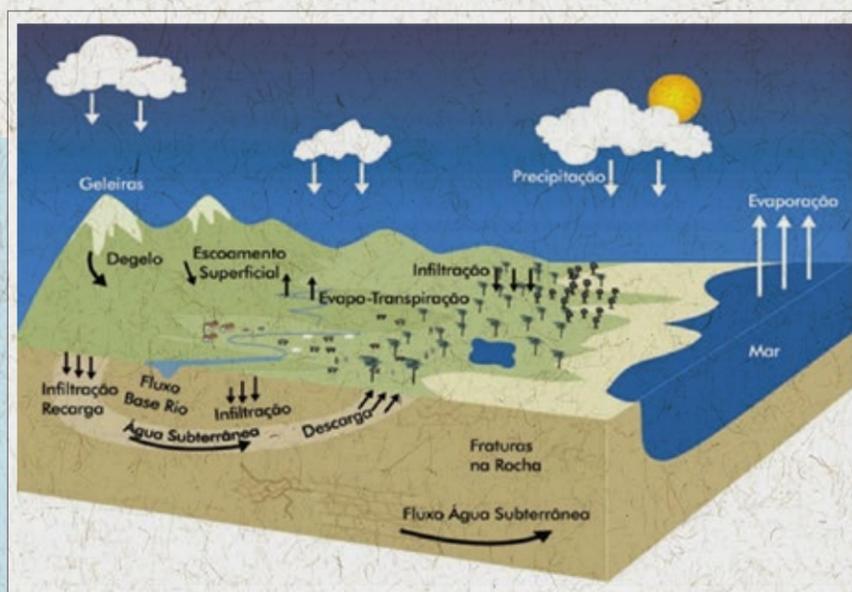
CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Para que seja possível determinar os quantitativos das águas pluviais e assim planejar o sistema com as formas para sua detenção ou retenção, bem como prever as possibilidades para transportar, tratar e dispor as águas pluviais urbanas, alguns conceitos deverão ser conhecidos, em função da especificidade desta disciplina.

2.1 CICLO HIDROLÓGICO

A água, existente em todo o planeta, na atmosfera, na superfície dos continentes, nos mares, oceanos e subsolo encontra-se em diferentes estados físicos e em permanente circulação, estabelecendo o ciclo hidrológico, conforme apresenta a Figura 1.

Figura 1
Ciclo hidrológico



Fonte: ANA, 2013.

O processo desse ciclo, se dá a partir da radiação solar e do metabolismo dos seres vivos (transpiração), os quais fornecem energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação). Soma-se a este processo a força da gravidade e a água condensada nas nuvens que se precipita (precipitação).

Uma vez na superfície terrestre, a água circula na camada aparente do solo que se reúne em córregos e rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou também se infiltra entre os poros, fissuras e fraturas de solos e rochas (escoamento subterrâneo).

Em síntese, o ciclo hidrológico envolve cinco processos: transpiração, evaporação, precipitação, escoamento superficial e escoamento subterrâneo.

2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Têm por finalidade avaliar a disponibilidade dos recursos hídricos de uma região para o planejamento e manejo destes recursos e, ainda, atender a requisitos específicos dos projetos de engenharia para possibilitar a drenagem, bem como conduzir as águas pluviais possibilitando seu manejo.

Quando destinados às aplicações diretas para a construção e infraestruturas de drenagem, os estudos hidrológicos devem:

- quantificar os volumes/vazão das águas pluviais; e
- quantificar a interferência ou comportamento desses volumes em diversos locais e em cursos d'água (Ex.: fundos de vale, locais propícios a alagamentos, etc.).

Neste caso, a precipitação, infiltração e o escoamento superficial devem ser analisados sob a forma de taxas de ocorrência nos intervalos de tempo em que ocorrem (minutos, horas ou dias).

Entretanto, para que isso ocorra, se faz necessário estabelecer os limites físicos da área a ser considerada nos estudos. Na grande maioria dos casos, estes limites são definidos pelo critério geográfico de bacias ou microbacias hidrográficas.

IMPORTANTE!

Estudos Hidrológicos

- Baseiam-se em elementos observados e medidos no campo.
- Estabelecimento de postos pluviométricos ou fluviométricos e sua manutenção ininterrupta são condições necessárias ao estudo hidrológico.
- Projetos de obras futuras são elaborados com base em elementos do passado.

Os processos do ciclo hidrológico podem ser mensurados quantitativamente na forma de equações matemáticas (equações hidrológicas) que representam a quantificação da água presente nas fases do ciclo, para o espaço ou

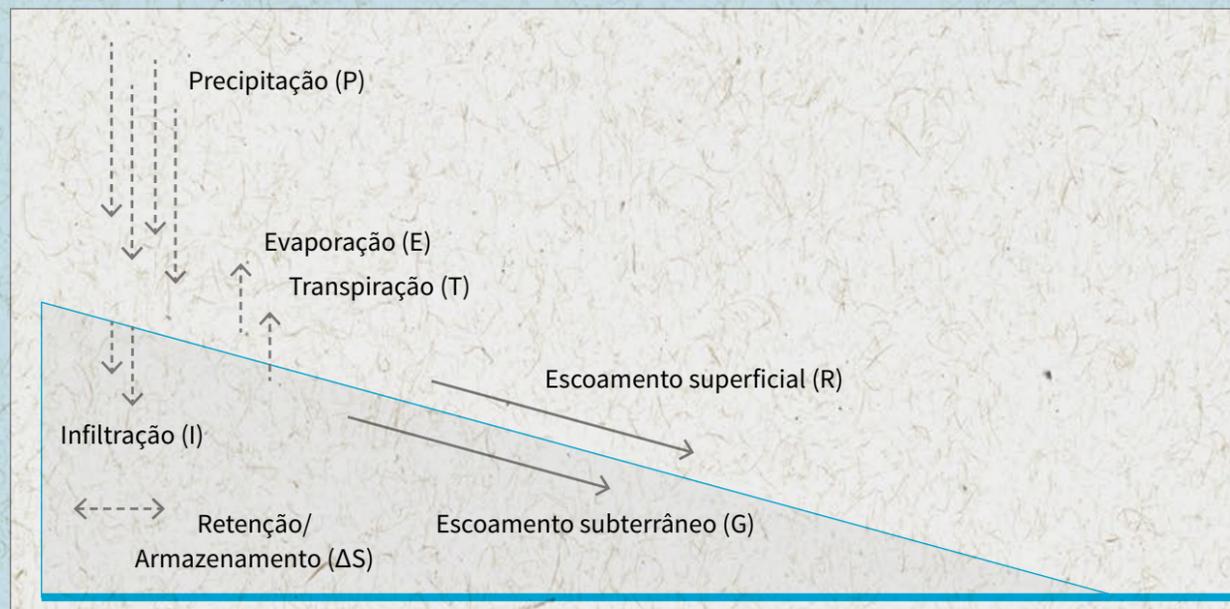
área específica definida, em um determinado intervalo de tempo, considerando seu comportamento acima e abaixo da superfície (balanço hídrico).

Para tanto, é necessário que se conheçam as variáveis (Figura 2) que são mensuradas e divulgadas por órgãos oficiais como o Instituto Nacional de Metrologia (INMET), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), entre outras.



PARA SABER MAIS SOBRE AS VARIÁVEIS E AS FORMAS DE OBTENÇÃO E MENSURAÇÃO ACESSSE [HTTP://WWW.CPTEC.INPE.BR](http://www.cptec.inpe.br) E [HIDROWEB.ANA.GOV.BR](http://hidroweb.ana.gov.br)

Figura 2
Variáveis no balanço hídrico



No Brasil a Agência Nacional de Águas (ANA) opera 4.543 estações hidrometeorológicas das 14. 822 implantadas.

Com essas estações, é possível mensurar o volume de chuvas, a evaporação da água, o nível e a vazão dos rios, a quantidade de sedimentos e a qualidade das águas em estações respectivamente relacionadas: pluviométricas, evaporimétricas, fluviométricas, sedimentométricas e de qualidade da água. As informações oriundas desse monitoramento encontram-se disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas - HidroWeb e no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH.

2.3 CLIMATOLOGIA

É o ramo da ciência que estuda o clima. Inclui dados climáticos, a análise das causas das diferenças no clima e a aplicação de dados climáticos na solução de objetivos específicos ou problemas operacionais.

A climatologia está diretamente relacionada com a hidrologia em função de fatores que influenciam o clima. São eles:

- Temperatura: corresponde a quantidade de calor que existe no ar;
- Umidade: corresponde à quantidade de vapor de água encontrada na atmosfera;
- Pressão atmosférica: pressão exercida pela atmosfera sobre qualquer superfície, em virtude de seu peso. Pode variar de acordo com a altitude e latitude;
- Vento: ar atmosférico em movimento;
- Chuvas: são resultados da saturação do vapor d'água que se condensa passando do estado gasoso para o líquido (ocorrendo a precipitação de água).

Diante do conhecimento desses fatores, é possível prever situações que poderão impactar na drenagem urbana e, conseqüentemente, no manejo das águas, estabelecendo direcionamentos úteis para o funcionamento do sistema de drenagem a ser planejado (intensidade das chuvas, duração, etc.)

3

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial corresponde à parcela do ciclo hidrológico relativa ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo. É de fundamental importância para dimensionar as obras de engenharia que deverão suportar os volumes máximos decorrentes desse escoamento.

O escoamento superficial guarda relação direta com fatores da impermeabilização dos solos, ou seja, quanto maior a sua impermeabilização, menor será a capacidade de absorção das águas pelo solo e conseqüentemente maior será o volume de escoamento.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO é a perda da capacidade de infiltração das águas provocada pelo adensamento urbano. É um dos fatores que tornam as cidades vulneráveis a enchentes!

Ao considerar o ciclo hidrológico, espera-se que uma parte do volume precipitado seja interceptado pela vegetação (por essa razão é importante a manutenção de áreas verdes em um município), enquanto o restante deveria ser absorvido pelo solo.

A capacidade do solo em absorver esses volumes deverá ser analisada, pois seu umedecimento excessivo poderá reduzir suas forças coesivas, ou seja, tornam-se menos compactos, reduzindo suas forças mecânicas (tensão, resistência, etc.).

A ocorrência de chuvas contínuas (intensas ou não) tendem a desestruturar os solos tornando-os pouco compactos o que reduz em muito a sua capacidade de infiltração, podendo provocar deslizamentos e outras ocorrências negativas, colocando em risco a população.

Quando a intensidade das chuvas é maior que a capacidade de infiltração do solo (velocidade de infiltração), a água tende a se acumular em depressões naturais do terreno que, quando saturadas (cheias) tenderão a escorrer. Assim, mesmo que as chuvas tenham parado, o escoamento das águas na superfície continuará a ocorrer, demandando estratégias para acumular ou conter essas águas.

Associado ao escoamento superficial podem ser transportadas partículas de solo, nutrientes químicos, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas, causando alterações no relevo por deposição dessas partículas, como também, prejuízos diretos à produção agropecuária, além da poluição dos cursos d'água.

Em projetos de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, as estimativas dos volumes de escoamento superficial são fundamentais para o dimensionamento da infraestrutura necessária, pois a partir dele será possível calcular a altura de água (lâmina d'água) gerada pela chuva.

Quando o objetivo for reter ou armazenar toda água, o conhecimento do volume escoado mostra-se suficiente para o planejamento do sistema, entretanto se for conduzir o excesso de água de um lugar para outro, o volume/vazão de escoamento superficial e seu período de retorno são as variáveis mais importantes.

3.1 GRANDEZAS ASSOCIADAS AO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

As grandezas que caracterizam o escoamento superficial em uma bacia hidrográfica são fundamentais para o planejamento. São elas:

→ **Vazão:** volume de água que atravessa uma seção transversal qualquer (tubulações, canais, calhas de cursos d'água, etc.) considerada em uma unidade de tempo.

→ A vazão máxima (maior vazão registrada em determinado período de tempo) de escoamento superficial representa um importante parâmetro para o planejamento do sistema de drenagem das águas superficiais e de obras necessárias para controle da erosão e cheias.

→ **Coefficiente de escoamento superficial:** representa a relação entre o volume que escoou sobre a superfície do terreno e o volume total precipitado.

→ **Tempo de concentração:** tempo gasto para que as águas de chuva se desloquem do ponto mais alto de uma bacia até a sua foz.

→ **Período de retorno:** período de tempo médio, expresso em anos, em que um determinado evento de chuva é igualado ou superado pelo menos uma vez.

4

ESTIMATIVAS BÁSICAS PARA O PLANEJAMENTO DO SISTEMA

Para planejar um sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é fundamental estimar parâmetros básicos que possibilitem conhecer os volumes que deverão ser escoados, a intensidade recorrente das chuvas e as características da área a ser planejada (impermeabilização, topografia e relevo, sistemas já existentes, etc.), dentre outros.

4.1 ESTIMATIVAS DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Apesar de existirem diversos métodos que possibilitam estimar os volumes associados ao escoamento superficial, é possível calculá-lo utilizando o método racional, que foi originalmente desenvolvido para estimar vazões máximas de escoamento em pequenas bacias urbanas, onde a proporção de área impermeável é grande. Uma área impermeável é considerada grande quando o coeficiente de escoamento superficial aproxima-se de 1 (um).

O método parte do princípio básico de que a vazão máxima provocada por uma chuva de intensidade uniforme e constante, ocorre quando todas as partes da bacia contribuem simultaneamente com escoamento na seção de deságue.

A fórmula para seu cálculo considera a área da bacia ou microbacia em estudo, o coeficiente de escoamento superficial (Coeficiente Runoff – Quadro 1) e intensidade das chuvas.

$$Q_{max} = C \times i_m \times A / 360$$

Onde:

Q_{max} = vazão máxima de escoamento superficial ($m^3.s$)

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional)

i_m = intensidade máxima média de precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração ($mm.h^{-1}$)

A = área da bacia de drenagem (ha)

Quadro 1 - Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e cobertura do solo

Zonas	Coeficientes (c)
Centrais, densamente construídas, com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
Adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
Residencial com poucas superfícies livres, com ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
Residencial com muitas superfícies livres, com ruas pavimentadas	0,25 a 0,50
Periférica e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 a 0,25
Rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques, campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Fonte: Tucci, 1993.

Embora a denominação “racional” dê a impressão de segurança, o método deve ser aplicado cuidadosamente, pois, envolve simplificações e o uso de coeficientes de grande subjetividade.

O uso do método racional é apropriado para bacias que não excedem 1 a 2km². No entanto, a simplicidade de sua aplicação e a facilidade do conhecimento e controle dos fatores a serem considerados, tornam seu uso bastante difundido em estudos sobre o comportamento das águas em bacias e microbacias hidrográficas, até mesmo para aquelas com área superior a 5 km².

4.2 INTENSIDADE MÁXIMA MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO

A intensidade máxima média de precipitação (i_m) pode ser calculada por meio da seguinte fórmula:

$$I_m = K \times T^a / (t+b)^c$$

Onde:

T = período de retorno (anos)

t = duração da precipitação (min)

K , a , b , e c = parâmetros de ajuste, relativos à estação pluviométrica estudada.

A duração da chuva a ser avaliada deve ser igual ao tempo de concentração, considerando-se a intensidade de precipitação constante ao longo dessa duração.

4.3 CHUVA CRÍTICA/PERÍODO DE RETORNO

A chuva crítica para um projeto de obras hidráulicas é escolhida com base em vários aspectos, levando-se em conta a segurança da obra e seus custos, inclusive de manutenção.

Quando se conhece a vida útil da obra a ser projetada e o risco máximo permissível, o tempo de retorno pode ser assim calculado:

$$J = 1 - P$$

Considerando P a probabilidade de ocorrência em qualquer dos anos estimados e J a probabilidade de não ocorrência em qualquer dos anos.

O tempo de retorno (TR) deverá ser assim estimado:

$$TR = 1 / [1 - (k - 1)^{1/n}]$$

A variável “k” é entendida como o risco assumido para uma obra a ser projetada e “n” a vida útil dessa obra (anos).

O TR pode ser estimado também em função de um estudo dos custos da obra, associando o custo da obra e o custo de sua manutenção. A lógica deste cálculo é: quanto maior o TR, maior o custo da obra, pois maior será a intensidade da chuva estimada no projeto e por consequência, a vazão do projeto. Em contrapartida, menor será o custo de manutenção da infraestrutura de drenagem, pois haverá maior segurança e menor necessidade de intervenção. Assim, deve-se buscar minimizar o custo total das obras de drenagem, sem o comprometimento de seu funcionamento.

Para obras de microdrenagem, o período de retorno recomendável é de 5 a 10 anos e para obras de macrodrenagem recomenda-se utilizar o período de retorno de 50 ou 100 anos.

Um dos grandes problemas para o controle de enchentes é definir a probabilidade das precipitações com que vamos dimensionar as obras de microdrenagem e macrodrenagem.

PERÍODO DE RETORNO

Uma vez que a sociedade é quem deve decidir o risco aceitável pela comunidade e o quanto ela está disposta a pagar pela proteção conferida por obras de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, a escolha do período de retorno será um critério definido em esferas políticas.

Embora o período de retorno seja definido em esferas políticas, a ausência dessa definição não deverá ser impeditivo para o planejamento, pois a escolha do período de retorno ficará a critério exclusivo da área técnica.

É possível utilizar valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelos técnicos e que admitem consenso (Quadro 2).

Quadro 2

Períodos de retorno em função da ocupação da área

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Edifícios de serviços públicos	2-5
Microdrenagem	Aeroportos	5-10
Macro drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macro drenagem	Área de importância específica	500

Sugerido por: DAEE/CESTESB-SP

4.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A depender das variáveis disponíveis, o tempo de concentração poderá ser calculado por meio das seguintes fórmulas:

→ Fórmula de Kirpich

$$T_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,385}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento do curso d'água principal da bacia (km)

H = diferença de nível entre o ponto mais remoto e a seção considerada (m)

→ Fórmula de Giandotti

$$T_c = 4 \times \sqrt{A + 1,5 L} / 0,8 \sqrt{H}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento horizontal, desde a saída da bacia até seu ponto mais afastado (km)

H = diferença de cotas entre a saída da bacia e o ponto mais afastado (m)

→ Fórmula do método da onda cinemática

$$T_c = 6,92 \times [(L \times n)^{0,6} / (i_m^{0,4} \times I^{0,3})]$$

Onde:

T_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento da bacia (m)

I = declividade da superfície (mm^{-1})

n = coeficiente de rugosidade de Manning

i_m = precipitação efetiva ($mm h^{-1}$)

De modo geral, as equações possuem comportamentos similares até $L = 10$ km e, a partir daí, passam a divergir.

O método cinemático é o mais correto sob o ponto de vista conceitual, pois permite levar em consideração as características específicas do escoamento na bacia em estudo, mas é também o mais trabalhoso, pois exige a divisão dos canais em trechos uniformes e a determinação de suas características hidráulicas para a aplicação da equação de Manning.

A equação de Manning é aquela comumente utilizada por projetistas de obras hidráulicas para verificar o comportamento da água em canais e tubulações (velocidade da água).

Todos os métodos e rotinas até aqui apresentados possibilitarão que sejam conhecidos os dados básicos para se planejar um sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, ou seja, quanto e com qual intensidade a água escoar nos períodos de chuva e a capacidade do solo local em infiltrar essas águas.

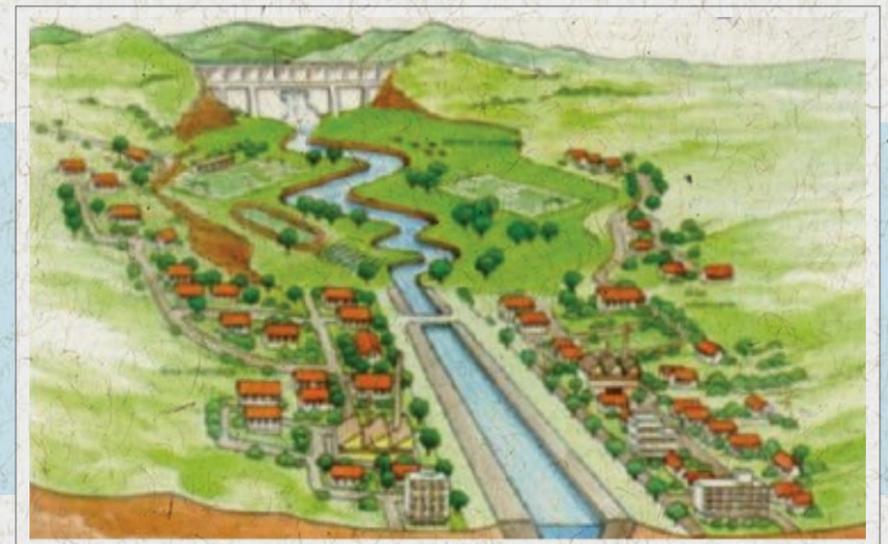
Somente ao conhecer esses dados será possível verificar o comportamento das chuvas em uma área de planejamento e regularizar seu escoamento para benefício da população.

5

BACIAS URBANAS

Ao contrário de uma bacia tipicamente rural, na qual a rede hidrográfica é visível e bem definida pela topografia do terreno, as bacias urbanas, na maioria das vezes, apresentam limites imperceptíveis e sua água pode ser vista quando há precipitação (chuva) ou encontra-se confinada por tubulações subterrâneas (Figura 3).

Figura 3
Bacia urbana



Com alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização, (impermeabilização da superfície, densidade das construções, desmatamento, ocupação indisciplinada de várzeas e margens, etc.), o comportamento do escoamento superficial direto da bacia produz maiores picos e vazões.

Para além, os problemas de um planejamento inadequado ou mal elaborado não ficam restritos somente ao local, uma vez que pode ocasionar considerável diminuição no tempo de concentração do escoamento e maiores picos à jusante (Ver capítulo 2).

Os problemas relacionados à drenagem e ao manejo das águas pluviais têm sua origem na deterioração da qualidade dos cursos receptores das águas pluviais pois além de aumentar o volume do escoamento superficial direto, a impermeabilização do solo faz com que a recarga de mananciais diminua, restringindo-as a vazões que podem comprometer os corpos receptores.

5.1 IMPACTOS DECORRENTES DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DA BACIA

Os impactos decorrentes do processo de urbanização em uma bacia não são apenas de origem hidrológica. Os impactos não hidrológicos mais importantes que recaem sobre a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas são aqueles provenientes do uso e ocupação do solo e do comportamento político-administrativo:

- Ausência de planejamento no uso e ocupação do solo;
- Ocupação de cabeceiras íngremes e de várzeas de inundação;
- Inexistência de controle técnico da distribuição da população;
- Ações corretivas em pontos isolados da bacia.

No entanto, é necessário propor soluções técnicas a esses problemas, mesmo em condições adversas e muitas vezes de difícil solução no curto e médio prazos.

5.2 CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS

A identificação da bacia implica no traçado de seus divisores, de forma a destacá-la como unidade hidrológica. Via de regra, bacias ocupadas pelo processo de urbanização são de portes pequeno e médio.

Comumente, bacias com tempo de concentração¹ inferior a 1 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5km² são classificadas como pequenas. Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km² se classificam como grandes; bacias médias se situam entre esses dois tipos.

Na maioria das vezes, não se dispõe de registros de vazão nas áreas nas quais se pretende realizar obras para a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. No entanto, pode-se sintetizar as vazões por meio dos dados de precipitação. É nesse contexto que a classificação da bacia em pequena ou média é fundamental (Quadro 3).

¹ **Tempo de concentração** é o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na seção de saída.

Quadro 3
Classificação de bacias

Característica	Bacia	
	Pequena	Média
Varição temporal da intensidade da chuva	Constante	Variável
Varição espacial da intensidade da chuva	Uniforme	Uniforme
Escoamento superficial	Predominante em superfícies	Em superfícies e canais
Armazenamento na rede de canais	Desprezível	Desprezível

6

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

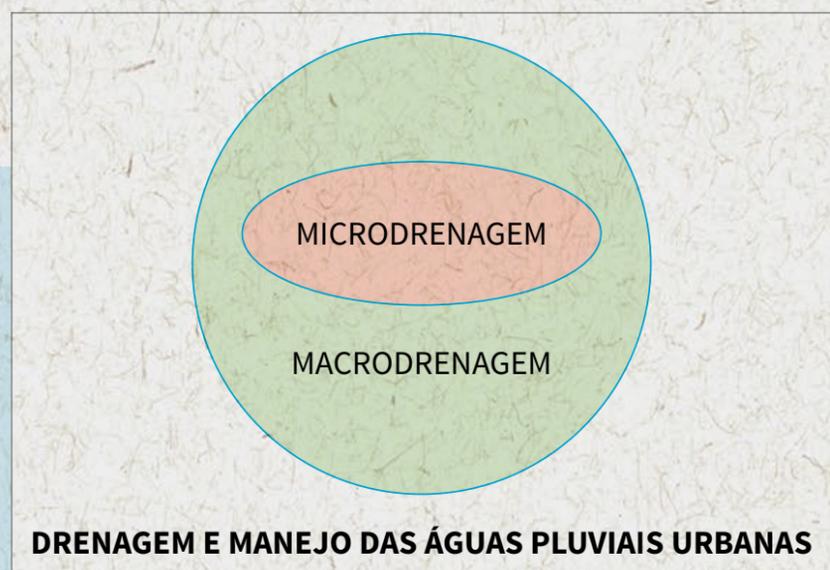
A Lei no 11.445/2007, em seu art. 3º, conceitua a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

O sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas pode ser classificado de acordo com suas dimensões (Figura 4):

→ **Microdrenagem** (denominados também como sistemas iniciais de drenagem): considera a coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias ($\varnothing < 1,5m$). Considera todos os componentes para que isso ocorra.

→ **Macro drenagem**: inclui, além da microdrenagem, as galerias de grande porte ($\varnothing > 1,5m$) e os corpos receptores tais como canais e rios canalizados.

Figura 4
Sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas suas dimensões



O sistema pode ser entendido essencialmente como serviços públicos preventivos a inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água.

É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada somada à ausência de planejamento adequado. Quando o sistema não é considerado desde o início da concepção do planejamento urbano em qualquer que seja a área ou setor, é provável que este, ao ser projetado, revele-se de alto custo e deficiente às funções que se propõe.

É conveniente portanto, que a área urbana seja planejada de forma integrada. Via de regra, todo plano urbanístico de expansão deve conter e incorporar em seu bojo ações planejadas para a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, com vistas à delimitar as áreas mais baixas potencialmente inundáveis a fim de diagnosticar a viabilidade ou não da ocupação destas áreas de ponto de vista de expansão dos serviços públicos.

Um sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas bem planejado proporcionará uma série de benefícios, tais como:

- Desenvolvimento do sistema viário;
- Redução de gastos com manutenção das vias públicas;
- Valorização das propriedades existentes na área beneficiada;
- Escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações;
- Eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais;
- Rebaixamento do freático;
- Recuperação de áreas alagadas ou alagáveis;
- Segurança e conforto para a população habitante ou transeunte;
- Dentre outras.

6.1 MICRODRENAGEM

A microdrenagem é necessária para criar condições de circulação de veículos e pedestres na área urbana, por ocasião de ocorrência de chuvas frequentes, como também evitar danos às propriedades e riscos de perdas humanas por ocasião de temporais mais fortes. Para isso é conveniente verificar o comportamento do sistema para chuvas mais intensas (Ver capítulo 2).

6.2 COMPONENTES DA MICRODRENAGEM

A microdrenagem é constituída por um conjunto de componentes que deverão ser conectados à macrodrenagem. A seguir serão citados os principais.

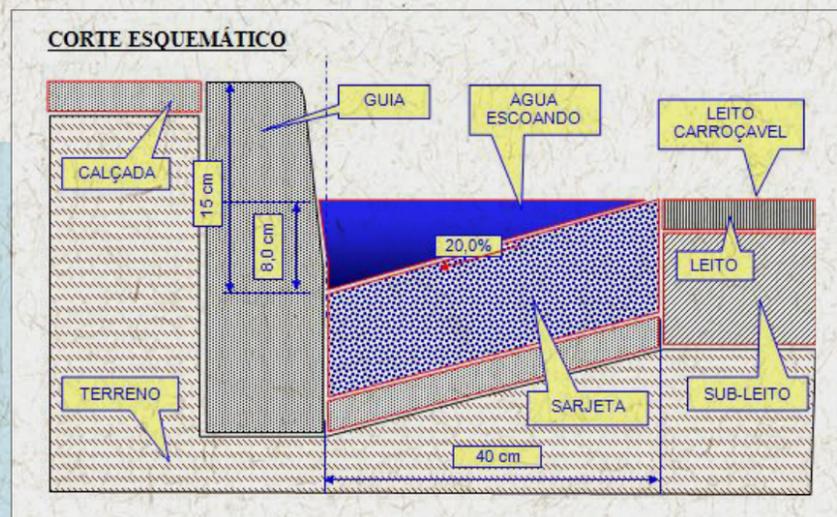
6.2.1 GUIAS OU MEIO FIO

São elementos construídos por blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública (pista de rolamento) e o passeio (calçadas), com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública. Podem ser simples ou conjugados (Figura 5).

6.2.2 SARJETAS

Denominam-se sarjetas as faixas formadas pelo limite da via pública com a guia ou meio fio, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da via pública. Podem estar conjugadas ao meio fio ou podem ser independentes, devendo apresentar uma declividade de 20% em seu assentamento (Figura 5).

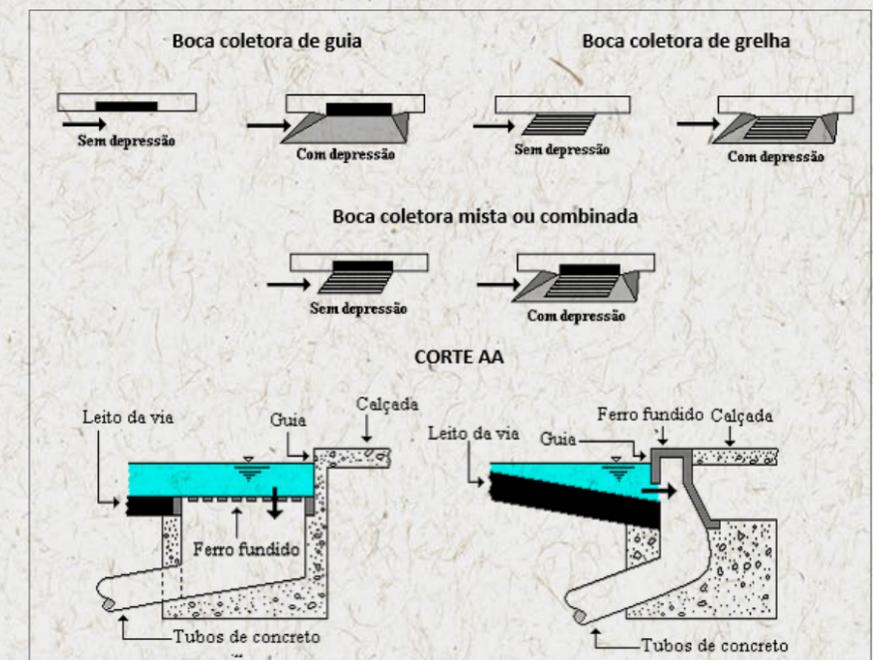
Figura 5
Detalhamento do conjunto guia e sarjeta



6.2.3 BOCAS COLETORAS

Bocas coletoras conhecidas por boca de lobo ou bueiros, são dispositivos de captação das águas escoadas pelas sarjetas. Três métodos construtivos poderão ser utilizados, a depender do volume de água a ser captado, de sua capacidade de engolimento e de sua localização (Figura 6).

Figura 6
Métodos construtivos de bocas coletoras



Um item de importância encontrado nesses dispositivos é a grelha, que tem a função de remover sólidos grosseiros do sistema (folhas, galhos, etc.) que possam ter sido objeto de ventos e chuvas.

6.2.4 GALERIAS

Galerias de drenagem pluvial, são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento determinados em projeto (Figura 7).

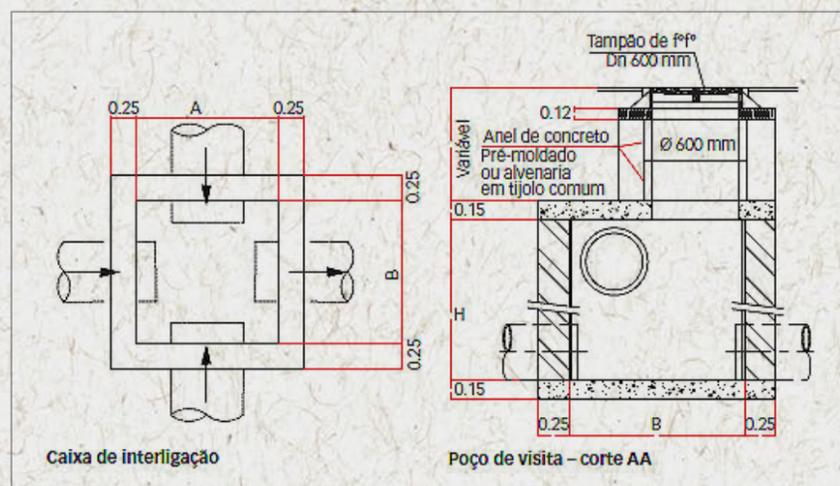
Figura 7
Detalhe de galeria em construção



6.2.5 POÇOS DE VISITA E CAIXAS DE INTERLIGAÇÃO

Denominam-se poços de visitas e caixas de interligação os dispositivos colocados em pontos estratégicos do sistema. Como destinam-se à manutenção do sistema devem ter dimensão suficiente para a entrada de um operador (Figura 8).

Figura 8
Detalhe de caixa de interligação e poço de visita

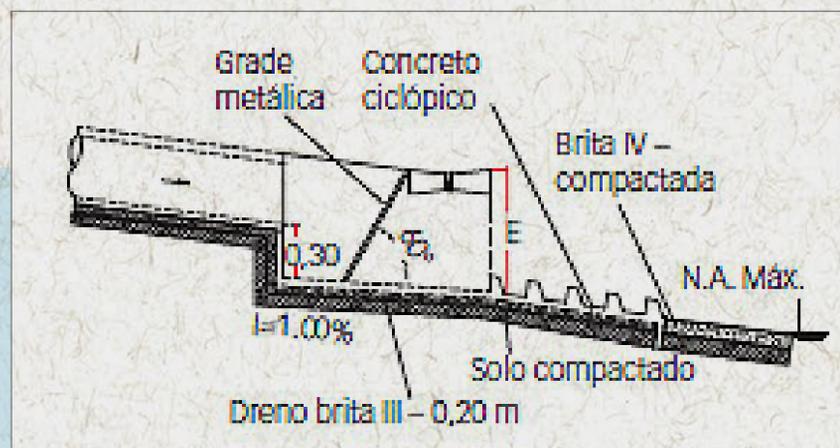


Fonte: Editora Pini, 2013

6.2.6 DISSIPADOR

Dissipador é um condutor construído de concreto e pedra que tem por função diminuir a velocidade da água quando sai da tubulação que, caso fosse lançada diretamente ao solo, seu forte impacto poderia provocar erosões (Figura 9). É o ponto da conexão entre a micro e macro drenagem.

Figura 9
Detalhe de um dissipador



Fonte: Editora Pini, 2013

6.2.7 SARJETÃO

Calhas formadas pela própria pavimentação e concreto nos cruzamentos das vias públicas, servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas (Figura 10).

Os sarjetões são de grande importância, principalmente no período de chuvas, pois acabam conduzindo de forma correta as águas precipitadas sobre a via para sua lateral, as sarjetas, e bocas coletoras, além de evitar que a água fique sobre a rua, provocando o desgaste do pavimento e o surgimento de buracos. Ainda reforçam a segurança no trânsito evitando acidentes, já que não é necessário diminuir bruscamente a velocidade do veículo em função do desnível do asfalto.

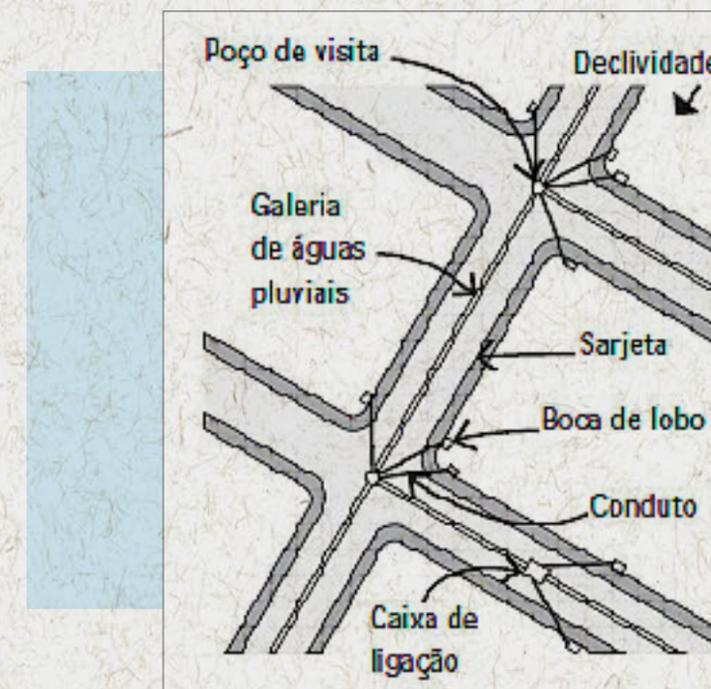
Figura 10
Sarjetão instalado no cruzamento de via pública



Fonte: Mídia digital

A ligação e conexão de todos os dispositivos apresentados conformam a microdrenagem em área urbana (Figura 11).

Figura 11
Microdrenagem/dispositivos conectados



Fonte: Ed. Pini, 2014

6.3 LIGAÇÕES CLANDESTINAS/ ILEGAIS

Um dos grandes problemas enfrentados em sistemas de drenagem são conexões ilegais de esgotamento sanitário aos condutores exclusivos implantados para coleta e transporte das águas pluviais. O despreparo da população e a ausência dos órgãos fiscalizadores agravam essas condições, o que onera o sistema com seus impactos negativos ao ambiente e à saúde pública.

6.4 MACRODRENAGEM

Este sistema existe sempre, mesmo quando não projetado, constituindo-se dos fundos de vale, córregos e cursos d'água.

Obras para a macrodrenagem visam “otimizar” o escoamento do sistema, melhorando suas características hidráulicas.

A macrodrenagem em seus componentes, destina-se à condução final das águas captadas pela microdrenagem (drenagem primária), dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios oriundos das ruas, sarjetas, sarjetões, valas e galerias.

Via de regra a macrodrenagem comporta obras de grande porte, pois promove a retirada do excesso de água do solo, acumulada em áreas relativamente grandes, ou de microbacia hidrográfica. Sua ausência é a grande responsável por enchentes, empoçamentos, inundações, assoreamentos, erosões e ravinamento, etc.

Em terrenos planos e deficientes de dispositivos de macrodrenagem, ou quando há o dispositivo e o mesmo encontra-se obstruído, em períodos de grandes precipitações, ocorrem enchentes.

Enchentes também podem ocorrer por sub-dimensionamento dos dispositivos, pela não utilização da equação apropriada para as chuvas intensas e até pelo uso indevido do período de retorno da chuva.

6.5 COMPONENTES DA MACRODRENAGEM

A macrodrenagem constitui-se em um conjunto de componentes artificiais, além daqueles naturais (fundos de vale e cursos d'água) que deverão ser construídos ou executados conforme a necessidade verificada. Assim conformam o sistema:

6.5.1 GALERIAS DE GRANDES DIMENSÕES

As galerias de grandes dimensões, são condutos destinados ao transporte das águas captadas pelo sistema de microdrenagem até os pontos de lançamento (Figura 12). Normalmente são utilizadas em áreas muito urbanizadas, devido às restrições impostas pelo sistema viário e limitação de espaço.

Figura 12
Galeria de macrodrenagem



Fonte: Ed. Pini, 2014

6.5.2 CANAIS ARTIFICIAIS

Canais artificiais são valas escavadas que podem ou não estar revestidas de material que lhes dê sustentação e que se destina à passagem das águas (Figura 13). A escolha da seção, declividade longitudinal e inclinação dos taludes, depende de fatores fundamentais, como natureza do solo, topografia do terreno e tipo de escoamento.

Figura 13 – Canal artificial



Fonte: Mídia digital

6.5.3 MODIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DE CANAIS NATURAIS

Um canal tem sua geometria controlada pela carga e descarga de água submetidas ao clima e à geologia da bacia hidrográfica. A alteração da capacidade do canal incide diretamente na ampliação da forma e tamanho da seção transversa (Figura 14).

Figura 14
Obras para ampliação e retificação de canal natural



Fonte: Mídia digital

6.5.4 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

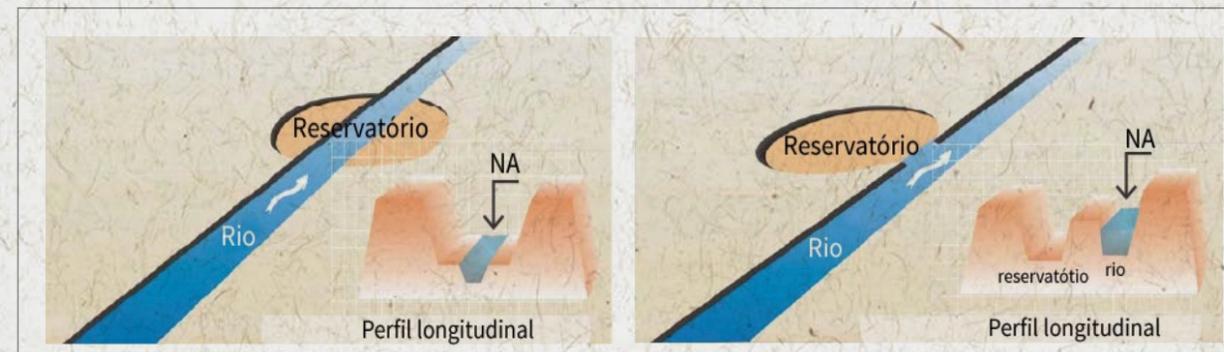
Reservatório de detenção (piscinão) é um reservatório aberto ou fechado que tem por função regular a vazão de saída num valor desejado, de maneira a atenuar os efeitos a jusante da vazão de entrada (Figura 15).

Os reservatórios de detenção podem ser em linha (“in line”) ou fora de linha (“off line”):

→ **Reservatórios em linha:** executados ao longo do curso fluvial, com a função de retardar o tempo de escoamento, amortecendo as vazões de pico. O volume de água armazenado é devolvido ao canal por meio de gravidade.

→ **Reservatórios fora de linha:** executados fora do curso do canal fluvial, geralmente em cotas mais baixas, e retiram os volumes que excedem a capacidade de escoamento do canal. Parte do volume de água armazenado é devolvido ao canal por gravidade ou por meio de bombas.

Figura 15 – Reservatórios de detenção



Fonte: Mídia Digital

6.5.5 ESTRUTURAS AUXILIARES DE CONTROLE

Outras estruturas possibilitam realizar o controle das águas no contexto da macrodrenagem (Figura 16). São elas:

- dissipadores de energia;
- proteção de cortes e aterros;
- proteção contra erosões e assoreamento;
- travessias
- estações de bombeamento, etc.

Figura 16 – Bacia de acumulação com dissipador de energia



Fonte: Valec, 2010

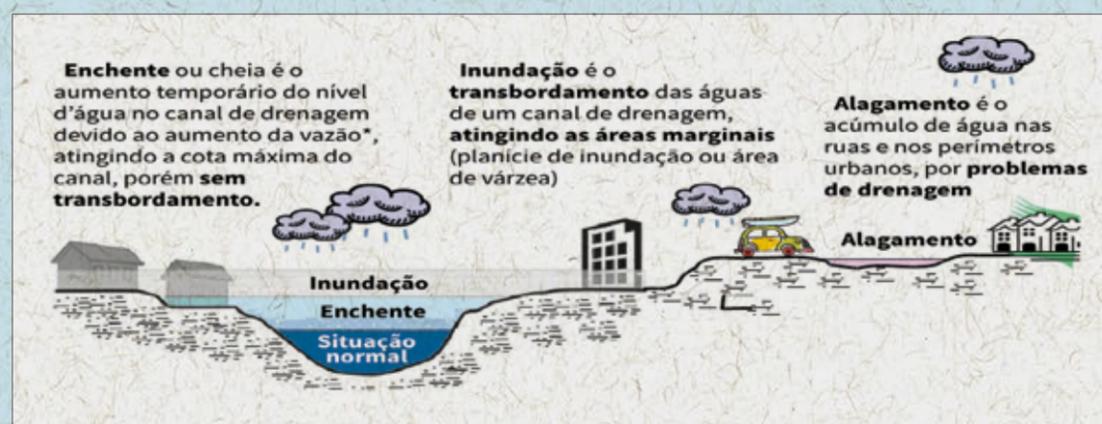
7

INUNDAÇÕES

É bastante comum confundir uma inundação com uma enchente e estas com alagamentos ou enxurradas de grandes proporções ou velocidades. Embora tenham conceitos bastante distintos (Figura 17), são terminologias que se complementam, sendo que todas causam efeitos imediatos, diretos e indiretos à saúde humana.

- **Inundação:** representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea;
- **Enchente:** são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar;
- **Alagamento:** acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem;
- **Enxurrada:** escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.

Figura 17 – Enchente, inundação e alagamento



Fonte: Defesa Civil, 2015

O processo de urbanização das grandes cidades tem provocado impactos significativos tanto para a população, como para saúde e meio ambiente. A ocupação desordenada do território, das margens de rios e córregos desencadeou um aumento significativo na frequência e nos níveis das inundações.

As inundações podem ocorrer em áreas ribeirinhas, onde os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor onde a água escoou na maioria do tempo e o leito maior que é inundado em média a cada dois anos. Este tipo de evento ocorre, normalmente, em bacias grandes (maior que 500 km²), sendo decorrência do processo natural do ciclo hidrológico.

As enchentes repentinas ou *flash flood* são os tipos mais perigosos de inundações, porque elas combinam grande abundância no volume de água associada a uma grande e imprevisível velocidade. Estas inundações podem acontecer repentinamente com quase nenhum aviso e as águas da inundação podem alcançar o pico de cheia em apenas alguns minutos.

A mudança rápida do comportamento do fluxo do rio é o principal fator surpresa para a população, tornando este tipo de evento bastante perigoso.

Qualquer inundação está relacionada com o comportamento do nível do rio e extravasamento do seu curso natural. No caso de uma enchente repentina a inundação que surge e se desloca em grande velocidade sem que haja qualquer advertência do seu grau de destruição.

Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual ocorrem, podendo ser resumidos em:

- Prejuízos de perdas materiais e humanas;
- Interrupção da atividade econômica das áreas atingidas, gerando ônus para a região;
- Contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, entre outras.

8

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

A garantia do funcionamento do sistema de drenagem e manejo das águas superficiais urbanas está cada vez mais associada à incorporação de metodologias de avaliação e gestão de riscos, bem como a práticas de boa operação dos sistemas públicos.

Apesar de todo o sistema ser objeto de monitoramento no âmbito do processo de controle estabelecido, podem ocorrer eventos que, por sua natureza, advêm de situações excepcionais, tais como desastres naturais (inundações, secas, etc.), ações humanas e outros incidentes inesperados que possam pôr em perigo a saúde pública.

Na possibilidade de se registrar eventos de consequências problemáticas (Quadro 4), Ações de Emergência devem ser demandadas para seu combate.

Quadro 4 – Eventos previsíveis

Tipo de evento	Descrição
Desastres naturais	Inundações
	Ventos ciclônicos
	Erosões
	Condições meteorológicas extremas (raios, temperatura anormal, seca)
Ações humanas	Sabotagem
	Vandalismo
	Acidentes diversos
	Bioterrorismo
Incidentes inesperados	Incêndio
	Falhas mecânicas do sistema
	Acidentes construtivos
	Contaminação acidental (surto epidêmico, etc)
	Rompimento de barragem

As ações a serem estabelecidas para o atendimento das emergências devem ser concisas, objetivas e de fácil implementação. Os procedimentos necessários não necessitam ser exaustivos, porém deverão trazer a informação crítica nas fases iniciais da resposta e orientar para a resposta operacional.

Sempre que possível, a informação deve ser apresentada sob a forma de “check-list” e de esquemas funcionais, para possibilitar uma fácil e rápida compreensão das recomendações a serem colocadas em prática.

Ressalta-se que as ações de emergência deverão ser revistas sempre que se justifique pois são partes dinâmicas do planejamento, ou seja, tanto as variáveis sofrem modificações como também os recursos que deverão ser empregados em cada ação.

Para fazer face a estas situações, é necessário ainda que se conceba as Ações de Contingências para dar respostas às situações de emergência.

Ações de contingência consubstanciam-se em ações estruturadas e organizadas a serem acionadas quando constatada uma situação de emergência, a fim de restabelecer o sistema afetado.

As ações de contingência devem ocorrer por meio de ações integradas, baseadas em procedimentos e abordagens técnico científicas, utilizando como apoio uma base de dados e informações georreferenciadas, com o envolvimento de múltiplos atores. Inclui ações de prevenção, preparação, resposta, mitigação e recuperação.

9

MEDIDAS ESTRUTURAIIS E ESTRUTURANTES

A definição de ações para solução dos problemas causados pela deficiência em drenagem, passa pela análise de medidas de natureza estrutural e estruturante, assim definidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB):

→ **Medidas Estruturais:** correspondem aos tradicionais investimentos em obras, com intervenções físicas relevantes nos territórios, para a conformação das infraestruturas físicas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. São evidentemente necessárias para suprir o déficit de cobertura pelos serviços e a proteção da população quanto aos riscos epidemiológicos, sanitários e patrimoniais. Trata-se da infraestrutura de micro e de macrodrenagem, compostas por galerias, poços de visitas, sarjetas, canais, reservatórios de amortecimento, entre outros;

→ **Medidas estruturantes:** são entendidas aquelas que fornecem suporte político e gerencial para a sustentabilidade da prestação dos serviços. Encontram-se tanto na esfera do aperfeiçoamento da gestão, em todas as suas dimensões, quanto na da melhoria cotidiana e rotineira da infraestrutura física. Compreendem os planos diretores de drenagem, a legislação urbana do uso e ocupação do solo, a fiscalização do cumprimento desta legislação, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE & FORTES. **Como instalar calhas em seu telhado**. Disponível em: <<http://andradeefortes.com.br/como-instalar-calhas-em-seu-telhado>>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos: Inundações bruscas em Pernambuco**. 2010. Disponível em:

<http://www.mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=53d18df5-cf74-4be4-80c0-97ce3cebad14&groupId=10157>: Acesso em: 07 set. 2015.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. ABRH, Porto Alegre, 2005. 266 p.

BUSCH, A.; AMORIM, S. **A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: Procurando respostas**. 2011. Disponível em:

<http://casoteca.ena.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=50:a-tragedia-da-regiao-serrana&catid=8:gestao-de-crise>: Acesso em: 30 ago. 2015.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.rhama.net/download/artigos/artigo126.pdf>>. Acesso em: 10 Set. 2015.

FCTH. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. 1999. São Paulo, SP. Disponível em:

<http://www.usp.br/fau/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf>: Acesso em: 30 ago. 2015.

INFRAESTRUTURA URBANA. **Bocas de lobo**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

INFRAESTRUTURA URBANA. **Sarjetões de concreto armado**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/1-sarjeto.aspx>>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. 2012. São Paulo, SP. Disponível em:

<http://www.usp.br/fau/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf> Acesso em: 30 ago. 2015.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **DP-H16, Diretrizes de projeto para macrodrenagem**. Superintendências de projetos e de obras. 1999. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/NORMAS%20T%C3%89CNICAS%20INSTRU%C3%87%C3%95ES%20NOVAS/Hidr%C3%A1ulica%20e%20drenagem%20urbana/DH-H16.pdf>>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Plano nacional de saneamento ambiental – PLANSAB**. 2013. Brasília.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da drenagem urbana: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS Vol. 7, n. 1(2002 jan./mar.), p. 5-27. 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

CRÉDITOS

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Márcio Endles Lima Vale - Presidência
Antonio Arnaldo Alves de Melo - Diretoria Executiva
Patricia Valéria Vaz Areal - Departamento de Engenharia de Saúde Pública
Thiago Martins Milhim - Departamento de Administração
Dayany Schoecher Salati - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Clesivânia Santos Rodrigues - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Nilton José de Andrade - Superintendente Estadual do Espírito Santo
Noel Carlos Fernandes Freire - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Espírito Santo
Maria de Fátima Oliveira Chaves - Superintendente Estadual Substituta do Maranhão
Raimundo Rodrigues dos Santos Filho - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Maranhão

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Sidney Luiz de Matos Mello - Reitoria
Antonio Claudio Lucas da Nóbrega - Vice-reitoria
Estefan Monteiro da Fonseca - Coordenação Geral
Jefferson Ribeiro Fernandes - Coordenação de Mobilização Social e Institucional
Juliana Cerqueira Pamplona Silva - Coordenação Adjunta de Mobilização Social

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL

Karin Schipper Segala - Coordenação Técnica
Silvia Martarello Astolpho - Coordenação Técnica
Leonardo Hasenclever de Lima Borges - Revisão

Projeto gráfico e diagramação - Disarme Grafico
Impressão - Grafitto
Impresso no Brasil
Junho de 2016

Esta publicação compõe a coleção de cinco Cadernos Metodológicos elaborados como material didático do Projeto "Fortalecendo capacidades municipais para elaboração, implementação e gestão de Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos", realizado por meio do **Termos de Execução Descentralizada (TED 01/2014 e TED 03/2014)** assinado entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) dos Estados do Maranhão e Espírito Santo, respectivamente e a Universidade Federal Fluminense (UFF). Leia também outros quatro cadernos - Abastecimento de Água Potável; Esgotamento Sanitário; Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e Mobilização Social.



Fundação
Nacional
de Saúde



CONTATOS

0800 940 1288

CONTATO@SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR

WWW.SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA