



**PREFEITURA DE  
SÃO PAULO**  
DESENVOLVIMENTO URBANO



FUNDAÇÃO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DE HIDRÁULICA

MANUAL DE  
**DRENAGEM**  
E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

**GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE  
DRENAGEM URBANA**

**VOLUME I**



**Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano**

**Plano Municipal de Gestão do  
Sistema de Águas Pluviais de São Paulo**

**MANUAL DE  
DRENAGEM  
E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

**GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE  
DRENAGEM URBANA**

**VOLUME I**



São Paulo, 2012

© 2012 Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano

---

S241m São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano.  
Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do  
sistema de drenagem urbana.  
São Paulo: SMDU, 2012.

168p. il. v.1

ISBN 978-85-66381-01-6  
ISBN 978-85-66381-00-9 (Coleção)

1. Drenagem 2. Água pluvial I.Título

CDU 626(816.11)

---

Índice para catálogo sistemático:

1. São Paulo:cidade:drenagem:água pluvial

Proibida a reprodução total  
ou parcial sem a autorização  
prévia dos editores

Direitos reservados e protegidos  
(Lei nº 9.610, de 19.02.1998)

Foi feito o depósito legal na Biblioteca Nacional  
(Lei nº 10.994, de 14.12.2004)

Impresso no Brasil 2012

Prefeitura de São Paulo  
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano  
Rua São Bento, 405 – 17º e 18º andares – Centro  
São Paulo – SP – CEP 01008-906  
Tel: 11 3113-7500  
[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento\\_urbano/](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/)

# Índice

<b>PREFÁCIO – AS ÁGUAS E A CIDADE DE SÃO PAULO .....</b>	<b>7</b>
<b>1. VISÃO GERAL DE PLANEJAMENTO DA DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>11</b>
<b>2. PRINCÍPIOS ADOTADOS PARA O PLANEJAMENTO DA DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>29</b>
<b>3. PROGRAMA DE DRENAGEM .....</b>	<b>33</b>
<b>4. MAPA HIDROGRÁFICO DA CIDADE DE SÃO PAULO.....</b>	<b>51</b>
<b>5. CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>59</b>
5.1 CONSTITUIÇÃO FEDERAL .....	61
5.1.1 Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado .....	61
5.1.2 Garantia da função socioambiental da propriedade urbana.....	61
5.1.3 Ordem econômica .....	62
5.1.4 Saúde .....	62
5.1.5 O papel do município na tutela do meio ambiente urbano .....	63
5.1.6 Competências municipais legislativas e materiais.....	63
5.1.7 Domínio da água .....	65
5.1.8 Saneamento básico.....	66
5.2 ESTATUTO DA CIDADE.....	66
5.2.1 Objetivos e diretrizes da política urbana .....	67
5.2.2 Instrumentos da gestão democrática da cidade .....	67
5.3 POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE .....	68
5.3.1 Conceitos .....	69
5.3.2 Princípios, objetivos e diretrizes da política .....	70
5.3.3 Licenciamento ambiental .....	71
5.4 CÓDIGO FLORESTAL, PLANO DE DRENAGEM E APP URBANA .....	73
5.4.1 Áreas de preservação permanente (APP) .....	75
5.4.2 Rios, cursos d'água e nascentes .....	75
5.4.3 A evolução do regramento das APPs ao longo de corpos d'água no Código Florestal...	77
5.4.4 APP em zona urbana .....	78
5.4.5 O Município e as APPs urbanas .....	79
5.4.6 Faixa não edificável e APP urbana .....	79
5.4.7 Supressão de vegetação em APP .....	80
5.5 PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO .....	82
5.6 LEI Nº 13.885 DE 25 DE AGOSTO DE 2004 (PDE, PRE E ZONEAMENTO) .....	88
5.7 CÓDIGO DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.....	89
5.8 LEI DAS PISCININHAS .....	90
5.9 OUTORGA DE RECURSOS HÍDRICOS .....	91
<b>6. GERENCIAMENTO DE CONTINGÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>
6.1 Monitoramento em tempo real e previsões .....	97
6.1.1 Sistema de alerta .....	97
6.1.2 Equipamentos de monitoramento em tempo real utilizados pelo SAISP .....	102
6.1.3 Radar meteorológico.....	104
6.2 Diretrizes para plano de contingências .....	106
6.2.1 Diretrizes para a elaboração do Plano de Contingência .....	107

<b>7. GERENCIAMENTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>109</b>
7.1 Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem .....	111
7.1.1 Sistema de drenagem inicial.....	111
7.1.2 Sistema de macrodrenagem.....	113
7.1.3 Manutenção .....	113
7.1.4 Diagrama funcional da manutenção.....	114
7.1.5 Plano de ação operacional .....	116
7.1.6 Procedimentos e rotinas.....	117
7.1.7 Fiscalização.....	120
7.2 Organização de um serviço de manutenção .....	120
7.2.1 Setor de execução.....	121
7.2.2 Setor de serviços internos .....	122
7.2.3 Setor de controle administrativo.....	122
7.2.4 Rotina de funcionamento.....	122
7.3 Indicadores de desempenho do sistema de águas pluviais .....	125
7.3.1 Indicadores para o sistema de drenagem do Município de São Paulo.....	126
<b>8. A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A COMUNICAÇÃO SOCIAL.....</b>	<b>137</b>
8.1 Capacitação de recursos humanos .....	139
8.2 Comunicação social e educação ambiental.....	146
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>161</b>

# Índice de Figuras

<b>Figura 1.1</b> - Bacia em estudo e zona de inundação para $T_r = 2$ anos (situação atual).....	25
<b>Figura 1.2</b> - Zona de inundação para 50 anos (situação atual) .....	26
<b>Figura 1.3</b> - Zona de inundação para 100 anos (situação atual) .....	26
<b>Figura 3.1</b> - Representação esquemática de um conjunto de medidas estruturais de controle .....	42
<b>Figura 3.2</b> - Fluxo de Atividades do Processo de Escolha da Alternativa de Controle de Cheias num Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.....	45
<b>Figura 3.3</b> - Proposta de critérios e subcritérios para hierarquização das alternativas.....	46
<b>Figura 6.1</b> - Indicação das estações telemétricas da rede do DAEE .....	101
<b>Figura 6.2</b> - Pluviômetro de cuba basculante .....	102
<b>Figura 6.3</b> - (A) Sensor de nível ultrassônico; (B) Sensor de nível de pressão .....	102
<b>Figura 6.4</b> - Vista de um posto instalado .....	103
<b>Figura 6.5</b> - Fluxograma de informações de uma estação telemétrica .....	103
<b>Figura 6.6</b> - Exemplo de gráfico de medições pluviométricas da rede telemétrica do SAISP .....	104
<b>Figura 6.7</b> - Exemplo de gráfico de medições pluviométricas da rede telemétrica do SAISP .....	104
<b>Figura 6.8</b> - Exemplo do produto CAPPI .....	105
<b>Figura 6.9</b> - Exemplo dos produtos: (A) ECHO-TOP; (B) ACUMM; (C) GUST; (D) VIL.....	106
<b>Figura 7.1</b> - Modelo de ficha de cadastro de manutenção .....	112
<b>Figura 7.2</b> - Serviço de manutenção .....	121
<b>Figura 8.1</b> - O enfoque do saneamento ambiental centrado no lote .....	149
<b>ENCARTES</b> - Mapa hidrográfico do Município de São Paulo	
Mapa hidrográfico do Município de São Paulo com divisão de bacias	

# Índice de Tabelas

<b>Tabela 3.1</b> - Análise das Enchentes da Bacia (Exemplo).....	39
<b>Tabela 3.2</b> - Medida de Desempenho das Alternativas Diante dos Critérios Propostos .....	47
<b>Tabela 4.1</b> - Bacias totalmente contidas do Município de São Paulo .....	54
<b>Tabela 4.2</b> - Bacias parcialmente contidas do Município de São Paulo .....	57
<b>Tabela 6.1</b> - Relação das estações pluviométricas e fluviométricas do SAISP.....	98
<b>Tabela 7.1</b> - Procedimento de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem .....	118
<b>Tabela 7.2</b> - Procedimento de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem.....	119
<b>Tabela 7.3</b> - Procedimento de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem .....	119
<b>Tabela 7.4</b> - Indicadores de desempenho do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais para o Município de São Paulo .....	126



# Prefácio

## As águas e a cidade de São Paulo

O processo de desenvolvimento da cidade de São Paulo foi marcado pela intensidade e dinamismo ao longo do século XX. Reflexo de uma das transições rural-urbano mais aceleradas do mundo, característica marcante da urbanização brasileira, a cidade, com pouco mais de pouco mais de 31 mil habitantes em 1872, viu sua população se multiplicar sete vezes até a virada do século e tornou-se a principal metrópole do país e da América do Sul na segunda metade do século XX. Conta, atualmente, segundo o Censo demográfico do IBGE, com mais de 11 milhões habitantes.

O desenvolvimento intenso em termos temporais traduziu-se, em contrapartida, em uma urbanização extensiva e espraiada do ponto de vista territorial. Esse processo levou a grandes desequilíbrios estruturais, como a distribuição desigual entre população e oportunidades econômicas. Notadamente, trouxe também problemas ambientais extremamente graves com destaques para: (I) a ocupação de áreas de mananciais e ambientalmente frágeis, trazendo uma presença significativa de moradores em áreas de risco; (II) a ocupação dos fundos de vales, especialmente para a implantação de grandes avenidas; (III) a alta impermeabilização do solo urbano, que resultou no aumento da velocidade do escoamento superficial das águas e no assoreamento dos rios. A questão das enchentes, intensificada nos verões paulistanos, apresenta-se como um dos principais sintomas desses desequilíbrios estruturais, afetando a vida de todos, com enormes prejuízos sociais e econômicos.

Tais desafios viram-se bastante agravados à medida que o recente ciclo de crescimento econômico ampliou, sobremaneira, a pressão sobre o meio ambiente. Partindo do presente e olhando para o futuro, a retomada de uma convivência harmônica com as águas coloca-se como um desafio estratégico: tanto em função das mudanças climáticas que se avizinham, como em função da melhora da qualidade de vida que se almeja para todos os habitantes. É importante dizer que muito se fez para melhorar a drenagem urbana, com destaque para um amplo escopo de obras relacionadas ao controle das cheias. No entanto, é evidente que o enfrentamento de um problema estrutural como é a drenagem urbana só pode ser completamente equacionado no longo prazo.

Buscando constituir uma forma moderna e ambientalmente correta de manejar as águas pluviais e reduzir drasticamente a vulnerabilidade de São Paulo às chuvas intensas, a Prefeitura Municipal de São Paulo vem desenvolvendo, desde o final de 2010, o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP). Este projeto é liderado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU e conta com a colaboração das várias secretarias municipais, em especial, da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras – SIURB, Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras – SMSF, Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB e da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA. Para apoio ao desenvolvimento do PMAPSP foi contratada a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), entidade de apoio a projetos de pesquisa e desenvolvimento com reconhecido histórico de excelência na área. É importante destacar que este projeto ocorre em paralelo e de forma aderente ao Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do alto Tietê (PDMAT3), em execução pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE do Governo do Estado de São Paulo.

As soluções buscadas pelo PMAPSP não passam exclusivamente pela ação dos gestores da cidade. Elas estão e deverão ser produzidas ao longo do processo em parceria com a população, uma vez que exigem uma nova postura da sociedade diante do meio urbano. Além disso, são soluções que deverão ser implantadas ao longo de muitos anos, exigindo continuidade e controle por parte dos cidadãos para seu bom desenvolvimento.

O PMAPSP se assenta em três pilares: a regulamentação do uso e da ocupação do solo, o desenvolvimento dos programas de drenagem das bacias do município de São Paulo e a elaboração do manual de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

As questões ligadas ao uso e à ocupação do solo são tratadas no Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PDE), nos Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras (PREs) e na Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS). O PMAPSP criará os subsídios para que essa regulamentação possa ser continuamente aprimorada, contemplando o estado da arte das técnicas de manejo de águas pluviais.

Os programas de drenagem das bacias do município de São Paulo, a serem desenvolvidos na continuidade da implantação do PMAPSP, têm como objetivos, para cada bacia, diagnosticar e analisar o atual sistema de macrodrenagem da região e propor um conjunto hierarquizado de soluções estruturais e não estruturais capazes de reduzir os efeitos das cheias com resultados para horizontes de curto, médio e longo prazo, tendo como meta atingir, em 2040, o grau de proteção hidrológica para cheias em um período de retorno de 100 anos. Os programas deverão considerar implantação de medidas de curto (até 5 anos), médio (até 15 anos) e longo prazo (até 2040), acompanhadas de análises de custo-benefício e de avaliação ambiental estratégica. Além disso, os programas fornecerão subsídios para a implantação de um sistema de gestão sustentável do sistema de águas pluviais e para a articulação das ações de drenagem com o planejamento territorial e os serviços de saneamento básico do município de São Paulo. Os principais produtos dos programas de drenagem de cada sub-bacia serão: cartografia básica de referência para os planos de informação georreferenciados, modelos computacionais de simulação hidráulica, mapeamento das áreas de inundação para diversos riscos hidrológicos, programa de controle de cheias e portfólio hierarquizado de medidas estruturais e não estruturais.

O terceiro pilar do PMAPSP é este livro – *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais* – que é disponibilizado para a sociedade em três volumes e terá como função orientar e subsidiar os profissionais da PMSP, os prestadores de serviço e os empreendedores que atuam nas áreas de planejamento e projetos de drenagem urbana, planejamento e controle do uso do solo, e projeto, análise e aprovação de novos empreendimentos. Este trabalho foi estruturado de tal forma que possa também ser utilizado como um texto informativo para não especialistas do setor e, assim, propiciar a participação dos cidadãos na busca de soluções para os problemas de drenagem urbana visando à melhoria da qualidade de vida de todos os municípios.

A Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH elaborou e é a responsável pelo conteúdo técnico deste livro *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais*, como parte das atividades desenvolvidas durante a prestação de serviços de consultoria técnica especializada para a elaboração do Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais.

O conteúdo deste livro está dividido em três volumes.

O volume 1 – *Gerenciamento do Sistema de Drenagem Urbana* – aborda o planejamento e a gestão da drenagem urbana, fundamental para todos os profissionais que, de uma forma ou outra, trabalham com a água na cidade. O principal objetivo é informar gestores públicos, urbanistas, ambientalistas, engenheiros, etc. sobre como o PMAPSP deve ser conduzido, gerido e atualizado ao longo dos anos. Discute também a importância das atividades de gestão, envolvendo aspectos de manutenção, operação, monitoramento e informação sobre a drenagem urbana. Apresentam-se neste volume o mapa hidrográfico

e o mapa hidrográfico com divisão de bacias do município, ambos elaborados com base no Mapa Digital da Cidade (MDC), e fundamentais para o planejamento urbano de São Paulo.

Os volumes 2 – *Aspectos Tecnológicos: Fundamentos* – e 3 – *Aspectos Tecnológicos: Diretrizes para Projetos* – constituem a parte técnica deste livro e foram elaborados para subsidiar a atuação de engenheiros e outros especialistas que trabalham em projetos de drenagem urbana. O volume 2 apresenta aspectos fundamentais de hidrologia, hidráulica, qualidade da água, transporte de sedimentos e de medidas de controle de escoamento superficial. O volume 3 apresenta diretrizes para o desenvolvimento de atividades de viabilidade de obras em drenagem urbana e para projetos de obras de microdrenagem, de macrodrenagem e de medidas de controle na fonte. Este documento técnico assume uma visão de desenvolvimento de projeto de drenagem urbana com a necessária perspectiva de se implantar conceitos de *sustentabilidade técnica, social, econômica e ambiental* nas ações propostas.

Por fim, é importante destacar que não se trata de uma iniciativa isolada. Os projetos urbanos desenvolvidos entre 2009 e 2012 e a visão estratégica de longo prazo contida no Plano SP2040 se desenvolveram dentro de uma perspectiva sistêmica e articulada, buscando integrar pequenas iniciativas e grandes intervenções, com grande ênfase na factibilidade das diretrizes e na sua viabilidade financeira. Nesse sentido, o conjunto de iniciativas desenvolvidas procura incorporar soluções para o grave desequilíbrio estrutural que o rápido e intenso processo de urbanização introduziu nas dinâmicas das águas na cidade. O plano apresentado busca estruturar uma estratégia capaz de reverter este quadro e de apontar as principais etapas e as iniciativas que façam de São Paulo, na sua relação com as águas, uma cidade mais próxima daquela que queremos deixar para as próximas gerações.

**Miguel Luiz Bucalem**

Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano





# 1 ■ VISÃO GERAL DE PLANEJAMENTO DA DRENAGEM URBANA



*O projeto e a gestão de sistemas de água urbanos baseados na análise de todo o sistema conduzirá a soluções mais sustentáveis do que o projeto e gestão de elementos do sistema (Integrated Urban Water Management in the City of Future- ICLEI- European Secretariat, 2011)*

A ideia de planejar uma bacia urbana com vistas à questão das inundações nasce da percepção de que tanto existem problemas a serem resolvidos quanto oportunidades a serem exploradas. Existe hoje a convicção, baseada principalmente em experiências estrangeiras e algumas nacionais, de que a forma mais racional, econômica e sustentável de equacionar estas questões é através de uma abordagem ampla e integrada no tempo e no espaço. A realização prática desta abordagem são os Planos de Drenagem Urbana.

O trabalho de Gilbert F. White-*Human Adjustment to Floods* (1945) inspirou a política dos Estados Unidos de Gestão de Inundações e influenciou inúmeros estados e cidades daquele país a desenvolverem políticas públicas do setor, baseadas em planos de drenagem urbana. A cidade de Denver e outras cidades do Estado do Colorado são exemplares nesta área, tendo iniciado suas atividades após as cheias catastróficas de 1965. Em todas estas cidades, a atuação das entidades que trabalham com inundações urbanas baseia suas atuações em planos de drenagem urbana de bacias hidrográficas.

Portanto, estas ideias não são novas e vêm sendo praticadas em grande parte do mundo desenvolvido. No Brasil, estes conceitos estão se impondo gradativamente e já se registram exemplos importantes. Grandes cidades como São Paulo, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Brasília e outras estão trabalhando nesta direção. Além de grandes áreas metropolitanas, outras cidades de médio e de pequeno porte também possuem planos de drenagem urbana ou desenvolvem esforços para realizá-los.

No continente europeu ações de planejamento e controle da drenagem urbana remontam há séculos, notadamente em locais como os Países Baixos. O Plano de Obras do Delta constitui-se num dos maiores planos de defesa contra as inundações que se tem conhecimento no Ocidente, acumulando investimentos vultosos desde a década de 1950.

O Reino Unido, a França, a Alemanha, a Itália e a Bélgica acumulam experiências importantes na drenagem urbana e no controle da poluição hídrica, sendo possível encontrar na literatura diversos exemplos de práticas que associam o controle das cheias à melhoria da qualidade ambiental das bacias hidrográficas.

A partir dos anos 1980 é possível também identificar várias experiências de controle de cheias urbanas em países do Oriente. No Japão os planos de drenagem urbana estão normalmente associados a medidas de contingência e prevenção contra os desastres naturais. No início da década de 1990 uma experiência deste tipo foi bem-sucedida no Estado de São Paulo, no município de Cubatão. Trabalhos de cooperação internacional financiados pela Japan International Cooperation Agency (JICA) produziram um Plano Diretor de Combate às Inundações e Deslizamentos na Serra do Mar, resultando em intervenções estruturais e não estruturais implantadas nos vales dos rios Cubatão, Mogi e Perequê e nas vertentes afluentes a grandes complexos industriais.

Ainda no Oriente, países como a China, a Coreia do Sul e a Índia apresentam em seus grandes centros urbanos problemas muito similares aos observados em metrópoles brasileiras, agravados por efeitos de grandes tormentas e outros fatores climáticos. Práticas como a denominada "renaturalização" (ou revitalização) dos cursos d'água estão sendo exemplos de sucesso nesses países densamente urbanizados, na busca pela restauração de áreas de várzeas perdidas durante o intenso processo de urbanização.

A atuação de países em desenvolvimento na prática do planejamento das medidas de defesa contra as inundações em áreas urbanas está se consolidando, resultado de inúmeros fatores, como a crescente valorização do conceito de sustentabilidade ambiental.

Neste trabalho busca-se consolidar as melhores práticas passadas e presentes na aplicação das técnicas de controle das inundações, como medida para aumentar a segurança contra riscos de eventos hidrológicos extremos e garantir a melhoria da qualidade de vida para a sociedade.

### *Princípios e Objetivos*

Um plano de drenagem urbana é uma peça técnica, voltada para o futuro, que tem como escopo orientar as ações e o processo decisório a respeito dos problemas de inundações de uma bacia. Como tal, deve basear-se em informações suficientes e confiáveis e nas melhores tecnologias disponíveis, para enfrentar os problemas que se apresentam.

Entretanto, um bom plano depende da consideração de muitos outros fatores. Os mais comuns são aqueles que se referem a aspectos institucionais, legais, culturais, gerenciais, econômicos, políticos, fiscais e outros. Estes aspectos podem representar restrições importantes ao desenvolvimento de um bom plano, mas podem também oferecer oportunidades a explorar. Desta forma, planos acabam sendo influenciados pelo ambiente, região ou país onde são desenvolvidos.

Em que pesem as citadas influências dos fatores ambientais, a estrutura lógica e a metodologia que regem o desenvolvimento destes planos são bastante semelhantes e consolidadas pela prática.

Os objetivos e princípios desempenham papel central no processo de planejamento, não só porque definem as principais características do plano, mas também porque conduzem e estruturam todo o desenvolvimento do trabalho.

Princípios são declarações que formam a estrutura conceitual e dão sustentação ao plano. Em outras *palavras, são conceitos e valores essenciais para o desenvolvimento do plano, que são amplamente aceitos como verdadeiros.*

### *Planejamento da Drenagem Urbana*

O sistema de drenagem urbana faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, quais sejam: redes de abastecimento de água, de coleta de esgotos sanitários, de cabos de transmissão de energia, de serviços de comunicações, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de recreação e lazer.

É conveniente para a comunidade que a área urbana seja planejada de forma integrada, isto é, que todos os melhoramentos públicos sejam planejados coerentemente. Se existirem planos setoriais, regionais, quer municipais, estaduais ou federais, é desejável que haja perfeita compatibilidade entre o plano de drenagem urbana e esses planos. Quando o sistema de drenagem não é considerado desde o início da formulação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se ao mesmo tempo de alto custo e ineficiente.

Em relação aos outros melhoramentos urbanos, o sistema de drenagem tem uma particularidade: o escoamento de águas pluviais sempre ocorrerá independentemente de existir ou não sistema de drenagem adequado. A qualidade desse sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores.

Sempre é possível, através de estudos mais amplos, planejar o sistema de drenagem de forma a diminuir os custos, e aumentar os benefícios resultantes. Por exemplo, a construção de reservatórios de retenção a montante ou a concepção de parques nos quais se admitam inundações periódicas são possibilidades bastante interessantes. O projeto de canais abertos, diminuindo, ou mesmo eliminando



a necessidade de tubulações enterradas, merece análise pormenorizada, pois resulta em investimentos de menor vulto.

Outro aspecto a considerar diz respeito à urbanização de áreas altas, o que pode resultar no aumento do escoamento de águas pluviais para as áreas baixas. O empreendimento de montante deve ser projetado de forma a conservar as condições naturais através de reservatório de acumulação das cheias ou de outras medidas, ou então ser onerado pelos custos de adequação do sistema de drenagem das áreas a jusante.

Fica, então, de início, caracterizado que o sistema de drenagem deve ser incluído no plano urbano de desenvolvimento integrado. Em decorrência, na equipe multidisciplinar responsável pela elaboração desse plano, ao lado dos urbanistas, economistas, sociólogos, ambientalistas, etc. deverão sempre estar presentes os engenheiros hidrólogo e hidráulico.

Com tal procedimento na concepção do sistema de drenagem, poderão ser pesquisadas soluções que eliminem interferências do sistema de drenagem com outros melhoramentos públicos, definam os gabaritos para pontes e travessias, minimizem as tubulações enterradas e levem em conta possibilidades de contenção ou retardamento das cheias.

Em sentido amplo, o planejamento é a atividade destinada a resolver os problemas de uma comunidade através de considerações ordenadas, que envolvem desde uma concepção inicial até um programa de intervenções, considerando um espaço determinado e fixado um período de tempo.

O planejamento da drenagem urbana, conforme a exposição inicial, deve ser feito de forma integrada, considerando os outros melhoramentos urbanos e os planos de bacia ou regionais, quando existirem. Após estarem determinadas as interdependências entre o sistema de drenagem urbana e outros sistemas urbanos e regionais, pode-se desenvolver um planejamento específico da drenagem urbana.

Tal planejamento deve ser feito com critérios bem estabelecidos, oriundos de uma política da administração pública, apoiada em regulamentos adequados e nas sustentabilidades econômica, financeira e ambiental. Essa política e esses regulamentos devem sempre atender às peculiaridades locais, físicas, econômicas e sociais. O planejamento deve sempre levar ao projeto de um sistema de drenagem exequível, técnica e economicamente eficiente maximizando os benefícios, minimizando os custos, coerente com os planos de bacia e outros planos setoriais, e que atenda aos anseios da sociedade.

O sistema de drenagem deve ser considerado como composto por dois sistemas distintos, que devem ser planejados e projetados com critérios diferenciados.

O sistema de drenagem inicial, ou de microdrenagem, ou ainda coletor de águas pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de águas pluviais e também canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de águas pluviais cuja ocorrência tem um período de retorno de até 10 anos. Quando bem projetado, elimina praticamente os alagamentos na área urbana, evitando as interferências entre as enxurradas e o tráfego de pedestres e de veículos, e danos às propriedades.

O sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por estruturas de maiores dimensões, projetado para cheias cujo período de retorno deve estar próximo de 100 anos. Quando este sistema é bem projetado pode-se obter diminuição considerável do custo do sistema inicial, reduzindo-se, por exemplo, a extensão das tubulações enterradas. Do seu bom funcionamento dependem, essencialmente, a segurança urbana e a saúde pública. Quando este sistema não é projetado, ele existe naturalmente, pois as cheias escoam pelas depressões topográficas e pelos cursos d'água naturais. Se a área urbana não se desenvolver de forma coerente com essas condições, são grandes os riscos de prejuízos materiais, e mesmo de perdas de vidas humanas. A urbanização das áreas baixas marginais aos cursos d'água deve ser feita cautelosamente. Sem um projeto adequado de drenagem dessas áreas a sociedade será onerada, no futuro, por altos custos

decorrentes de manutenção e correção do sistema de drenagem inadequado. Por outro lado, é desejável que essas áreas baixas se prestem melhor ao uso como áreas verdes com fins de recreação e lazer.

### *Fundamentos dos sistemas de drenagem*

O sistema de drenagem urbana e, portanto, de prevenção de inundações fundamenta-se não só em planos, projetos e obras, mas também em legislação e medidas não estruturais que compreendem:

- Códigos, leis, regulamentos e normas sobre edificações, zoneamento, parcelamento e loteamento do solo e também medidas de controle sanitário e de preservação ambiental.
- Fiscalização da administração pública nas áreas urbanizadas e edificadas, bem como planos de reurbanização e renovação de áreas degradadas.
- Declaração de utilidade pública e desapropriação de áreas ociosas ou assoladas por inundações frequentes.

Esses dispositivos são particularmente importantes quando se referem às áreas baixas constituídas por planícies sedimentares marginais aos cursos d'água. Como podem ser inundadas durante as cheias, a sua ocupação deve ser restringida através dos seguintes meios:

- Zoneamento com delimitação clara das áreas frequentemente inundadas.
- Fixação de cotas aquém das quais a ocupação é desaconselhada ou mesmo vedada.
- Restrição de acesso às áreas sujeitas a inundações.
- Restrição por parte de órgãos públicos de licenciamento ambiental e de financiamento para empreendimentos de ocupação das áreas inundáveis.
- Limitação à expansão de outros serviços públicos nas áreas sujeitas a inundações frequentes.
- Estudo de áreas alternativas para os empreendimentos em cogitação em áreas inundáveis.
- Fixação de incentivos fiscais para que os terrenos permaneçam ociosos.

Outras medidas podem ser tomadas para minimizar os efeitos das inundações, como:

- Obras hidráulicas de controle, amortecimento ou armazenamento de cheias.
- Recursos de proteção local contra inundações, como comportas, válvulas, etc.
- Planos de contingência contra inundações, compreendendo sistemas de alerta, diques provisórios, esquemas de desvio de tráfego e de evacuação da população, etc.
- Planos de assistência social, compreendendo socorro à população pelo fornecimento de abrigo, alimentação, ajuda financeira, etc.
- Isenção de impostos e taxas às pessoas e às propriedades atingidas.

Por outro lado, os planos urbanísticos e de expansão dos serviços públicos devem se orientar pelo plano de manejo e drenagem de águas pluviais, de forma que:

- As áreas potencialmente inundáveis sejam bem conhecidas e perfeitamente delimitadas em mapas oficiais.
- A expansão de serviços públicos nessas áreas seja controlada ao máximo.

É importante que se disponha de uma organização técnica e administrativa voltada para a implantação, operação e manutenção do sistema de drenagem urbana, o que possibilitará:

- A inclusão nas leis de zoneamento, nos códigos de edificações e em mapas oficiais, de indicações claras a respeito das áreas sujeitas a inundações.
- Manutenção e atualização permanente de cadastro dos projetos e das obras executadas, com pormenores.
- Participação na elaboração dos planos de bacia e nos planos setoriais que possam interferir com o sistema de drenagem e conhecimento pleno de tais planos.
- Cooperação com entidades responsáveis por previsões meteorológicas, medições hidrológicas e previsões de cheias.
- Desenvolvimento de programas de aquisição de dados a respeito de prejuízos causados por inundações.
- Orientação e supervisão dos serviços de construção, operação e manutenção do sistema de drenagem.

Evidentemente, a criação dessa organização depende do comprometimento político, do pessoal técnico e de recursos financeiros.

### *Vantagens do Planejamento*

A principal vantagem do planejamento aplicado ao sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais refere-se à obtenção simultânea de menores custos e melhores resultados.

A elaboração de um bom plano de drenagem e manejo de águas pluviais é um assunto complexo, pois logo de início devem ser adotados critérios básicos de planejamento para o sistema de microdrenagem, para o sistema de macrodrenagem e para o programa de desenvolvimento de medidas estruturais e não estruturais. Frequentemente existem interferências com outros planos, bem como restrições orçamentárias, fatores que podem prejudicar a implantação das medidas de controle das inundações.

Quando do projeto de novas edificações importantes ou de loteamentos, antes mesmo do processo de licenciamento, o sistema de drenagem deve ser estudado minuciosamente, adotando-se alguns critérios básicos. Nesta etapa de estudo são tomadas decisões que influirão bastante no custo do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais. Se existirem áreas frequentemente inundáveis por processo hidrológico e hidráulico natural, tal fato deverá ser prudentemente considerado antes de se decidir sobre a intervenção prevista.

Quanto mais cedo as questões de drenagem forem examinadas, melhores resultados poderão ser obtidos do plano urbanístico. Ao se estudar tardiamente o sistema de drenagem, ou se ele for projetado considerando-se objetivos de curto prazo, as repercussões para a sociedade serão sempre negativas.

A aquisição de dados e informações para o planejamento de um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais é uma fase importante, mas deve sempre desenvolver-se em paralelo com a formulação de esquemas iniciais do sistema, de critérios básicos de dimensionamento, e do exame de problemas de operação e manutenção. Com tal procedimento evita-se a execução de levantamentos desnecessários ou de menor importância.

O sistema de drenagem e manejo de águas pluviais proporciona benefícios importantes quando bem projetado. A área urbana desenvolve-se de forma ordenada, a salvo de inundações e de prejuízos ao tráfego de pedestres e de veículos. Alguns benefícios a serem considerados no planejamento são os seguintes:

- Redução do custo de construção e manutenção das ruas.
- Melhoria do tráfego de veículos durante as chuvas.

- Benefícios à saúde, ao meio ambiente e à segurança urbana.
- Menor custo de implantação de parques e áreas de recreação e lazer.
- Recuperação de áreas degradadas.
- Menor custo de implantação de projetos habitacionais.
- Rebaixamento do lençol freático e melhoria das áreas de várzeas.

Um plano de drenagem e manejo de águas pluviais é de grande valia para a administração pública, para os empresários e para a comunidade em geral. Ele possibilita a todos o conhecimento das obras que serão executadas, dos respectivos prazos, e, portanto, do potencial de uso do solo urbano, em suas várias regiões.

O plano de drenagem e manejo de águas pluviais não deve se basear exclusivamente em projetos hidráulicos, mas também em critérios ambientais, sociais e econômicos. Deve ser elaborado em paralelo ao plano de drenagem um detalhado projeto orçamentário para ser apresentado aos órgãos de planejamento e aos provedores de recursos financeiros. Outros planos, como os relativos ao zoneamento, ao sistema viário, às áreas verdes, etc. deverão ser coerentes com o plano de drenagem.

Um plano diretor de drenagem e manejo de águas pluviais baseado em análise abrangente traz melhores resultados do que projetos de drenagem isolados, desenvolvidos com critérios diferentes para cada bacia hidrográfica.

### *Planejamento da microdrenagem*

O planejamento de sistemas de escoamento de águas pluviais deve considerar tanto as chuvas mais frequentes, cujo período de retorno é estimado em até 10 anos, como as chuvas mais críticas de período de retorno da ordem de 100 anos.

O sistema de drenagem inicial ou de microdrenagem, que compreende o pavimento das ruas, guias e sarjetas e galerias de águas pluviais de menor porte, deve ser dimensionado para as chuvas que ocorram em média a cada 10 anos. Todavia, durante a ocorrência de chuvas mais críticas esse sistema deve comportar parte do escoamento superficial, de forma que os riscos de prejuízos materiais ou de perdas de vidas humanas sejam pequenos. O alagamento do pavimento de ruas, e mesmo de passeios pode ser admissível desde que não seja frequente. Os níveis d'água que resultem na inundação de vias de intenso fluxo de veículos e pedestres, de residências e de estabelecimentos comerciais ou industriais, devem ser ainda mais raros.

O bom funcionamento do sistema de microdrenagem depende essencialmente da execução cuidadosa das obras conforme projetadas, além de manutenção permanente, com limpeza e desobstrução das bocas de lobo e das galerias antes dos períodos chuvosos.

As ruas servem como importante elemento do sistema de drenagem inicial, com escoamento das águas pluviais pelo pavimento e pelas sarjetas, até a sua admissão ao sistema de galerias através das bocas de lobo. Em decorrência, seu dimensionamento deverá levar em conta, também, seu funcionamento como conduto hidráulico.

Entretanto, antes desse dimensionamento devem ser fixados critérios básicos, que dependem essencialmente da classe de uso da via. As ruas secundárias admitem alagamentos mais frequentes do que as vias expressas. Porém, uma rua com pequena circulação de veículos, mas de intenso uso por pedestres, merece uma proteção maior contra alagamentos.

### *Galerias de águas pluviais*

O sistema de galerias de águas pluviais integra as bocas de lobo, as tubulações, os poços de visita e estruturas acessórias, e é projetado tendo em vista a condução de águas pluviais desde a sua captação, nas ruas, até a sua disposição no sistema de macrodrenagem. Pertence, portanto, ao sistema de microdrenagem, isto é, projetado para chuvas cujo período de retorno é estimado em até 10 anos. O seu bom funcionamento depende essencialmente de um sistema de macrodrenagem adequado, e é parcialmente inútil se a drenagem das ruas não for bem projetada. É possível, através de projeto adequado da drenagem das ruas e do sistema de macrodrenagem, diminuir a extensão das galerias de águas pluviais ou substituí-las por canais abertos, o que traz sensível diminuição dos investimentos nas obras.

Em áreas de urbanização mais antiga, é frequente que as galerias sejam insuficientes para a condução de águas pluviais, em razão do aumento do escoamento superficial, provocado pela impermeabilização progressiva do solo. Nesse caso os excessos de escoamento superficial permanecem nas ruas provocando prejuízos e incômodos à população até o ponto em que se torne aconselhável a ampliação do sistema de galerias ou de retenções.

Através de critérios usuais de projeto de drenagem urbana, devem ser estudados diversos traçados da rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o dimensionamento hidrológico e hidráulico preliminar. A concepção inicial que for escolhida como a mais adequada é mais importante para assegurar a economia global do sistema do que estudos que se realizem a posteriori de detalhamento do projeto, de especificações de materiais, etc.

Esse trabalho deve desenvolver-se sempre que possível simultaneamente com o plano urbanístico das ruas e das quadras, pois em caso contrário ficarão impostas ao sistema de drenagem restrições que levarão sempre a maiores custos. O sistema de galerias deve ser planejado de forma homogênea, proporcionando a todas as áreas estudadas condições adequadas de drenagem.

Após o dimensionamento do sistema deve ser feita verificação sobre as repercussões da ocorrência de chuvas mais intensas que a de projeto. Por vezes é recomendável a ampliação da capacidade das galerias se os prejuízos potenciais forem altos e os investimentos adicionais não se tornarem excessivos.

É necessário que se faça uma distinção entre uma chuva de período de retorno de 100 anos e uma cheia do mesmo período de retorno. A precipitação pluviométrica que ocorre em média uma vez a cada 100 anos é um valor calculado estatisticamente, mediante valores observados em um único ponto. A cheia de período de retorno de 100 anos pode ocorrer sem que tenha sido observada a chuva de 100 anos, pois depende de outros fatores como: distribuição espacial da chuva, umidade antecedente do solo, etc. A análise estatística de uma série de vazões máximas observadas pode proporcionar estimativa dessa cheia, mas em regiões em processo de urbanização essa amostra não é homogênea, em razão da alteração das condições hidrológicas.

A seleção do sistema de galerias mais adequado para uma área urbana deve considerar sempre aspectos mais amplos do que somente os relativos à prevenção das inundações. Há outras considerações a examinar, conforme indicadas em capítulos específicos deste manual.

### *Planejamento da macrodrenagem*

O planejamento adequado do sistema de macrodrenagem é fundamental para um bom plano de desenvolvimento urbano. Em geral, nas áreas já urbanizadas, o mau funcionamento desse sistema é a principal causa das inundações mais sérias, e do alto custo das galerias de águas pluviais. Quando não existe

planejamento desse sistema, o escoamento das cheias se faz por depressões topográficas e pelos canais naturais, de forma desordenada, quase sempre colocando em risco propriedades e vidas humanas.

Existe uma interação entre a área urbana e os canais principais de drenagem. A urbanização aumenta o escoamento superficial e diminui o tempo de concentração das cheias. Frequentemente os canais são obstruídos por material sólido carregado pelas enxurradas, e ocorrem inundações atingindo as áreas marginais.

O conduto final das águas pluviais pode ser tanto um canal natural, como um artificial através de retificação e revestimento do canal natural. Em alguns casos esse canal pode ser uma galeria de grandes dimensões, ou seja, um canal coberto que frequentemente é aproveitado como base para construção de ruas ou avenidas.

Os canais principais são às vezes projetados em etapas, deixando-se, por exemplo, o revestimento em concreto armado para o futuro, quando as cheias aumentarem com a urbanização progressiva. Quando se estudam os canais principais, são muitas as alternativas e possibilidades envolvendo o traçado, a seção transversal e o seu tipo de revestimento. Em áreas já urbanizadas existem restrições a serem observadas, mas sempre se deve pesquisar a alternativa de menor custo, que seja eficiente e ao mesmo tempo esteticamente agradável e ambientalmente justificada. A seleção da alternativa mais conveniente envolve grande responsabilidade, pois da eficiência dos canais principais depende o funcionamento de todo o sistema de drenagem.

É necessária uma primeira estimativa da vazão de projeto para avaliar preliminarmente as dimensões dos canais principais. Essa estimativa pode ser feita rapidamente adotando-se vazões específicas de cheias, ou mediante cálculos utilizando-se modelagem matemática específica para esse fim.

As diretrizes dos canais principais, em geral, devem seguir os fundos de vale. Nesse caso basta lançá-las em plantas cartográficas. Entretanto, em muitos casos, os fundos de vale não são bem definidos como em cidades muito planas, ou que já foram urbanizados. Então o traçado dos canais dependerá de outros fatores, dentre os quais o relativo a custos de desapropriação de imóveis particulares. Quando isso ocorre, a seleção da melhor alternativa deve ser amplamente justificada para os administradores públicos, de forma a se tornar politicamente aceitável.

Os canais, como elementos de macrodrenagem, são soluções que permitem tratamento urbano interessante, costumam ser mais baratas que as grandes galerias subterrâneas e, conforme suas características geométricas, possuem efeito atenuador das ondas de cheia. As suas principais desvantagens referem-se às interferências com o sistema viário e ao custo de manutenção, fatores que podem ser minimizados adotando-se um projeto e um programa mantenedor adequado.

Um canal considerado bem projetado é aquele cujas características permitam associar maior volume de acumulação no próprio leito e baixas velocidades para as descargas de cheias, resultando em tempos de concentração relativamente longos, que contribuirão para atenuar as descargas de pico a jusante.

As áreas marginais dos canais podem se constituir em interessante alternativa de áreas de recreação e lazer, mediante a criação de parques lineares. Em muitas áreas em fase de urbanização onde as declividades são baixas, os canais naturais podem não ser bem definidos, existindo apenas depressões topográficas. Ao longo desses pequenos vales podem ser projetados canais artificiais sendo que tal possibilidade, bem explorada, pode levar à diminuição da extensão das galerias de águas pluviais. Há que se atentar sempre, nesses casos, também aos aspectos de qualidade da água e ao transporte sólido.

A estabilidade dos canais em áreas urbanas é um fato importante a considerar, pois o regime hidrológico, à medida que aumenta o processo de urbanização, pode ser totalmente modificado. As vazões de estiagem e de cheias são alteradas de tal forma que devem ser estudadas medidas para evitar o assoreamento, a erosão do leito e o solapamento das margens dos canais, de forma a diminuir o custo de manutenção.

O projeto do canal depende dos critérios de projeto, do exame das condições topográficas, do custo das alternativas, das repercussões ambientais, etc. A escolha do tipo de revestimento do canal é um ponto importante, pois repercute sensivelmente no custo global do canal. A adoção do canal em terra, ou simplesmente gramado, é interessante considerando-se o baixo investimento inicial, mas precisa ser computada a elevação das despesas com a sua manutenção e conservação. Canais com taludes protegidos por enrocamento ou gabiões são comumente empregados, mas há que considerar também os custos de sua conservação, nem sempre considerados nos orçamentos públicos. Daí decorre o uso difundido de revestimentos mais resistentes, como o concreto projetado ou o concreto armado, de investimento inicial mais elevado, mas com custos de manutenção e conservação menores.

De forma mais pormenorizada, a escolha do canal deve basear-se nos seguintes fatores:

- Hidráulicos: declividade longitudinal, travessias, vazão de projeto, sedimentação, topografia, drenagem das áreas marginais.
- Estruturais: estabilidade de taludes laterais, custo de escavação e revestimentos, métodos construtivos, manutenção e conservação.
- Ambientais: áreas protegidas, zoneamento ecológico, áreas verdes, aspectos cênicos, áreas de empréstimo e de disposição, uso do solo nas áreas adjacentes, medidas de monitoramento e controle.
- Sociais: participação pública, comunicação social, padrões de vizinhança, tráfego de pedestres, uso recreacional, saúde e segurança urbana.
- Legais: restrições da legislação de uso e ocupação do solo e dos regulamentos ambientais e de outorga, consonância com as leis de zoneamento, o plano diretor municipal e outros dispositivos correlatos.

Antes da escolha definitiva do projeto do canal, os vários especialistas devem concordar que a solução encontrada é a mais adequada, atendendo aos requisitos de cada campo de especialização.

Sempre que possível, o canal deve ter escoamento lento, ser largo e raso e de aspecto cênico agradável. Quando houver transporte de material sólido em suspensão nas épocas de vazões baixas, a seção do canal deverá ser composta a fim de garantir velocidades mínimas adequadas e que evitem o seu assoreamento.

Sempre que se alterarem as condições de um canal natural, devem ser esperadas repercussões negativas. Quando se trata de um canal estável, de baixa declividade, a sua retificação pode desencadear processos de erosão e sedimentação que tendem a fazer com que o canal retorne ao seu estágio natural. Em canais naturais com leito arenoso, o aumento do escoamento superficial pode dar início a um processo erosivo muito rápido, de graves repercussões. Em ambos os casos devem ser previstas medidas preventivas que evitem essas tendências inconvenientes, como a construção de degraus e de bacias de dissipação de energia.

As decisões relativas ao projeto dos canais principais devem ser tomadas em conjunto pela equipe de planejamento. Quando elas são fundamentadas apenas nos aspectos hidráulicos e estruturais, podem ser perdidas boas oportunidades de realizar um projeto mais econômico e integrado no ambiente urbano.

### *Armazenamentos naturais em várzeas e em reservatórios*

A regulamentação do uso das várzeas decorre do poder disciplinador do uso do solo pela administração pública. Como essa mesma administração é responsável pela expansão de outros serviços públicos, inclusive pela implantação do sistema viário, pelo menos em tese a ocupação das áreas baixas ou das várzeas está sob seu inteiro controle.

A inundação temporária das várzeas (ou baixadas aluvionares)   um fato natural associado ao processo geomorfológico. Ao tentar impedir essa ocorrência, o homem encontra a oposi o da natureza, de forma que as inunda es podem se agravar, tanto no próprio local ocupado, como nas áreas a montante e a jusante.

A administra o pública tem a responsabilidade de salvaguardar a segurança e a saúde pública, de assegurar o livre trânsito de pessoas e veículos e de proteger as propriedades públicas e privadas. Assim, se for permitida a ocupa o das várzeas, as autoridades colocam em risco o desempenho pleno de suas fun es e obriga es.

A urbaniza o das bacias hidrográficas altera significativamente a forma de escoamento das águas pluviais e as áreas potencialmente inundáveis. Se essa urbaniza o se processa conforme as leis de zoneamento e de uso do solo promulgados pelo poder público, ele se torna agente dessas transforma es. Conclui-se, portanto, que este não pode permitir, ao acaso, altera es no sistema de drenagem se não assumir, ao mesmo tempo, a responsabilidade de suas consequências. A ocupa o das várzeas, ao longo dos cursos d'água naturais, se inevitável, pode ser feita de forma a assegurar razoável prote o contra as inunda es. A questão fundamental, para obter-se tal resultado,   a implanta o e a manuten o de canais que permitam o escoamento livre das cheias. Sempre que possível deverão ser mantidas condi es as mais próximas das naturais.

Portanto, a regulament o do uso das várzeas precisa especificar quais as condi es naturais a serem mantidas, e quais os usos que a comunidade pode fazer do solo sem maiores riscos.

Os reservatórios previstos para a conten o, amortecimento ou retardamento das cheias devem ser estudados, logo de início, na concep o do sistema de drenagem da bacia hidrográfica. Em geral apresentam excelentes possibilidades, com grande potencialidade técnica, econômica e ambiental, principalmente se foram dimensionados prevendo-se aproveitamento para outros usos e considerarem a melhoria da qualidade ambiental da bacia.

A constru o de pequenos reservatórios, comumente denominados de "piscinões", junto a parques e jardins, mesmo no centro de áreas urbanas   outra possibilidade interessante. A reten o temporária das águas pluviais nesses reservatórios reduz o custo do sistema de drenagem.

Nos canais principais de drenagem, conforme suas características geométricas e hidráulicas pode haver também uma ponderável atenua o das cheias através de seu armazenamento temporário. Os volumes acumulados podem ser relativamente pequenos. Porém, como as cheias nas áreas urbanas são rápidas e nem sempre de grande volume, essa possibilidade deve ser analisada. Quando for possível contar com extravasamentos laterais, o potencial desse tipo de soluço   ainda maior.

Freqentemente as solu es que envolvem a constru o de reservatórios são de caráter regional, e implicam a colabora o entre órgãos municipais e estaduais de planejamento.

### *Plano Diretor de Drenagem e Manejo de  guas Pluviais*

O Plano Diretor de Drenagem Urbana   a referência técnica para que a gestão da drenagem do município possa ser executada. Ele pode ser considerado estratégico, uma vez que nele consta um conjunto de documentos que apresentam os programas de a es, envolvendo medidas estruturais, não estruturais, medidas estruturais de controle do escoamento superficial, além do cronograma de implanta o do plano e o acompanhamento das a es propostas (monitoramento).

O plano   concebido para um determinado horizonte de planejamento. Os principais objetivos de um Plano Diretor de Drenagem e Manejo de  guas Pluviais são:



- Redução das inundações
- Zoneamento
- Minimizar os efeitos da poluição difusa
- Eficiência econômica
- Desenvolvimento da região
- Preservação e melhorias ambientais
- Satisfação das necessidades sociais e de recreação

Esses objetivos, ou a combinação deles, podem ser modificados devido às necessidades específicas de cada região.

### *Definição das Premissas Básicas e Estruturação*

As premissas técnicas básicas que devem nortear o Plano Diretor são:

- O espaço de planejamento e gestão da drenagem urbana deve ser a bacia hidrográfica. A segmentação da bacia em sub-bacias deverá ser avaliada em cada caso, tendo em vista principalmente o tamanho das áreas envolvidas.
- Interferir no escoamento dos canais de tal forma a manter volume e velocidade o mais próximo possível das condições naturais da bacia, sendo possível em alguns casos a redução destas características a valores inferiores aos naturais.
- Considerar que o escoamento superficial transporta a poluição difusa e, portanto, são necessárias medidas para controle e/ou tratamento da sua qualidade.
- As ações devem seguir os princípios de sustentabilidade.
- As medidas estruturais de controle do escoamento superficial e as medidas não estruturais deverão ser consideradas conjuntamente.
- Considerar devidamente, dentro de um horizonte de planejamento, as condições futuras de uso e ocupação do solo. Para tal, a análise da eficácia do sistema de drenagem deverá ser bem avaliada, segundo diferentes cenários de ocupação e uso do solo da bacia.
- Recuperar e/ou preservar, na medida do possível, as áreas de várzea.
- Delimitar as zonas de inundação diante do risco hidrológico. Isto é, as medidas estruturais de controle de cheias devem ser projetadas em conjunto com o zoneamento de áreas sujeitas a inundações.

### *Medidas Estruturais e Não Estruturais*

As medidas de controle de cheias podem ser de dois tipos: estruturais e não estruturais. O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais necessita de obras e intervenções para a condução das águas. As medidas estruturais representam interferências nas características do escoamento. Estas são responsáveis pelo direcionamento e controle do fluxo das águas pluviais, atribuindo novas estruturas e fazem uso da implantação de obras que modificam o sistema natural para a retenção ou contenção do escoamento, como, por exemplo, a construção de reservatórios, diques e canalizações abertas e fechadas.

As medidas estruturais de controle na fonte são aquelas que apresentam a nova visão de convivência com as cheias urbanas, propondo a redução e o tratamento do escoamento superficial gerado pela urbanização. O papel das medidas estruturais de controle na fonte é o de proporcionar soluções para a retenção, infiltração e abatimento do escoamento superficial. Os sistemas de drenagem mal projetados acabam por acelerar o escoamento e conduzem rapidamente os volumes de escoamento aos grandes canais fluviais. As medidas estruturais de controle na fonte visam retardar e reduzir o escoamento com a ajuda dos dispositivos de controle, canalizações bem dimensionadas e estruturas de retenção dos deflúvios.

Ao planejar a drenagem é necessário considerar a integração entre os dispositivos tradicionais de drenagem com as medidas estruturais de controle na fonte.

Essas medidas contêm dispositivos que atuam na redução dos volumes escoados, introduzem alternativas que se integram harmoniosamente com a paisagem e também tratam da poluição difusa, melhorando a qualidade da água que escoar para os canais.

Fundamentalmente, os dispositivos propostos pelas medidas estruturais de controle na fonte são classificados em função de sua atuação, na infiltração e no armazenamento, ou na combinação desses processos. Alguns dos exemplos típicos de dispositivos de infiltração são as valas de infiltração, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração e valas gramadas. Estes dispositivos têm a função de destinar a água para a sua absorção pelo solo, o que reduz a quantidade de água no sistema pluvial.

O objetivo principal do dispositivo de armazenamento é a retenção do escoamento, para posterior liberação do volume. Entre eles estão bacias de detenção, retenção nos lotes e microdrenagem de forma linear.

Os dispositivos mistos influem na infiltração e no armazenamento, podendo em algumas situações ser mais eficientes do que os dispositivos isolados. Sua utilização é recomendada em regiões com pouca área disponível para obras, permitindo a melhor utilização do espaço e se adequando melhor às características da bacia.

As medidas não estruturais são medidas de caráter legal e institucional e que procuram disciplinar a urbanização de tal forma a minimizar os seus efeitos no regime hídrico das bacias. Estas procuram, sem alterar a morfologia, reduzir os impactos com a aplicação de medidas e princípios que visam reduzir o risco hidrológico e a interferência causada por ações antrópicas às condições naturais. As medidas incluem ações como o zoneamento das áreas de inundação, previsões de cheias, seguros de inundações, legislação pertinente e sistema de alerta a inundações. Este último envolve o monitoramento e um sistema de previsão hidrológica. Sua efetividade depende da participação da população e da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de forma irregular.

A seguir, são apresentadas as descrições das medidas não estruturais mais relevantes:

- Normas e critérios técnicos para construção de obras: visa estabelecer as características técnicas das estruturas que estão em áreas suscetíveis a alagamentos. Algumas destas técnicas permitem a desocupação da área ou a adequação das estruturas para a passagem da água, como no caso de estruturas elevadas e resistentes a inundações.
- Legislação apropriada: seguindo a mesma linha das normas e critérios técnicos, a legislação relacionada à ocupação do solo e construção previne que as áreas afetadas pelas enchentes e áreas ainda não impermeabilizadas sejam ocupadas.
- Seguro-enchente: é um seguro que visa cobrir os gastos com a recuperação dos danos causados pelas inundações.
- Sistema de alerta: são sistemas de monitoramento hidrológico em tempo real que permitem processar modelos de previsão de chuva e de inundações. Estes são sistemas que devem estar

acoplados a programas de ações emergenciais (remoção de população em situação de risco, controle do trânsito, operação de obras de controle de cheias, etc.).

- Educação ambiental: programas de formação em questões ambientais para conhecimento e participação dos cidadãos.

### Zoneamento das Áreas com Risco de Inundação

Uma questão básica envolvendo o programa de drenagem urbana de uma bacia hidrográfica é: qual é o critério que deve nortear os projetos das obras de controle de cheia, ou em outras palavras, de que forma a região suscetível às inundações deve ser protegida? Qual é o grau de proteção adequado para as zonas inundáveis?

A primeira fase de um programa de bacia é diagnosticar a situação atual, isto é, conhecido o estado presente de ocupação e uso do solo urbano em questão, de que forma as inundações ocorrem? Com que frequência? Qual o grau de vulnerabilidade das áreas inundáveis? Quem está na área de inundação?

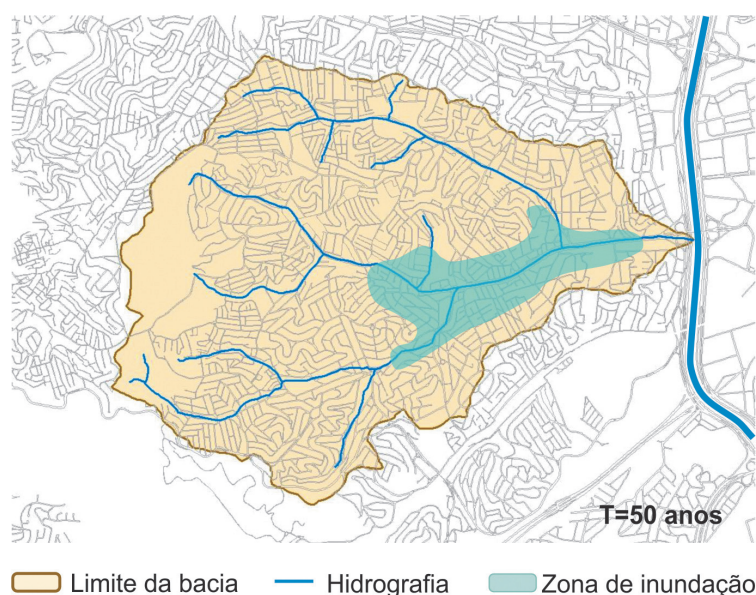
Na **Figura 1.1**, a área de drenagem em questão, delimitada pela linha verde, pode ser perfeitamente identificada em termos de suas características físicas, principalmente em termos de ocupação e uso do solo. Uma vez conhecidas as suas características hidráulicas, tanto dos canais como de outras obras hidráulicas existentes, é possível modelar o comportamento da bacia, tanto em termos hidrológicos como hidráulicos. Um modelo matemático hidrológico/hidráulico bem calibrado é uma ferramenta de cálculo extremamente importante para esse tipo de análise. Técnicas de hidrologia permitem estabelecer cenários de chuva nesta bacia associados a probabilidades de ocorrência ou períodos de retorno.



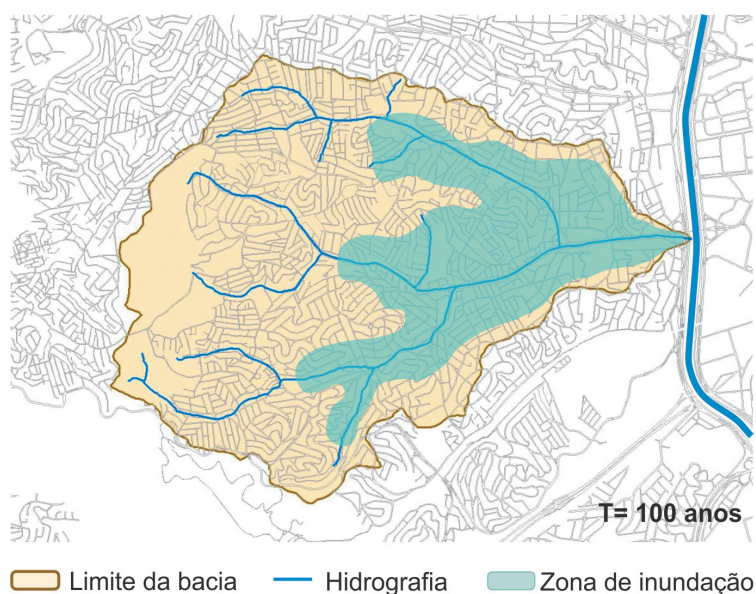
**Figura 1.1** - Bacia em estudo e zona de inundação para  $T_r = 2$  anos (situação atual)

Os cenários de chuva estimados em função dos períodos de retorno permitem estimar as zonas de inundação em função dessas frequências. A **Figura 1.1** apresenta a zona de inundação para 2 anos, a **Figura 1.2** para 50 anos e a **Figura 1.3** para 100 anos.

Com esse tipo de informação é perfeitamente viável estimar os danos tangíveis para cada zona de inundação, dispondo de informações de uso e ocupação do solo e de outros dados demográficos dessas regiões. Em geral essas informações estão disponíveis em sistemas de informações geográficas, que podem ser perfeitamente acoplados aos modelos de simulação hidrológica e hidráulica. Ou seja, é possível avaliar uma série de variáveis importantes como: o número de diferentes tipos de domicílios afetados, sistemas de infraestrutura, principalmente transporte, destruídos e/ou impactados pelas inundações. Portanto, é possível estimar com alguma precisão os danos provocados pelas inundações, tanto danos diretos como danos indiretos, neste último caso destacam-se os impactos na saúde pública.



**Figura 1.2** - Zona de inundação para 50 anos (situação atual)



**Figura 1.3** - Zona de inundação para 100 anos (situação atual)

Desse modo, é possível mapear uma função extremamente importante para o planejamento que é a função de danos versus frequência de inundações. Pode-se então obter um quadro realista dos impactos negativos sociais, econômicos e ambientais gerados pelas chuvas intensas. Essa função é fundamental para balizar os benefícios advindos das obras de controle de cheias a serem implantadas, uma vez que estes são mensurados pelos danos evitados por estas obras.

Em geral um Plano Diretor de Drenagem estabelece três horizontes de tempo para propor as suas ações: curto (até 5 anos), médio (de 5 a 15 anos) e longo prazo (de 15 a 30 anos). A situação de referência é a de mais longo prazo, ela é que serve para balizar a implantação do sistema em etapas, definindo um cronograma de obras e outras intervenções ao longo do tempo. Para isso é fundamental desenvolver cenários de desenvolvimento da bacia até o horizonte de longo prazo.

A construção de cenários da ocupação da bacia pode ser feita por diversos métodos de extrapolação, em geral representados por um *cenário tendencial* e por outros cenários que podem ser favoráveis ou não para a drenagem da bacia. O cenário mais desfavorável é o que apresenta um aumento significativo do percentual de impermeabilização da bacia. Nesta fase de desenvolvimento do trabalho é fundamental contar com especialistas em análise prospectiva e em demografia para compor os diversos cenários urbanos. Do mesmo modo, esses cenários serão analisados em termos hidrológicos para se determinar os seus impactos nos processos de escoamento da água no ambiente.


Com esses cenários, as zonas de inundação podem ser recalculadas e os danos correspondentes reavaliados. Pode-se, desse modo, estabelecer diferentes quadros de ocupação e estabelecer as novas zonas de inundação esperadas em função dos períodos de retorno. Esse material permite aos planejadores estabelecerem o quadro crítico para o qual as obras de drenagem serão projetadas nos três horizontes de tempo preestabelecidos.

Também é fundamental estabelecer um período de retorno de referência para os eventos hidrológicos que irão nortear o projetar das obras de controle de cheias. Conforme foi mencionado anteriormente, o padrão internacional recomenda para a macrodrenagem a recorrência de 100 anos.

Dando continuidade ao Plano, o próximo passo é produzir alternativas de ações estruturais e não estruturais para tratar das inundações. Em outras palavras: Que obras devem ser projetadas para proteger as áreas inundáveis admitindo a recorrência hidrológica de 100 anos? De que forma elas serão implantadas ao longo dos horizontes de tempo?

Esta fase é crucial no planejamento, envolve um time multidisciplinar de profissionais principalmente nas áreas de: hidrologia, hidráulica, construção civil, estrutura, urbanismo, habitação, transporte, saneamento básico, sociologia, medicina e serviço social, direito, paisagismo e ecologia urbana. Projetar um sistema de drenagem urbana num espaço ocupado com a diversidade de problemas exibida pelas grandes metrópoles implica em analisar a questão sob o enfoque de todas essas áreas do conhecimento.





# **2. PRINCÍPIOS ADOTADOS PARA O PLANEJAMENTO DA DRENAGEM URBANA**





O planejamento da drenagem urbana desenvolve-se com base em um conjunto de princípios fundamentados inicialmente na adoção das bacias hidrográficas como unidade de planejamento. O Plano de Manejo de Águas Pluviais compreenderá programas associados à sub-bacias hidrográficas, definidas ao longo do processo de planejamento em função do seu grau de prioridade pela administração. Estes programas deverão ser desenvolvidos tendo em vista os princípios, objetivos e premissas que seguem.

- Dotar a prefeitura do município de um instrumento de planejamento que possibilite resolver, em um prazo predefinido, os graves problemas de inundação e de poluição hídrica difusa que assolam a cidade.
  - Sugere-se um horizonte de planejamento de no mínimo 30 anos. Porém, este deve ser definido em conjunto com todos os partícipes do Plano e de acordo com os demais planos e programas estratégicos da cidade e regionais. Os programas devem prever metas de curto, médio e longo prazos.
- Reduzir paulatinamente os riscos de inundação na bacia até o nível correspondente a precipitações de período de retorno definido em conjunto com todos os planejadores.
  - Proposição de medidas de convivência com o regime hídrico compatíveis com o grau de proteção hidrológica para cheias de períodos de retorno determinados para os horizontes do Programa.
  - Sugere-se um período de retorno de 100 anos para a macrodrenagem.
  - Levantar em conta as principais conexões hidráulicas intrassub-bacias e intersub-bacias.
  - O Programa deve considerar os planos setoriais e parcialmente integrados já elaborados ou em elaboração para o município e para a bacia, avaliando-se todas as obras hidráulicas existentes e projetadas, porém passíveis de revisão e de adaptação face às novas medidas que vierem a ser propostas.
  - As intervenções propostas não podem agravar as condições de drenagem a jusante, portanto, devem respeitar as capacidades hidráulicas dos corpos d'água receptores.
  - As medidas propostas devem prever a facilidade e economia da manutenção futura.
  - Sustentabilidade.
- Possibilitar uma convivência segura com as cheias que excederem a capacidade do sistema de drenagem.
  - Aplicar tecnologias de modelagem hidrológica e hidráulica que permitam mapear as áreas de risco de inundação considerando diferentes alternativas de intervenções.
  - Proposição de medidas estruturais combinadas com medidas não estruturais e medidas de controle do escoamento superficial para que a cidade possa se adaptar à dinâmica hídrica.
  - Reorganizar a ocupação territorial possibilitando a recuperação de espaços para o controle do escoamento pluvial e implantação de obras que promovam a redução da poluição hídrica.
  - Destaque a medidas de recuperação de áreas de preservação permanente e de cobertura vegetal das bacias.
  - A ninguém deve ser facultado agravar as inundações de terceiros.
  - A ninguém deve ser facultado externalizar seus custos em prejuízo de terceiros.
- Desenvolver critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica das obras de drenagem com o meio ambiente urbano.

- Preservação e valorização das várzeas de inundação.
- Integração do sistema de drenagem urbana de forma positiva ao ambiente da cidade.
- Valorização de rios, córregos e suas margens como elementos da paisagem urbana.
- Estimar os custos e os benefícios das medidas propostas e estabelecer um cronograma de investimentos, desenvolvendo-se detalhado projeto orçamentário a ser submetido aos órgãos de planejamento e finanças.
- Estabelecer um sistema de comunicação e participação da população das bacias visando o consenso entre a prefeitura do município e a comunidade em relação às propostas do Plano de Drenagem.
- Propor medidas de gerenciamento, estratégicas e contingenciais compreendendo sistemas de alerta e de ações de emergência, divulgação de mapas de áreas de risco entre outras.
- Realizar a avaliação ambiental estratégica dos Programas preparando as bases do futuro licenciamento ambiental.
- A disponibilidade e gestão dos espaços urbanos são essenciais para o controle das inundações e mitigação de suas consequências; drenagem urbana é um problema de uso e ocupação do solo.
- Controle de qualidade das águas pluviais.

Ressalta-se que o planejamento da drenagem urbana deve ser integrado, isso significa compatibilizar os diversos planos diretores e regionais de urbanização, drenagem e saneamento. Neste enfoque, é necessária a articulação entre o planejamento da drenagem urbana e outros Planos, estratégicos e setoriais.

O planejamento da drenagem urbana deve se articular com entidades municipais, estaduais e federais para que os diversos aspectos legais e técnicos relacionados a outros planos de infraestrutura sejam considerados quando da elaboração do Plano, é o caso, por exemplo, do Plano Diretor da Cidade, do Código de Edificações, do Plano do Sistema Viário, do Plano de Habitação, etc. Salienta-se a importância da articulação entre os planos diretamente associados aos recursos hídricos, como, por exemplo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, onde a cidade de São Paulo está localizada, o Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê, nas suas diferentes versões, o Plano de Abastecimento de Água, o de Coleta e Tratamento de Esgotos, o Plano de Saneamento Básico, etc.



# 3. PROGRAMA DE DRENAGEM



O Programa deve prever a implantação de medidas imediatas, de curto prazo (até 5 anos), considerando ações como remoção de interferências, desobstrução de galerias e recuperação e adequação de estruturas hidráulicas deficientes ou condenadas estruturalmente; de médio (até 15 anos) e de longo prazo (até 30 anos), desenvolvendo propostas de expansão de capacidade de controle de cheias nos intervalos de tempo citados, avaliadas com a aplicação de análises de benefício/custo, com elementos tangíveis e intangíveis, considerando também sua avaliação ambiental estratégica (AAE).

## **ATIVIDADES TÉCNICAS DE UM PROGRAMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Para o desenvolvimento de um Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais deve-se prever o desenvolvimento do conjunto de atividades apresentadas a seguir.

### **ATIVIDADE 1 – PLANO DE TRABALHO**

O Plano de Trabalho, que deve detalhar as metodologias a serem empregadas, bem como a estrutura organizacional prevista para o desenvolvimento das atividades técnicas. O Plano de Trabalho constituirá o documento-base norteador de todo o desenvolvimento das atividades que se seguirem.

### **ATIVIDADE 2 – LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES BÁSICAS**

Recomenda-se que no levantamento do conjunto de cartografias temáticas das bacias considerem-se também os levantamentos mais antigos, pois serão importantes para o estudo das intervenções já realizadas nas bacias. Ressalta-se que nos planos e projetos desenvolvidos anteriormente encontram-se registros de inundações e propostas de intervenções que devem ser consolidadas e consideradas nas análises que vierem a ser desenvolvidas. Trata-se de material indispensável para ter conhecimento dos problemas a serem tratados.

Deve-se considerar e analisar detalhadamente os projetos mais relevantes para o controle de cheias na bacia hidrográfica e que se refletiram na configuração atual dos sistemas de macro e de microdrenagem da cidade. Em especial, naquelas bacias onde já existirem planos e projetos de ações pertinentes ao Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais é essencial que se leve em consideração estes estudos. Deve-se ter o cuidado para que os estudos existentes estejam em conformidade com os critérios e diretrizes gerais do Programa.

Devem-se analisar planos, estudos e projetos considerados pertinentes, propondo-se medidas de integração com as instituições responsáveis pelo seu desenvolvimento.

Entre as informações básicas a serem levantadas e utilizadas, destacam-se:

- Levantamentos cadastrais dos sistemas de drenagem.
- Uso e Ocupação do Solo Atual (elementos que permitam caracterizar o grau de impermeabilização da bacia e a ocupação das áreas marginais aos corpos de água principais).
- Geologia e geotecnia.

Nesta atividade deve-se realizar o mapeamento das áreas de risco geológico e geotécnico, cruzando-se essas informações com as áreas inundáveis que serão obtidas pelo Programa. Considerar os potenciais

de produção de assoreamento e erosão nas bacias onde for aplicável e possibilitar o estudo da capacidade de infiltração e armazenamento das diversas feições pedológicas e geológicas para que seja possível determinar os parâmetros de escoamento que serão utilizados na modelagem hidrológica.

- Caracterização da cobertura vegetal atual e passada.
- População atual e previsão de seu crescimento realizada por estudos recentes.
- Dados pluviométricos e dados fluviométricos (níveis d'água e descargas) oriundos de programa de monitoramento das bacias.
- Dados atualizados das obras hidráulicas (cadastros da micro e da macrodrenagem).
- Estudos hidrológicos e hidráulicos das obras executadas e das previstas.
- Dados de curvas de descarga das estruturas ("as built") hidráulicas existentes.
- Pontos de alagamento e de inundação observados para os eventos selecionados.

Neste caso os pontos de alagamento referem-se aos sistemas de microdrenagem e os pontos (ou manchas) de inundação referem-se aos sistemas de macrodrenagem. Recomenda-se que os pontos levantados sejam caracterizados quanto à sua frequência e impactos, e sejam inseridos em um banco de dados georreferenciados.

- Projetos mais recentes relativos ao setor habitacional, ao setor viário e de transporte e aos serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos.
- Projetos Integrados de Controle de Cheias das Bacias Hidrográficas.
- Dados de monitoramento da qualidade da água.
- Dados de monitoramento hidrológico e hidráulico.

### ATIVIDADE 3 – LEVANTAMENTO DE CAMPO PARA COMPLEMENTAÇÃO DOS CADASTROS

Em conjunto com o levantamento e a análise dos dados cadastrais, referentes ao sistema de macrodrenagem das bacias, devem-se levantar os dados e elementos topológicos adicionais que forem necessários à modelagem hidráulico-hidrológica do sistema. Devem ser considerados os diversos cenários que serão estudados no Programa.

O cadastro final deve apresentar seções transversais suficientes para bem caracterizar o leito de escoamento do canal ou galeria, incluindo todas as singularidades existentes, tais como: curvas, inflexões, transições, estreitamentos bruscos, mudanças de declividades, entradas de afluentes, desemboques, etc.

Deve-se incluir ainda a caracterização topológica de reservatórios de amortecimento de cheias, lagos e represas que, de alguma forma, interfiram no regime hidráulico-hidrológico do sistema.

Também se devem cadastrar os trechos críticos dos sistemas de microdrenagem que drenam áreas sujeitas à inundação ou que de, alguma forma, interfiram no desempenho do sistema de macrodrenagem. Os traçados e principais características das redes existentes devem ser indicados em planta.

Aconselha-se que a precisão do cadastro seja compatível com a precisão dos demais dados de entrada dos modelos de simulação. Sugere-se também que os cadastros e nivelamentos sejam georreferenciados ao mesmo sistema de referência da base cartográfica adotada.

## ATIVIDADE 4 – CARTOGRAFIA DAS BACIAS A SEREM ESTUDADAS

Nesta atividade deve ser preparada a cartografia básica de referência para os planos de informação (“layers”) georreferenciados dos diversos temas que devem ser abordados na elaboração do Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.

Recomenda-se que os dados e informações coletados, bem como os produtos gerados nas demais atividades do Programa, sejam armazenados e tratados em bancos de dados georreferenciados.

Para a modelagem hidráulico-hidrológica do sistema de macrodrenagem, associado ao cadastro do sistema de canais/galerias/estruturas existentes devem ser utilizados mapas em escala compatível com o padrão de documentação exigido pelo Programa. Os estudos hidrodinâmicos devem ser realizados em escala mais detalhada compatível com a delimitação precisa da planície de inundação.

Para os estudos de ocupação territorial devem ser utilizadas imagens recentes de satélite, retificadas e georreferenciadas.

## ATIVIDADE 5 – DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO – DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS COMPUTACIONAIS DE SIMULAÇÃO

Sugere-se a utilização dos modelos computacionais de simulação hidrológica e hidráulica para a verificação do desempenho do sistema de drenagem atual, para o dimensionamento das obras futuras e para verificar os resultados das diversas alternativas de intervenção estudadas.

Para o horizonte de planejamento, o sistema de drenagem deve ser dimensionado para um risco hidrológico equivalente ao período de retorno. Para as etapas intermediárias de implantação deve ser feita a verificação dos riscos hidrológicos correspondentes.

A seguir são descritas as atividades que compreendem o desenvolvimento dos modelos de simulação.

### ATIVIDADE 5.1 – MONITORAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO DA BACIA

Deve ser realizado um programa de monitoramento, iniciando pela especificação detalhada dos pontos de instalação das estações para coleta de dados pluviométricos e fluviométricos. Devem ser adquiridas, instaladas e operadas as estações de monitoramento, as quais devem ser integradas ao sistema de alerta a inundações da cidade.

Na Atividade 2 (Levantamento de Informações Básicas) deve ser pesquisado o que existe de monitoramento hidráulico e hidrológico nas bacias. Caso exista monitoramento, deve ser analisada a consistência dos dados, períodos de observação, localização das estações e a possibilidade de se utilizar esses dados para a calibração e validação dos modelos hidrológicos e hidráulicos.

Se a série de dados disponíveis no início dos trabalhos não permitir a calibração precisa dos modelos, a calibração dos parâmetros de interesse na bacia deve ser em passos sequenciais, à medida da obtenção de novos dados monitorados. Complementarmente, podem-se utilizar dados de outras bacias monitoradas da cidade, com características físicas e hidrológicas semelhantes.

## ATIVIDADE 5.2 – DESENVOLVIMENTO DE MODELO HIDROLÓGICO PARA SIMULAÇÃO DE EVENTOS CONTÍNUOS NO TEMPO

A modelagem hidrológica das bacias, assim como a modelagem hidrodinâmica dos respectivos sistemas de drenagem, deve utilizar o estado da arte em ferramentas computacionais conforme apresentado no Volume Tecnologia Aplicada à Drenagem Urbana deste Manual.

O modelo hidrológico deve ter concepção física que permita simular os diversos cenários estudados, caracterizados pelo padrão de uso do solo e pelo conjunto de obras existentes e propostas. Este deve também ser capaz de simular condições de armazenamento naturais em várzeas, bem como o efeito de medidas estruturais de controle na fonte que forem propostas, tais como estruturas de retardamento, interceptação, armazenamento e infiltrações avaliadas no Programa. Os parâmetros de transformação chuva-vazão devem pressupor condição de saturação das bacias. Os critérios de desagregação temporal e de distribuição espacial das chuvas críticas devem ser fundamentados em observações das séries dos eventos críticos nas bacias em estudo.

## ATIVIDADE 5.3 – DESENVOLVIMENTO DE MODELO HIDRÁULICO PARA SIMULAÇÃO DE LINHAS DE INUNDAÇÃO

O modelo hidráulico será utilizado para simulações hidrodinâmicas (regime de escoamento não permanente) e deve ser capaz de gerar linhas de inundação em áreas drenadas por redes de canais abertos e fechados, considerando todos os termos das equações de conservação da massa e de quantidade de movimento.

As linhas de inundação devem ser geradas, ao longo do sistema de macrodrenagem, para cada cenário estudado.

O estado da arte da modelação hidráulica será apresentado no Volume sobre Tecnologia Aplicada a Drenagem Urbana deste Manual.

## ATIVIDADE 5.4 – CALIBRAÇÃO E VERIFICAÇÃO DOS MODELOS

O desenvolvimento ou a aplicação de modelos de transformação chuva-vazão deve ser precedido por exaustiva análise de todos os dados de monitoramento de eventos de cheias observadas nas bacias. Recomenda-se que esses eventos sejam adquiridos a partir da montagem de um banco de dados hidrológico e hidráulico que processe e analise cada evento chuvoso e cada onda de cheia em princípio, considerando a parametrização física desses eventos, conforme exemplificada na **Tabela 3.1** apresentada a seguir.

Devem ser escolhidos os eventos com a maior série contínua de observações, e com a maior disponibilidade simultânea de informações das redes de monitoramento operadas atualmente e no passado pelas principais instituições.



Tabela 3.1 - Análise das Enchentes da Bacia (Exemplo)

ANÁLISE DAS ENCHENTES DA BACIA QUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS													
		Nome da SubBacia			Nome da SubBacia			Nome da SubBacia			Nome da Bacia Total		
Área de drenagem		112,00 km <sup>2</sup>			133,00 km <sup>2</sup>			65,00 km <sup>2</sup>			310,00 km <sup>2</sup>		
Declividade média do canal do curso principal		0,75 m/km			1,91 m/km			0,75 m/km			-		
% Urbanizada		100			89			100			95,3		
		Total Precipitado	Volume Precipitado	Total Precipitado	Volume Precipitado	Total Precipitado	Volume Precipitado	Total Precipitado	Volume Precipitado	Total Precipitado	Volume Precipitado		
Precipitação Média na Bacia e respectivo Volume Precipitado	Evento 1	17,7 mm	1,98 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25,5 mm	3,39 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	25,2 mm	1,64 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	22,6 mm	7,01 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>				
	Evento 2	27,3 mm	3,06 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	38,8 mm	5,16 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	44,9 mm	2,92 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	35,9 mm	11,14 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>				
	Evento 3	62,3 mm	6,98 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	64,4 mm	8,57 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	76,8 mm	4,99 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	66,2 mm	20,53 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>				
Precipitação Máxima Acumulada no Ponto	Evento 1	27,4 mm			29,3 mm			32,0 mm			29,3 mm		
	Evento 2	42,0 mm			36,2 mm			46,0 mm			46,0 mm		
	Evento 3	74,0 mm			74,0 mm			79,5 mm			79,5 mm		
Volume do Deflúvio Direto	1º Onda	496800 m <sup>3</sup>			525600 m <sup>3</sup>			453600 m <sup>3</sup>			1476000 m <sup>3</sup>		
	2º Onda	1015200 m <sup>3</sup>			1378800 m <sup>3</sup>			1206000 m <sup>3</sup>			3600000 m <sup>3</sup>		
	3º Onda	2275200 m <sup>3</sup>			2988000 m <sup>3</sup>			496802 m <sup>3</sup>			496803 m <sup>3</sup>		
Coeficientes de Runoff e Descargas Específicas	1º, 2º e 3º Ondas (Coef. De Runoff)	0,25	0,33	0,33	0,15	0,27	0,35	0,28	0,41	0,60	0,21	0,32	0,40
	Descarga Específica Média	0,47 m <sup>3</sup> /s Km <sup>2</sup>			0,48 m <sup>3</sup> /s Km <sup>2</sup>			0,47 m <sup>3</sup> /s Km <sup>2</sup>			0,47 m <sup>3</sup> /s Km <sup>2</sup>		
	Sequência de 3 Ondas (C.Runoff)	0,31			0,29			0,46			0,34		
Resultados da Calibração do Modelo Chuva x Vazão	Expoente M da função armazenamento	0,93			0,93			0,93			0,93		
	Fator Kc da função armazenamento	9			9			9			9		
	Área Impermeável em porcentagem	9%			9%			70%			21,8%		
	Perda inicial	4 mm			5 mm			3 mm			4,2 mm		
	Coefficiente de Runoff	0,25			0,30			0,70			0,37		
	Vazão Máxima	139 m <sup>3</sup> /s	104 m <sup>3</sup> /s	110 m <sup>3</sup> /s	94 m <sup>3</sup> /s	410 m <sup>3</sup> /s	417 m <sup>3</sup> /s	410 m <sup>3</sup> /s	410 m <sup>3</sup> /s	417 m <sup>3</sup> /s	417 m <sup>3</sup> /s		
	Volume	3,96 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3,91 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	5,16 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	4,92 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	7,68 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	8,57 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	16,80 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	17,40 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	17,40 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>			
Tempo de pico	34 . dt	33 . dt	34 . dt	34 . dt	34 . dt	33 . dt	34 . dt	33 . dt	33 . dt				
Cheia de Projeto	Precipitação Média (4 horas)	32 mm	62 mm	32 mm	59 mm	75 mm	45 mm	41 mm	57 mm				
	Volume precipitação (10e6 m <sup>3</sup> )	3,62	6,97	4,30	7,86	4,84	2,91	12,76	17,73				
	Volume cheia										9,06 .10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
	Fração impermeável Média										40% = 124 Km <sup>2</sup>		
	Coefficiente de Runoff										0,71		
	Vazão Máxima										408 m <sup>3</sup> /s		
	Tempo de ascensão/descensão										6 horas		
											17 horas		

## ATIVIDADE 5.5 – MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO PARA VERIFICAÇÃO DO AJUSTE DO MODELO

Nesta atividade deve ser prevista a utilização combinada de informações obtidas por simulações associadas aos levantamentos de campo efetuados especificamente para o Programa, detalhando a metodologia a ser adotada e a forma de aquisição e tratamento das informações.

## ATIVIDADE 6 – PROGRAMA DE CONTROLE DE CHEIAS (PARTE I)

### ATIVIDADE 6.1 – DEFINIÇÃO DE COMPONENTES BÁSICOS DO PLANEJAMENTO

Nesta atividade devem ser definidos horizonte e grau de proteção, considerando-se o dimensionamento das intervenções associadas a eventos produzidos por chuvas com período de retorno previamente determinado na sua configuração final de implantação.

Sugere-se que o horizonte de planejamento seja subdividido em etapas intermediárias sucessivas assim moduladas:

- Etapa de implantação imediata, para sanar os pontos de inundações que forem considerados, em comum acordo com a administração, os mais críticos na bacia.
- Etapa de curto prazo (5 anos).
- Etapa de médio prazo (15 anos).
- Etapa de longo prazo, horizonte de planejamento (30 anos).

## ATIVIDADE 6.2 – PROSPECÇÃO DO CRESCIMENTO POPULACIONAL E DO USO E DA OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA

Esta atividade compreende o desenvolvimento de projeções de crescimento populacional e de uso e ocupação do solo para o horizonte de planejamento considerado, conforme os critérios de construção de cenários de planejamento. Deve ser efetuada a delimitação das áreas atuais e futuras a serem ocupadas pela urbanização, relacionando para cada bacia as respectivas áreas urbanizadas e discriminando-se as suas densidades populacionais.

Devem ser identificadas as áreas de várzea atualmente invadidas e estimadas as tendências da expansão e adensamento urbano em cada bacia, com estimativa das variações de áreas decorrentes dessas expansões, em valores absolutos e relativos.

Os estudos dos cenários futuros devem ser precedidos de estudos demográficos que estimem as populações das bacias até o horizonte do Programa.

Recomenda-se que os resultados dos estudos demográficos sejam apresentados em *planos de informação* (“layers”) de um banco de dados georreferenciado contendo os seguintes elementos:

- Limites da área urbanizada atual com a distinção das diferentes faixas de densidade.
- Limites das áreas urbanizadas projetados para os anos referentes à etapa de implantação imediata, etapa de curto prazo, etapa de médio prazo e horizonte de planejamento, com a distinção das diferentes faixas de densidade.
- Distribuição espacial da população atual e futura.
- Índices de impermeabilização atuais e futuros.

A expansão e o adensamento da mancha urbana devem ser avaliados considerando as projeções dos estudos demográficos, os novos loteamentos aprovados ou em fase de aprovação, e os limites de ocupação (umbrais de expansão) definidos pela legislação de uso e ocupação do solo, bem como os planos urbanísticos.

Os índices de impermeabilização podem ser determinados a partir da relação entre *área impermeável* e *densidade demográfica*. Opcionalmente podem ser usadas curvas propostas em literatura especializada, desde que ajustadas às condições específicas de cada bacia.

## ATIVIDADE 6.3 – CENÁRIOS HIDROLÓGICOS

O Programa deve levar em consideração os seguintes cenários:

- *Cenário Atual*, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. As simulações deste cenário devem representar, na modelagem, as situações caracterizadas em diagnóstico prévio.

- *Cenário Tendencial*, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando-se a expansão da mancha urbana sem a implantação das medidas de controle propostas pelo Programa. Fornecerá elementos para os estudos de benefícios quando for aplicada a metodologia de *custos evitados*.
- *Cenários Alternativos de Planejamento*, que devem representar os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no Programa. Estes cenários devem estar associados às medidas estruturais e não estruturais.

Nestas simulações devem ser concebidas distribuições temporais e espaciais das tormentas com base em referências de eventos observados, maximizados com a proposição de técnicas que levem em conta o estado da arte na Hidrologia e na Hidrometeorologia.

Para possibilitar a avaliação da eficiência das medidas de controle a serem propostas, devem ser calculadas através dos modelos hidráulico-hidrológicos as ondas de cheia e linhas d'água ao longo das bacias correspondentes a chuvas de diversos períodos de retorno (sugere-se 5, 10, 25, 50 e 100 anos).

## ATIVIDADE 6.4 – MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO PARA DIFERENTES RISCOS HIDROLÓGICOS

O mapeamento das áreas de inundação nas condições atual e futura para diferentes riscos hidrológicos deve ser realizado com base tanto em levantamentos de campo como também fundamentado nas resultantes do conjunto de simulações que forem desenvolvidas para os diferentes cenários hidrológicos.

## ATIVIDADE 7 – PROGRAMA DE CONTROLE DE CHEIAS (PARTE II)

### ATIVIDADE 7.1 – PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS

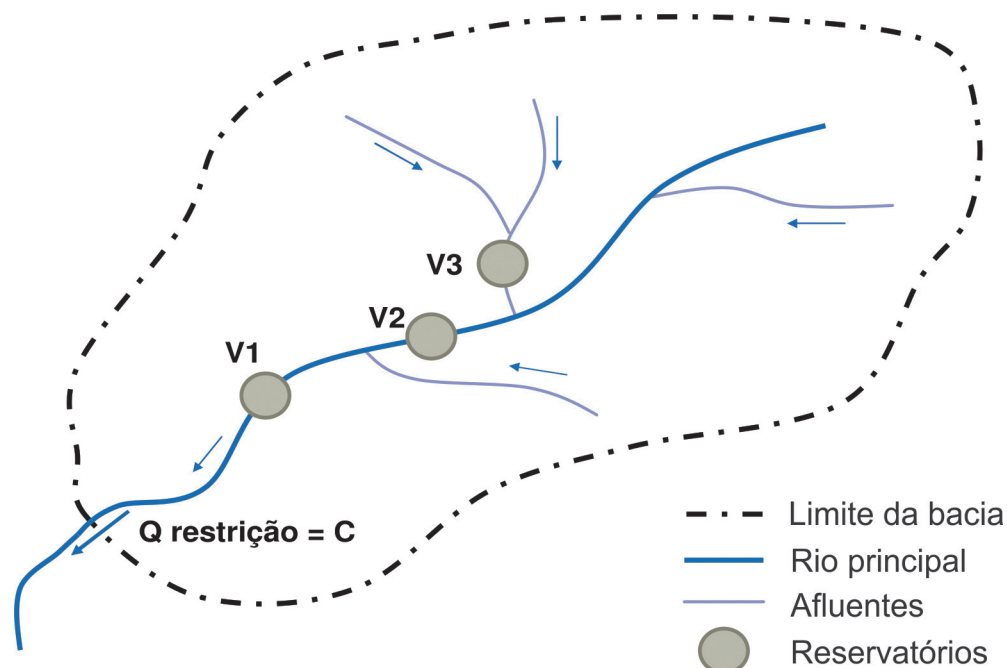
Nesta atividade devem ser propostas medidas estruturais de proteção das bacias em nível de projeto preliminar coerentes com as medidas globais de controle de cheias.

As bacias estudadas no Programa não devem exportar impactos, o que significa que as vazões de seus exutórios serão limitadas. Para cada bacia, portanto, deve ser definida uma *vazão de restrição* que não deve ser ultrapassada.

A vazão de restrição de cada bacia é definida em função das suas características, das condições a jusante e do uso e ocupação do solo. Além disso, deve-se considerar a análise de zoneamento das áreas com risco de inundação.

Como princípio geral a vazão de restrição deve ser igual à *capacidade máxima de suporte dos trechos a jusante*. A determinação da vazão de restrição deve obedecer às seguintes etapas básicas, ilustradas na **Figura 3.1**:

- Determinação da capacidade (**C**) do trecho de jusante da bacia, que corresponde à vazão máxima suportada pelo trecho sem que provoque inundações para o período de retorno pré-estabelecido.
- Determinação do hidrograma de cheias da bacia para as condições futuras de urbanização.
- Determinação do volume excedente calculado pela integração do trecho da curva do hidrograma acima da linha correspondente à capacidade **C**.



**Figura 3.1** - Representação esquemática de um conjunto de medidas estruturais de controle

No exemplo da **Figura 3.1**, a vazão na saída da bacia é controlada através do armazenamento temporário dos volumes V1, V2 e V3 ao longo do sistema hídrico da bacia. A vazão de restrição corresponde à capacidade C do trecho a jusante.

## ATIVIDADE 7.2 – MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE NA FONTE

Incluem-se no rol das medidas estruturais de controle na fonte as ações que, além de complementar e melhorar o desempenho das demais medidas estruturais e não estruturais, promovam consideráveis melhorias ao meio ambiente urbano.

As bases dessas medidas são a preservação e a restauração, sempre que viável, das áreas ribeirinhas e da vegetação das bacias hidrográficas.

Na fase de aquisição de dados devem ser identificadas as áreas onde essas medidas podem ser aplicadas. Essas áreas incluem trechos do sistema hídrico e áreas públicas passíveis de restauração e de recuperação da vegetação. Podem ser também incluídas áreas privadas que, dependendo dos recursos destinados à implantação do Programa, possam ser desapropriadas em função do interesse público.

Entre as medidas a serem estudadas ou propostas, destacam-se:

- Recuperação da vegetação ciliar tanto na área urbana como ao longo dos trechos dos rios situados na zona rural, a montante do perímetro urbano.
- Criação de parques lineares para uso como áreas de lazer e de contemplação que, além de retardar o escoamento e melhorar a qualidade das águas, impedem a ocupação irregular das áreas ribeirinhas. Estas medidas devem ser desenvolvidas em paralelo com medidas de reassentamento de famílias vivendo em áreas marginais (considerar viabilidades técnica e econômica) e coerentes com outras intervenções urbanísticas previstas.

- Criação de parques isolados integrados a sistemas de amortecimento e infiltração de águas pluviais.
- Implantação de alagados (“wetlands”) em áreas de várzeas.
- “Renaturalização” de trechos de córregos sujeitos à erosão, com a recomposição das matas ciliares.
- Aplicação de pavimentos permeáveis e de outras medidas estruturais de controle na fonte para a redução de descargas de cheias, possíveis de serem implantadas tanto em áreas públicas quanto privadas na bacia. Além dessas medidas sugere-se um programa de preservação das várzeas alagáveis existentes através da sua incorporação aos parques lineares e um programa de arborização e recomposição da vegetação das áreas urbanas já consolidadas.

A seleção e definição das medidas e ações a serem adotadas devem ser obtidas a partir dos resultados das simulações hidráulico-hidrológicas, referidas na Atividade Cenários Hidrológicos, e considerando as análises benefício/custo das diversas alternativas.

Deve-se prever a implantação gradativa das medidas estruturais e medidas estruturais de controle na fonte em função de análises benefício/custo e de outras métricas, como por exemplo, aumento gradativo do grau de proteção (25, 50 e 100 anos) – expansão de capacidade do sistema (hierarquização das obras) e da avaliação ambiental.

Deve ser apresentado um resumo de implantação das medidas escalonadas no tempo com os respectivos orçamentos e benefícios (em cada bacia) – benefícios avaliados pela redução e ou eliminação das áreas inundadas.

### ATIVIDADE 7.3 – PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIIS

Dentre as medidas não estruturais a serem consideradas, deve ser proposto esquema de monitoramento hidrológico em tempo real para integração com outros sistemas já existentes. Observa-se que o monitoramento hidrológico referido deverá ser compatibilizado com o monitoramento já existente ou proposto nas bacias em estudo.

### ATIVIDADE 8 – ANTEPROJETOS DAS MEDIDAS ESTRUTURAIIS

O nível de detalhamento dos anteprojetos deve ser compatível com o nível de *planejamento*. Os anteprojetos devem ser utilizados para a previsão de áreas a serem reservadas para as medidas de controle e para a elaboração de orçamentos estimativos que servirão de referência para o planejamento da implantação dessas medidas que farão parte do Programa de Manejo de Águas Pluviais.

Como sugestão devem ser elaborados projetos com nível de detalhamento suficiente para a execução de orçamentos com precisão de 25% para mais ou para menos. No Plano de Trabalho, deve ser descrito sucintamente a metodologia que se propõem a utilizar para garantir essa precisão.

Os anteprojetos devem conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- Planta geral das bacias com a localização das obras propostas por etapas e com a indicação de suas principais características.
- Plantas de implantação das obras em escala 1:500 ou maior.
- Cortes e detalhes em escalas compatíveis com a precisão do orçamento, a serem definidas no Plano de Trabalho.

- Para as obras lineares deve ser apresentadas plantas de implantação e perfis em escalas: 1:500 (horizontal) e 1:50 (vertical).
- Plantas e cortes dos projetos arquitetônicos e de paisagismo, em escala 1:500, ou maior, acompanhadas de especificações e quantitativos.
- Diagramas unifilares de instalações elétricas.
- Especificações dos equipamentos eletromecânicos.
- Memorial geológico e geotécnico, elaborado a partir de dados secundários e de observações de campo, com a predefinição das fundações, taludes, obras de contenção e demais obras geotécnicas.
- Especificações de métodos construtivos.
- Memorial de cálculos de pré-dimensionamento de fundações e de estruturas, em nível suficiente para a definição de quantidades dentro da precisão exigida para o orçamento.
- Memoriais de cálculos de orçamentos incluindo critérios para a estimativa de quantidades de materiais e serviços.
- Memoriais de cálculo de custos de operação e manutenção.
- Manual de manutenção e operação das obras previstas no Programa.

## ATIVIDADE 9 – MODELO DE SUPORTE A DECISÃO (ADMC)

Uma vez definidas as alternativas de ações estruturais e não estruturais a serem analisadas num programa de controle de cheias, passa-se ao processo de tomada de decisão.

O processo deve ser participativo e deve ser feito com muita clareza, para que o programa proposto tenha suporte da população local e do poder público.

Normalmente a participação pública se dá através de representantes das diversas organizações existentes na região. Forma-se então um colegiado em que a administração e as entidades representativas se reúnem para discutir as alternativas.

O processo não é simples, pois um colegiado constitui um grupo de decisores com interesses difusos, o que leva a posições muitas vezes conflitantes. É fundamental promover reuniões em que o objetivo é chegar a uma solução de consenso. Neste sentido, para dar suporte ao processo decisório, dispõem-se dos modelos de análise de decisão multicritério (ADMC), que permitem explicitar os conflitos e determinar o quanto as posições divergentes se aproximam ou se afastam. É uma ferramenta de gestão moderna e eficaz.

Os modelos ADMC permitem aos decisores expressar suas preferências em relação às alternativas propostas, hierarquizando-as em função de um conjunto de critérios previamente definidos.

Na verdade, os critérios para tomada de decisão devem ser definidos a priori para que se possa avaliar, ou pontuar, cada alternativa em relação a esses critérios. A **Figura 3.2** ilustra resumidamente as fases envolvendo o processo de tomada de decisão.

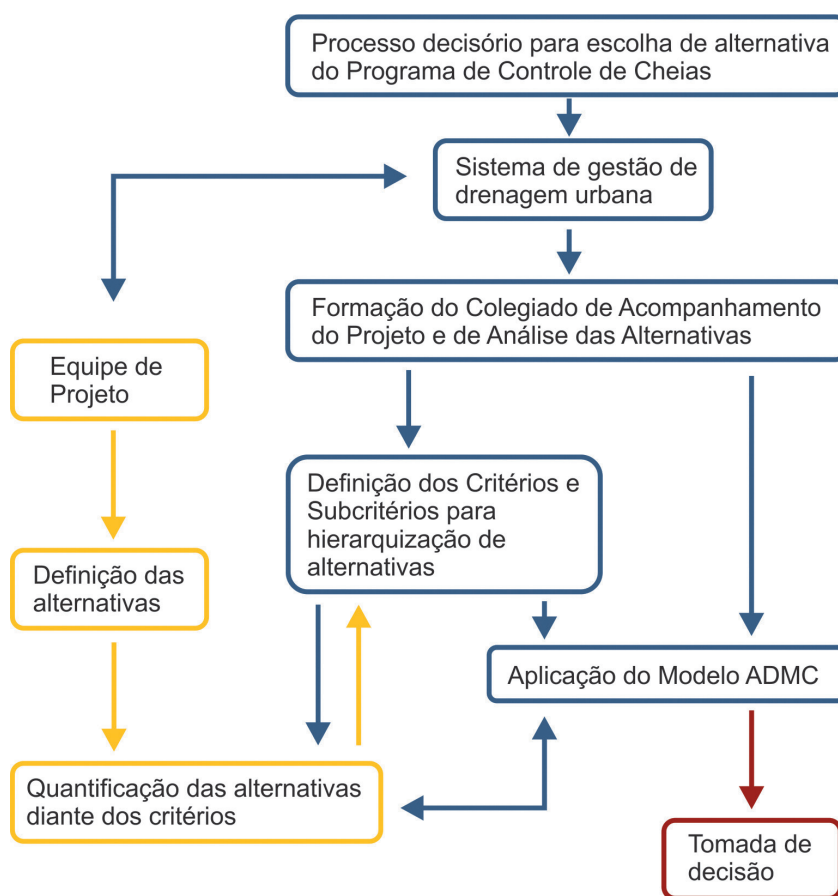
O processo inicia com a formação de um colegiado para acompanhar o Programa e para analisar alternativas e tomar decisão. Cabe ao sistema de gestão formar este colegiado para que ele seja representativo dos diversos setores envolvidos com o problema de inundação nas bacias hidrográficas: órgãos públicos, serviços públicos em geral, residentes, comerciantes, industriais, ambientalistas, etc.

O colegiado deve discutir e apresentar uma proposta de critérios, e subcritérios, para que se avaliem as alternativas de ações estruturais e não estruturais de controle de cheias. Essa informação é essencial

para desenvolvimento das alternativas, ou seja, no aprimoramento de detalhes e outros parâmetros do Programa.

Os processos de definição de critérios e subcritérios para o suporte à decisão devem ser feitos em estreita harmonia com a equipe do Programa, para que sejam devidamente definidos os aspectos técnicos ligados à quantificação do desempenho das alternativas diante dos critérios apontados. Da mesma forma, o trabalho de Engenharia durante essas avaliações deve ser acompanhado de perto pelo sistema de gestão, uma vez que a qualquer tempo critérios podem ser descartados ou novos podem ser inseridos no processo.

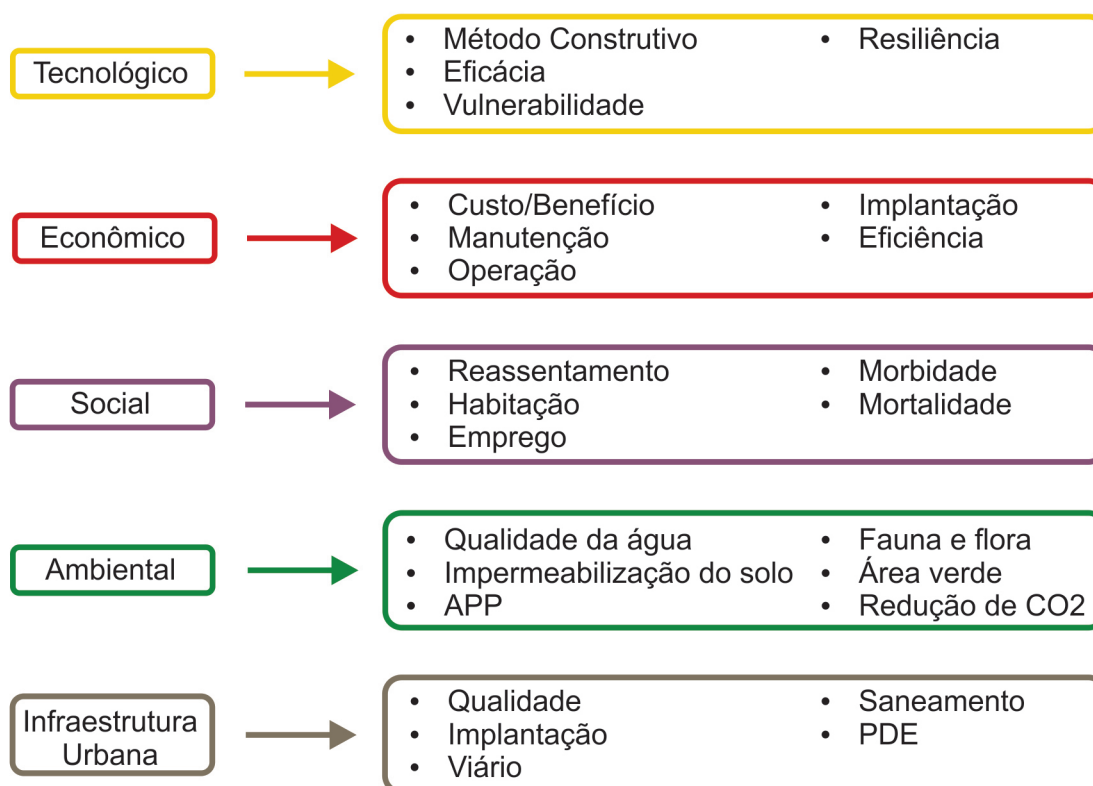
A fase final do processo de decisão envolve a aplicação da metodologia de ADMC. Alguns modelos e suas aplicações serão tratados em detalhe no Manual. O resultado desse modelo indica a hierarquização das alternativas depois, é lógico, de um amplo processo de discussão e entendimento entre as partes envolvidas. O objetivo é chegar a uma solução de consenso, que atende a todos os membros do colegiado. Diversas simulações podem ser feitas para se conhecer explicitamente as relações de troca entre os critérios e alternativas.



**Figura 3.2** - Fluxo de Atividades do Processo de Escolha da Alternativa de Controle de Cheias num Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

A **Figura 3.3** apresenta uma proposta de critérios e subcritérios para um programa de ações de controle de cheias. Conforme pode ser observado, são definidos cinco critérios principais e, para cada um, uma série de subcritérios. Esses critérios devem ser cruzados com as alternativas, compondo a chamada matriz tecnológica, que quantifica as alternativas. A seguir, apresenta-se uma proposta de quantificação desses critérios; devem ser empregadas tanto escalas quantitativas como escalas de mérito de caráter mais subjetivo, escalas do tipo 1 a 5.

### Proposta de Critérios e Subcritérios para Escolha de Alternativa do programa de Controle de Cheias



**Figura 3.3** - Proposta de critérios e subcritérios para hierarquização das alternativas

A **Tabela 3.2** apresenta uma proposta para estabelecer diferentes padrões de referência para comparar as alternativas em função dos critérios estabelecidos.



**Tabela 3.2** - Medida de Desempenho das Alternativas Diante dos Critérios Propostos

Critério	Subcritério	Descrição da Variável	Unidade/Escala	
Tecnológico	Construção	Custo e Tempo	\$ e meses	
	Eficácia	Área de Inundação (Tr)	Hectares	
	Vulnerabilidade	Avaliação de elementos suscetíveis a falhas		
	Resiliência	Tempo	Dias/meses	
	Manutenção	Custo e Periodicidade	\$	
Econômico	C/B	Custo obra/Dano evitado	\$	
	Manutenção	Custo médio anual	\$	
	Operação	Custo médio anual	\$	
	Implantação	Impactos econômicos e sociais na cidade	\$	
	Eficiência	Custo geral do sistema	\$	
	Turismo e Serviços	Criação de novos negócios	\$	
Social	Reassentamento	Mapeamento de famílias em zonas de risco	Número de famílias	
	Habitação	Novos empreendimentos imobiliários	Número de residências	
	Emprego	Empregos gerados por novos serviços e/ou pelo novo sistema	Número de empregos	
	Morbidade	Dano evitado	n. de casos/1000 hab.	
	Mortalidade	Dano evitado	n. de casos/1000 hab.	
Ambiental	Qualidade de Vida		Escala de 1 a 5	
	Controle Imp.	Recuperação de áreas impermeáveis e controle de novas ocupações do solo	Hectares	
	APP	Áreas recuperadas e/ou preservadas	Km	
	Fauna	Recuperação e/ou preservação	Escala de 1 a 5	
	Flora	Recuperação e/ou preservação (ganho paisagístico)	Escala de 1 a 5	
	Área Verde	Parques Lineares e recuperação de áreas da bacia	Km <sup>2</sup>	
	CO2	Captação (rapto) de carbono em áreas verdes/ revisão do sistema viário	Ton	
	Impactos Ambientais	AIA das alternativas	Escala de 1 a 5	
Infraestrutura	Qualidade	Número de novos empreendimentos com medidas de controle na fonte (quantidade e qualidade)	\$	
	Implantação	Impacto na infraestrutura da cidade		
	Viário	Remodelação do sistema viário	\$	
	Urbanismo	Áreas de transformação	Hec	
	Abastecimento	Impacto na rede	Escala de 1 a 5	
	Esgoto	Impacto na rede	Escala de 1 a 5	
	Resíduo Sólido	Impacto na coleta e redução do lixo não coletado	Escala de 1 a 5	
	PDE	Mudanças propostas no PDE atual e/ou impacto político	Escala de 1 a 5	

## ATIVIDADE 10 – PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

Considera-se fundamental discutir e aprovar as medidas propostas pelo Programa contando-se com a participação ativa das entidades representativas das comunidades residentes nas bacias, caracterizando um processo de participação pública que costuma ser denominado de governança colaborativa.

Esta prática não se limita à apresentação dos resultados do Programa à sociedade quando eles já foram consolidados pelas equipes técnicas, mas, sim, a cada etapa de trabalho, desde o seu início, promover discussões com a sociedade no sentido de captar suas opiniões, experiências e anseios, bem como fornecer informações, buscar parcerias e dividir responsabilidades na implantação dos programas de drenagem.

Equipes especializadas em participação pública devem identificar os principais atores em cada bacia, quer sejam organizações governamentais e não governamentais, líderes sociais e entidades com potencial interesse no Programa. É necessário considerar as diretrizes e metas estabelecidas pelos demais planos setoriais.

Sugere-se que seja realizado um conjunto de seminários visando acolher, avaliar e incorporar críticas e sugestões para o aprimoramento do Programa. O objetivo mais amplo dessa discussão é permitir o compartilhamento do processo de planejamento para torná-lo mais transparente, participativo e permeável às diferentes demandas dos setores afetados e, assim, garantir-lhe maior grau de legitimidade, bem como a adesão e o comprometimento com as ações previstas nos Programas por parte dos agentes intervenientes.

Tomando por base o processo de Consulta e Negociações desenvolvido em processos similares por entidades gestoras de recursos hídricos e de meio ambiente, como no caso do Programa de Recuperação da Represa Billings, na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, desenvolvido em 1998, podem ser elencados três princípios fundamentais:

- Princípio de cooperação: os conflitos existem, devem ser explicitados, reconhecidos e analisados, mas a perspectiva dos participantes deve ser a negociação.
- Princípio da corresponsabilidade: cada ator tem um papel fundamental na elaboração da versão consolidada do Programa, devendo comprometer-se com as críticas, sugestões e propostas apresentadas, tanto quanto com as soluções finais adotadas dentro de sua respectiva área de competência.
- Princípio da transparência: a administração municipal e os demais órgãos governamentais e entidades representativas dos diferentes setores envolvidos devem comprometer-se com o fornecimento de dados e informações estratégicas confiáveis e atualizadas aos coordenadores dos Programas, bem como com a sua divulgação na forma de indicadores sintéticos e didáticos, que sejam perfeitamente compreensíveis fora do círculo de especialistas.

## ATIVIDADE 11 – RECOMENDAÇÕES DE APRIMORAMENTO INSTITUCIONAL

O Programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais deve necessariamente considerar as ações de desenvolvimento institucional para o adequado funcionamento de novas práticas de gestão almejadas não só pelo município, mas por todo o sistema de gerenciamento de recursos hídricos, fundado nos princípios da gestão compartilhada entre sociedade e administração pública.

Nesse contexto, devem ser consideradas bases técnicas, gerenciais, metodológicas e legais para o aprimoramento institucional, possibilitando que a Prefeitura contribua para a promoção de uma melhor articulação gerencial e administrativa com as instituições ligadas ao sistema de macrodrenagem, envolvendo os setores de saneamento ambiental, transporte, habitação e desenvolvimento urbano.

Recomenda-se a análise das interferências dos eixos estruturantes do Programa em função dos demais estudos em desenvolvimento, e que também seja analisada a compatibilidade das medidas não estruturais que forem propostas.

## ATIVIDADE 12 – AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CUSTOS DAS OBRAS

Deve ser efetuado o levantamento dos quantitativos e custos envolvidos em todas as medidas estruturais propostas, incluindo sua implantação, operação e manutenção, das medidas não estruturais e das medidas estruturais de controle do escoamento superficial, considerando inclusive controles de erosão e assoreamento, a adequação de estruturas hidráulicas (entrada de reservatórios, por exemplo), controles em tempo real, etc.

Ações nas áreas de educação ambiental, bem como medidas para o controle dos resíduos sólidos lançados no sistema de drenagem e de passivos ambientais devem ser quantificados e ter seus custos dimensionados.

## ATIVIDADE 13 – MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Deve ser considerado a adoção de métodos construtivos que contemplem o mínimo impacto ambiental, sejam economicamente compatíveis com o escalonamento das ações de curto, médio e longos prazos, e que utilizem técnicas de implantação otimizadas, possibilitando sempre que possível que a cada nova etapa de obras haja o melhor reaproveitamento dos recursos disponíveis.

O Programa deve estudar alternativas de implantação de canteiros e áreas de empréstimo, jazidas e áreas de disposição de rejeitos para subsidiar adequadamente a avaliação ambiental estratégica, minimizando impactos e medidas estruturais de controle do escoamento superficial.

A execução de obras subterrâneas utilizando métodos não destrutivos deve ser, sempre que possível levada em consideração, principalmente observando-se os custos inerentes aos incômodos causados à população com obras pesadas realizadas a céu aberto.

A remoção de interferências deve ser muito bem planejada e considerada levando em conta outras intervenções que puderem ser realizadas em conjunto. Por exemplo, no caso da implantação de um novo canal, aproveitar para implantar coletores de esgotos e nova rede de energia ou dutovias que sejam oportunas, cabendo sugerir à prefeitura o devido encaminhamento das propostas de integração de projetos com as demais concessionárias do serviço público.

## ATIVIDADE 14 – ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO

As estimativas de custos das obras devem ser elaboradas em dois níveis:

- Para os estudos de alternativas, nos Cenários Alternativos de Planejamento, podem ser utilizadas curvas de custos, conforme já mencionado.
- Para o Programa de Manejo de Águas Pluviais, devem ser utilizados os orçamentos dos anteprojetos elaborados. Neste caso devem ser considerados, além dos custos de implantação das obras, os valores presentes dos custos de manutenção e operação, assim como dos custos indiretos relacionados às medidas não estruturais propostas.

Os benefícios devem ser avaliados por um dos métodos abaixo. Para uma melhor aferição dos resultados, os dois métodos podem ser aplicados.


- Método dos *custos evitados*, onde se considera que os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela implantação das medidas de controle;
- Método da *disposição a pagar* que considera os benefícios como iguais à valorização das propriedades beneficiadas.

Uma vez determinados custos e benefícios para as diversas situações estudadas no Programa, devem ser calculadas as relações benefício/custo e taxas internas de retorno para o horizonte de projeto, e para o tempo de vida útil das obras, que pode ser considerado 30 anos.

## ATIVIDADE 15 – VIABILIDADE AMBIENTAL DAS OBRAS PROPOSTAS

Considera-se indispensável que, além de se realizar a análise de benefício-custo das obras propostas, seja proposta uma metodologia de análise ambiental estratégica que complemente a análise precedente clássica de benefícios e custos. Devem ser consideradas as áreas de influência direta e indireta das intervenções propostas, avaliados preliminarmente os impactos positivos e negativos nos meios físico, biótico e antrópico, e consideradas propostas de programas ambientais cruzados com as medidas estruturais de controle do escoamento superficial e não estruturais já consideradas anteriormente, como parques lineares, monitoramentos em tempo real, etc. Atenção especial deve ser dada aos aspectos de reassentamento populacional e ao controle de resíduos sólidos e de outras emissões ou efeitos potencialmente deletérios ao meio ambiente. A reversibilidade de impactos gerados pelo Programa deve ser explicitada, destacando-se quais medidas devem ser tomadas nesse sentido.

Cabe lembrar também que a avaliação ambiental estratégica precede o processo de licenciamento ambiental, e suas resultantes necessariamente condicionam o processo de desenvolvimento do licenciamento ambiental sucedâneo.

A hydrographic map of São Paulo, Brazil, showing the city's extensive drainage network. The map is rendered in shades of blue and teal, with a prominent dark teal vertical bar on the left side. The drainage network is depicted as a complex web of lines, with larger lines representing major rivers and smaller lines representing tributaries. The map covers a large area, including the city center and surrounding regions.

# 4. MAPA HIDROGRÁFICO DA CIDADE DE SÃO PAULO



A Cidade de São Paulo desenvolveu ao longo de diversas administrações bases cartográficas que foram sendo aprimoradas em consonância com a evolução dos recursos tecnológicos. Atualmente conta-se com o Mapa Digital da Cidade (MDC), instrumento que consolida notável esforço do Município para uniformizar as suas bases de informações para uso público.

Tornou-se possível, graças a existência da cartografia digital do Município de São Paulo a elaboração pela primeira vez de um Mapa Hidrográfico da Cidade compreendendo os cursos d'água e bacias drenadas.

A elaboração do Mapa Hidrográfico foi efetuada partindo-se da divisa municipal e da altimetria do MDC indicando-se os principais cursos d'água da nascente à foz considerando-se a capacidade de identificar os talwegues pelos quais escoam. O aprimoramento das informações contidas no Mapa Hidrográfico é contínua, e a definição dos cursos d'água será complementada a partir de estudos localizados, e da realização dos Programas de Bacia.

No caso de rios de divisa com outros municípios foi representada a porção da bacia contida no Município de São Paulo. No caso de cursos d'água e de corpos hídricos de grandes dimensões, como represas e reservatórios, que extrapolam os limites municipais, sua representação no Mapa Hidrográfico é integral, tendo sido utilizada a base cartográfica do Plano da Bacia do Alto Tietê (FUSP, 2009<sup>1</sup>).

O Mapa Hidrográfico permitiu também o traçado das principais bacias localizadas integralmente no Município de São Paulo e aquelas parcialmente contidas, que são as que fazem divisa com outros municípios vizinhos. Nesta representação estão também indicadas áreas de contribuição direta aos corpos hídricos principais.

O **Mapa Hidrográfico do Município de São Paulo** e o **Mapa Hidrográfico com a divisão por bacias e a representação das áreas de contribuição direta** são apresentados como **encartes** nesta publicação.

As **Tabela 4.1** e **Tabela 4.2**, a seguir, apresentam a relação dos principais cursos d'água do Município de São Paulo totalizando 103 aflúências aos rios Tietê, Pinheiros, Tamanduateí, Juqueri e Capivari, entre outros. Indicam-se também nesta tabela as áreas das bacias contidas no Município de São Paulo. No caso das bacias totalmente contidas no território do Município de São Paulo, estas áreas coincidem com a área total da bacia hidrográfica. No caso dos cursos d'água intermunicipais, as áreas indicadas correspondem à parcela da bacia contida no Município de São Paulo. A **Tabela 4.1** indica as bacias contidas integralmente no território do Município de São Paulo, totalizando 82 bacias. Na **Tabela 4.2** estão listadas as bacias parcialmente contidas no Município, totalizando 21 bacias.

1 FUSP – Fundação da Universidade de São Paulo. Plano da Bacia do Alto Tietê. São Paulo, 2009

**Tabela 4.1** - Bacias totalmente contidas do Município de São Paulo

Nome da Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Rio Aricanduva	100,3
Ribeirão Parelheiros	45,9
Córrego Cabuçu de Baixo	42,6
Córrego Jacu	35,6
Ribeirão Varginha	35,4
Rio Tremembé/Ribeirão Piqueri	34,4
Ribeirão dos Perus	29,0
Córrego Jaguaré	28,1
Ribeirão Engordador/Ribeirão Barrocada	28,0
Córrego (ou Riacho) do Ipiranga	23,1
Córrego Morro do "S"	22,6
Córrego Tiquatira	19,2
Córrego Santa Fé	19,2
Córrego Mandaqui	18,6
Rio Cocaia	17,5
Córrego Cordeiro	15,9
Córrego da Mooca	15,0
Ribeirão Vermelho	14,9
Ribeirão São Miguel	13,0
Córrego Golfe Clube	12,7
Ribeirão Verde	12,1
Córrego Tatuapé	11,5
Córrego Água Espraiada	11,3
Córrego Moinho Velho	11,2
Córrego Uberaba	10,1
Ribeirão Taquacetuba	9,9
Ribeirão Colônia	9,8
Córrego Sapateiro	9,4
Córrego Itupu	9,0
Córrego Zavuvus	8,9
Córrego Pirituba	8,7
Córrego Carandiru	7,5
Córrego Ponte Baixa	6,8

continua



Nome da Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Rio das Pedras	6,8
Córrego da Traição	6,2
Córrego Paciência	5,8
Córrego Apucas	5,5
Contribuição Montante Ribeirão Parelheiros	5,4
Ribeirão Água Vermelha	5,4
Córrego Água da Pedra	5,3
Córrego Anhangabaú	5,3
Córrego Iguatemi	5,2
Córrego Verde II	5,0
Córrego Anhanguera	4,9
Córrego Tanquinho	4,7
Córrego Aclimação	4,6
Córrego Mongaguá	4,6
Córrego Cintra	4,3
Córrego Maria Joaquina	4,2
Córrego Novo Mundo	4,1
Córrego Pedreiras	3,9
Córrego São José	3,9
Córrego Cassandoca	3,8
Córrego Água Preta	3,8
Córrego Tenente Rocha	3,7
Bacia Jusante Córrego Cassandoca	3,5
Córrego Jaboticabal	3,5
Córrego Tiburtino	3,5
Córrego da Divisa	3,5
Córrego Sumaré	3,4
Córrego Pacaembu	3,3
Bacia Jusante Rio Cocaia	3,0
Bacia Intermediária Capivari / Curucutu	2,9
Área Intermediária do Dreno do Brooklin	2,9
Córrego Poli	2,7
Córrego Apereiba	2,7
Córrego das Corujas	2,6

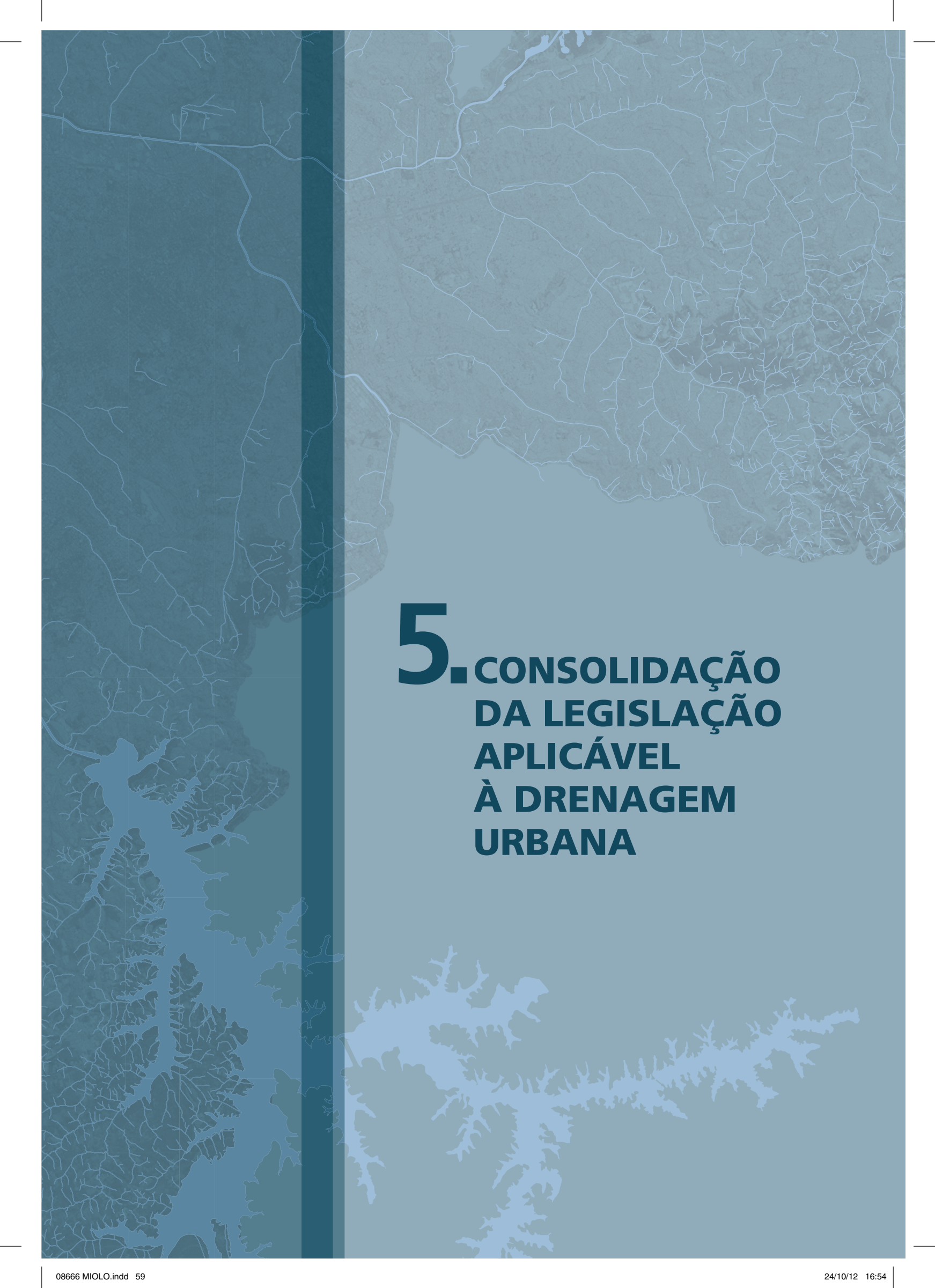
continua

Nome da Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Córrego Verde I	2,6
Bacia Jusante Córrego Golfe Clube	2,6
Córrego Fort. Ferraz	2,3
Córrego Belini	2,2
Córrego Tijuco Preto	2,2
Bacia Intermediária Fornos / Golfe Clube	2,1
Bacia Intermediária Paciência / Novo Mundo	2,1
Córrego Fiat Lux	1,9
Córrego São Martinho	1,8
Córrego da Luz	1,7
Córrego Curtume	1,6
Córrego Moringuinho	1,5
Córrego Quirino dos Santos	1,1
Córrego Olaria	1,1
Bacia Intermediária Mandaqui / Tenente Rocha	1,0

**Tabela 4.2** - Bacias parcialmente contidas do Município de São Paulo

Nome da Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Rio Capivari	154,9
Ribeirão Itaquera	46,7
Córrego Pirajuçara	39,8
Rio Embu-Guaçu	27,2
Córrego dos Buenos	23,0
Ribeirão Vermelho	14,3
Ribeirão do Cipó	12,8
Ribeirão do Oratório	12,3
Córrego Embu Mirim	11,2
Ribeirão da Lídia	9,7
Ribeirão Lageado	9,1
Contribuição Margem Direita Billings	7, <sup>6</sup>
Rio Curucutu	5,2
Córrego do Itaim	5,1
Córrego Itaim	4,8
Ribeirão dos Pinheirinhos	4,1
Ribeirão Grande	3,6
Córrego Três Pontes	3,1
Córrego dos Fornos	2,6
Córrego Ourives	2,3
Córrego Continental	1,0





# 5. CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À DRENAGEM URBANA



Os eventos críticos relativos às inundações no meio urbano impactam diretamente a qualidade de vida dos cidadãos, seja pela perda dos bens, seja pelos riscos à saúde pública, seja ainda pelos danos causados ao meio ambiente e aos recursos naturais.

As inundações, salvo casos muito excepcionais, decorrem do uso desequilibrado dos recursos naturais como a água e o solo. Canalizações de rios, excesso de impermeabilização, uso e ocupação desordenada e mesmo ilegal do solo (em áreas protegidas) e a falta de manutenção dos equipamentos urbanos são fatores relevantes a ser analisados à luz das normas vigentes.

O presente texto tem por objetivo indicar a legislação relativa ao meio ambiente, saneamento, recursos hídricos e temas afins, aplicável na Cidade de São Paulo, com vistas a fornecer o fundamento legal a ser observado na consecução das ações relativas a um plano de drenagem.

## 5.1 CONSTITUIÇÃO FEDERAL

### 5.1.1 Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado

O art. 225 da CF/88 marcou uma inovação no direito, pois, valendo-se de instrumentos que já constavam da Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), elevou ao nível da Constituição a temática ambiental.

O fundamento do direito ambiental brasileiro consiste em todos terem “direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.<sup>1</sup>

O meio ambiente é definido na Constituição como *bem de uso comum do povo*, expressão que se refere muito mais a interesse, ou necessidade, que a domínio ou a propriedade. Sendo o meio ambiente um objeto do interesse de todos, insere-se no rol dos bens tutelados pelo Poder Público,<sup>2</sup> a quem cabe intervir nas atividades públicas, ou particulares, com vistas a assegurar a *sadia qualidade de vida*.

### 5.1.2 Garantia da função socioambiental da propriedade urbana

A propriedade é aqui abordada em razão dos efeitos do uso do solo, sobretudo no que tange à sua impermeabilização, ao lançamento das águas da chuva nas ruas e a consequente inundação. Daí tratar dos limites do exercício do direito à propriedade.

O art. 5º da CF/88 garante a propriedade privada,<sup>3</sup> atendida a sua função social. Essa determinação indica uma evolução ocorrida no que tange ao conceito de propriedade que, de exercício pleno, passou, ao longo dos séculos, a possuir uma relação intrínseca com seu entorno, de modo a compartilhar benefícios e garantir a não ocorrência de danos a terceiros. A função social, pois, adicionada ao interesse privado que reveste a propriedade, explicita o interesse público incorporado em seu conteúdo.

A regra da proteção ambiental permeia todo o texto constitucional, ficando muito clara a profunda alteração trazida pelo texto de 1988 no que se refere aos recursos ambientais: de uma situação de exploração ilimitada para outra em que se impõem limites às atividades humanas, condicionando-as

1 CF/88, art. 225.

2 A proteção ambiental compete também à coletividade, nos termos da Constituição, mas é o Poder Público quem exerce exclusivamente a função indelegável do poder de polícia.

3 CF/88, art.5º, XXII.

às normas ambientais.<sup>4</sup> Um dos casos desse tipo de limitação trazidos pela CF/88 é o princípio da função social da propriedade.<sup>5</sup> De acordo com essa previsão constitucional, o direito de propriedade deve ser exercido com vistas a atender ou a não prejudicar o interesse público, em que se insere a proteção do meio ambiente e o uso racional dos recursos hídricos e do solo. Daí a existência de normas impondo recuos, gabaritos e coeficientes de aproveitamento; e estabelecendo zoneamento, restrições ao uso das APPs, obrigação de reservar a água da chuva no interior da propriedade, entre outras regras e normas ambientais.

A CF/88 definiu função social da propriedade rural no art. 186<sup>6</sup>. No que se refere à propriedade urbana, a CF/88 remeteu-se ao Plano Diretor de cada município para tal definição.<sup>7</sup> Ou seja, a política urbana, a ser definida pelos poderes públicos municipais, estabelece quais regras são necessárias para garantir que o direito à propriedade urbana seja exercido em observância à sua função social.<sup>8</sup> Nesse sentido, considerando que o Plano Diretor deve ser guiado pela sustentabilidade e pela proteção ambiental, incluída a segurança pela redução dos riscos de danos causados pelas inundações, a propriedade urbana também deve observar tais parâmetros.

Além disso, o Código Civil determina, no § 1º do art. 1.228 que “o direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, em conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.” Comparado com as disposições contidas no caput do artigo, que concede ao proprietário a faculdade de “usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem injustamente a possua ou detenha”, fica clara a imposição de uma restrição ao exercício do direito da propriedade, com vistas a proteger valores como o meio ambiente e o desenvolvimento sócio econômico.

### 5.1.3 Ordem econômica

Dos princípios a serem observados na condução da ordem econômica destaca-se, no inciso VI, “a defesa do meio ambiente (...).”<sup>9</sup> Nos termos da Constituição, a defesa do meio ambiente é uma condicionante das atividades econômicas, não se admitindo a dissociação entre tais atividades e a proteção ambiental, o que vai ao encontro do desenvolvimento sustentável.

### 5.1.4 Saúde

O conceito legal de meio ambiente traz em seu conteúdo a noção de equilíbrio entre “as condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.<sup>10</sup> A perda desse equilíbrio é causa da degradação ambiental e da poluição.

4 Cf. BENJAMIN, Antônio Herman. Direito Constitucional Ambiental Brasileiro. In: Direito Constitucional Ambiental Brasileiro. Org.: CANOTILHO, J.J.G. e LEITE, J. R.M. São Paulo: Saraiva, 2008, pp 57 -130.

5 CF/88, art.5º, XXIII.

6 CF/88, art. 186.

7 CF/88, art. 182, § 2º.

8 Para alguns exemplos concretos sobre exercício do direito de propriedade respeitando a sua função social, além do foco que é adotado neste trabalho, cf. Cf. MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito Ambiental Brasileiro. 18ª Ed. São Paulo: Malheiros, 2010, p. 215-217.

9 Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19-12-2003.

10 Lei nº 6.938/81, art. 3º, I.



A Lei nº 6.938/81 estabelece, como uma das hipóteses que caracterizam a poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população.<sup>11</sup>

Poluição atmosférica, água fora dos padrões de potabilidade, contato com águas que contêm esgotos, entre outros, são fontes de doenças. A Constituição incluiu, entre as atribuições do Sistema Único de Saúde, colaborar na proteção do meio ambiente.

### 5.1.5 O papel do município na tutela do meio ambiente urbano

A defesa e a preservação do meio ambiente são atribuições do Poder Público – União, Estados, Distrito Federal, Municípios e os respectivos órgãos e entidades – e também da coletividade, que pode ser entendida, nesse caso, como a sociedade em geral.

O art. 182 da Constituição dispõe que a política de desenvolvimento urbano tem por objetivo “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”.<sup>12</sup> Entende-se que as questões relativas à drenagem estão intimamente ligadas à manutenção do desenvolvimento da cidade.

A Constituição estabelece, ainda, o plano diretor como “o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana”<sup>13</sup> e determina que “a propriedade urbana cumpre a sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor”. Cabe ao município formular a política urbana, seu plano diretor e, conseqüentemente, determinar a função social da propriedade.

### 5.1.6 Competências municipais legislativas e materiais

Em sede de competência legislativa concorrente, o art. 24, § 1º, da CF/88 determina que a União limitar-se-á a estabelecer *normas gerais*, regras com aplicação em todo o território nacional. Os Estados e o Distrito Federal podem detalhar essa norma, de acordo com suas características e necessidades.<sup>14</sup> Se não existir norma geral sobre determinada matéria, é facultado aos Estados exercer a competência plena. A partir do momento em que se editar a norma geral pela União, a norma estadual deve adequar-se àquela, ficando suspensa a eficácia das disposições da lei estadual em conflito com a norma geral federal.<sup>15</sup>

Se a norma estadual deve adequar-se à norma geral posterior, sob pena de ter suspensa a eficácia em caso de discrepância com a norma geral, vale dizer que o Estado não poderá legislar em sentido contrário à norma geral existente. O mesmo ocorre com o município, a quem compete legislar sobre assuntos de interesse local e suplementar à legislação federal e à estadual no que couber,<sup>16</sup> para adequar as provisões às suas peculiaridades e necessidades locais. Muito embora essa competência não esteja expressamente prevista na constituição, é reconhecida não só pela legislação, mas pela interpretação da doutrina em geral.<sup>17</sup>

11 Lei nº 6.938/81, art. 3º, III, a.

12 O Distrito Federal, ente federado com regime jurídico específico, estabelece as normas distritais, que equivalem às municipais, já que as cidades localizadas no DF não possuem a condição jurídica de Municípios.

13 CF/88, art. 182, § 1º.

14 CF/88, art. 24, § 2º.

15 CF/88, art. 24, § 3º.

16 CF/88, art. 30, I e II. Note-se que não existe uma definição clara de interesse local, o que leva a diversas discussões sobre a competência legislativa do município e a fragmentação da legislação ambiental em detrimento da proteção ambiente.

17 SILVA, José Afonso da. Direito Ambiental Constitucional. 7ª ed. São Paulo: Malheiros, 2009, p. 79 – 80.

Nessa linha, e ao contrário do que ocorre com as competências materiais (administrativas) da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios,<sup>18</sup> existe uma verdadeira hierarquia entre os entes federados, no sentido de observância da legislação da União pelos Estados e Municípios e da legislação dos Estados pelos Municípios. Estes, ao legislar sobre interesse local, não podem ignorar o interesse geral transmitido pela norma geral. Em matéria ambiental e urbanística, referência é feita, em especial, à Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), à Lei nº 4.771/65 (Código Florestal), à Lei nº 10.257/01 (Estatuto da Cidade) e à Lei nº 11.445/07 (Diretrizes para o Saneamento Básico). Essas normas expressam o interesse nacional, que prevalece sobre os interesses regionais e locais, na linha do federalismo brasileiro.

O município, ao formular sua política urbana deve, por lei, respeitar as normas gerais traçadas pela União. Portanto, ao editar o Plano Diretor, o limite da definição e do exercício do interesse local será o interesse geral – regional ou nacional –, pois o município está localizado em um Estado, ou mesmo em um ecossistema ou bacia hidrográfica, em que se exprime um interesse que muitas vezes extrapola o local. No caso de São Paulo, cumpre ressaltar a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI Alto Tietê e a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

Aos municípios compete “legislar sobre assuntos de interesse local”<sup>19</sup> e “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local”.<sup>20</sup> A expressão *interesse local* enseja algumas reflexões. O interesse municipal ou local em uma determinada matéria há que ser entendido como o *predominante*, embora outros entes federados tenham também interesse nela. De fato, nenhum município é isolado. A autonomia não exclui a cooperação, a articulação nem a interação com os demais entes – União, Estado e os demais municípios.

Completando a afirmação, cabe salientar os interesses de outros Municípios, do Estado e da União, além do interesse metropolitano. Os serviços de saneamento básico, em que se inclui a drenagem urbana, prestados diretamente ou mediante delegação a terceiros pelo município, por exemplo, possuem relação direta com a proteção ambiental da bacia hidrográfica.

O mesmo ocorre com a competência para promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle de uso do parcelamento e da ocupação do solo urbano.<sup>21</sup> Além das normas gerais a serem observadas, o município insere-se em uma região – que pode ser metropolitana ou uma bacia hidrográfica às quais pertencem outros municípios, sem falar nos biomas e demais espaços protegidos. Daí a necessidade de discutir os temas relativos aos vários interesses locais de modo articulado, para que se possa chegar à definição do que seja o *interesse comum*, correspondente a toda uma região.

O ordenamento jurídico em vigor atribui claramente a competência dos municípios para o uso e a ocupação do solo.

A Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, regulamentada pelo Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007, dispõe sobre as normas gerais de contratação de consórcios públicos, o que significa que sua aplicação possui abrangência nacional. Consórcio público é a “pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos”.<sup>22</sup>

Somente podem participar do consórcio público, como seus consorciados, os entes federados: União, Estados, Distrito Federal e Municípios. A possibilidade de consórcios públicos de municípios, ou des- ses com o Estado é uma alternativa para a gestão de atividades comuns. Essa possibilidade de criação de

18 Tais competências são competências comuns, conforme previstas na CF/88, art. 23.

19 CF/88, art.30, I.

20 CF/88, art.30, V.

21 CF/88, art.30, VIII.

22 Decreto nº 6.017/07, art. 2º.

uma *pessoa jurídica, de direito público ou privado*, amplia o exercício de competências dos entes integrantes do consórcio, inclusive com a previsão legal de outorgar concessão, permissão ou autorização, obras ou serviços públicos. As obrigações contraídas por ente da Federação com o consórcio público na prestação de serviços públicos são constituídas e reguladas no contrato de programa.<sup>23</sup>

Ainda em matéria da competência legislativa do município, a ele compete *suplementar a legislação federal e a estadual no que couber*.<sup>24</sup> Normas suplementares são aquelas editadas na ausência de norma geral. O art. 24, em seus parágrafos, discorre sobre a regra que vigora para a competência suplementar dos Estados e do Distrito Federal<sup>25</sup>. A questão que se coloca diz respeito à competência legislativa dos municípios. O fato de não se ter mencionado o município no art. 24 excluiria sua competência em matéria ambiental? Entende-se que não.

O art. 30, ao estabelecer a competência para legislar sobre assuntos de interesse local<sup>26</sup>, não exclui nenhum tema, restringindo apenas essa competência a um interesse que seja predominantemente local. O mesmo se dá com a competência para promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano<sup>27</sup>.

A expressão “no que couber” refere-se ao limite da competência municipal, que consiste em seu espaço territorial e na eventual competência de outro ente federado sobre determinado tema. Fora isso, o município poderá e deverá, ao estabelecer suas normas de uso e ocupação do solo, proteger o meio ambiente. Dessa forma, desde que a matéria esteja no rol do art. 24, e, portanto, adstrita ao regime das normas gerais e suplementares, e o tema seja de predominante interesse local, o município possui competência legislativa em matéria ambiental.

Cabem ainda ao município as competências materiais comuns expressas no art. 23, tais como, no que se refere ao meio ambiente:

- Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;<sup>28</sup>
- Preservar as florestas, a fauna e a flora;<sup>29</sup>
- Promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.<sup>30</sup>

### 5.1.7 Domínio da água

As águas pertencem à União ou aos Estados e ao Distrito Federal, de acordo com a localização dos corpos hídricos. São bens da União “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio”.<sup>31</sup> São também de domínio da União os lagos, rios e quaisquer correntes que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.<sup>32</sup>

23 Lei nº 11.107/05, art. 13.

24 CF/88, art. 30, II.

25 CF/88, art. 24, § 2º – A competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência suplementar dos Estados.

26 CF/88, art.30, I.

27 CF/88, art.30, VIII.

28 CF/88, art.23, VI.

29 CF/88, art.23, VII.

30 CF/88, art.23, IX.

31 CF/88, art.20, III.

32 CF/88, art. 20, III.

Ao domínio dos Estados<sup>33</sup> cabem as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.<sup>34</sup>

O município não é detentor do domínio hídrico. Essa classificação, que vigorava no Código de Águas, modificou-se com a Constituição de 1946, alterando o domínio para a União e os Estados e, por analogia, ao Distrito Federal. O mesmo se pode afirmar com referência às águas particulares.

### 5.1.8 Saneamento básico

A competência legislativa para instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo habitação, saneamento básico e transportes urbanos, pertence à União.<sup>35</sup> Independentemente disso, o art. 24 da Constituição Federal estabelece a competência legislativa concorrente da União, Estados e Distrito Federal para legislar sobre temas correlatos ao saneamento, como a proteção da saúde e do meio ambiente.

No que se reporta às competências administrativas, é competência comum da União, dos Estados e dos Municípios a promoção de programas de saneamento básico.<sup>36</sup> O saneamento possui uma interface marcante com a saúde, cabendo ao Sistema Único de Saúde (SUS) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico.<sup>37</sup>

## 5.2 ESTATUTO DA CIDADE

O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/01, regulamentou os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental,<sup>38</sup> o que significa a confirmação da preocupação com o meio ambiente nas discussões relativas às cidades, em nível de norma geral.

O Estatuto da Cidade se aplica a todo o território nacional, devendo os municípios, responsáveis pela definição das respectivas políticas de desenvolvimento urbano, buscar obrigatoriamente o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade – conforme definido no Plano Diretor e demais normas municipais – e o bem-estar dos seus habitantes.

As diretrizes gerais de política urbana estabelecidas pela lei, relacionando normas urbanísticas e proteção do meio ambiente urbano, atribuem uma função ambiental à propriedade urbana, bem como os instrumentos para sua efetivação.

No tocante ao planejamento, o Estatuto da Cidade fixou diretrizes gerais de política urbana, relacionando as normas de natureza urbanística com as de proteção ambiental. Para tanto, não apenas atribuiu uma função ambiental à propriedade urbana, como também estabeleceu os respectivos instrumentos para a sua consecução. Seu objetivo é regular o uso da propriedade urbana em favor do equilíbrio ecológico e da sadia qualidade de vida, que desempenhará sua função socioambiental de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental.

33 E ao Distrito Federal, que se equipara aos Estados.

34 CF/88, art.26, I.

35 CF/88, art.21, XX.

36 CF/88, art.23, IX.

37 CF/88, art.200, IV.

38 Lei nº 10.257, de 10-7-2001, art. 1º, parágrafo único.

### 5.2.1 Objetivos e diretrizes da política urbana

A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante diretrizes estabelecidas no art. 2º do Estatuto da Cidade. A efetividade dos instrumentos criados pelo Estatuto da Cidade depende de sua inclusão nos planos diretores municipais e leis municipais específicas regulamentando a sua aplicação.

O Estatuto da Cidade prevê também o controle social, garantida a participação de comunidades, movimentos e entidades da sociedade civil, quando houver dispêndio por parte do Poder Público municipal, na aplicação dos instrumentos fixados na lei<sup>39</sup>. A lei, contudo, limita-se a prever o controle social, sem indicar claramente como fazê-lo. Do conteúdo da norma, infere-se que o controle social, na hipótese do art. 4º, § 3º, do Estatuto da Cidade, não tem natureza de controle prévio, não cabendo à sociedade organizada aprovar a execução da despesa, competência exclusiva do Poder Público.

É também prevista a participação na formulação do plano diretor, que é parte integrante do processo de planejamento municipal, na medida em que inclui o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual participativo.

Na fiscalização de sua implantação, o Estatuto da Cidade prevê a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade, constituindo essa uma obrigação dos Poderes Executivo e Legislativo.<sup>40</sup>

### 5.2.2 Instrumentos da gestão democrática da cidade

O objetivo precípua a ser perseguido e alcançado na gestão democrática da cidade refere-se à criação de uma rede de conselhos, comissões e grupo de estudos, que têm origem nas associações de bairro e de moradores, sindicatos e outros segmentos organizados da sociedade civil. A lei estabelece quatro instrumentos destinados à garantia da gestão democrática da cidade:<sup>41</sup>

- Órgãos colegiados de política urbana, nos níveis nacional, estadual e municipal;
- Debates, audiências e consultas públicas, relativas aos vários processos decisórios;
- Conferências sobre assuntos de interesse urbano, nos níveis nacional, estadual e municipal;
- Iniciativa popular de projeto de lei e de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.

O Estatuto da Cidade estabelece, entre as diretrizes a serem adotadas na implantação e condução da política urbana, “a adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do município e do território sob sua área de influência”<sup>42</sup>. Esse dispositivo aborda dois temas distintos, com impactos no meio ambiente: consumo responsável, que se relaciona, entre outros temas, à produção de resíduos sólidos, e a expansão urbana, concernente ao uso e ocupação do solo.

Os problemas relacionados com os resíduos sólidos possuem forte conexão com as áreas urbanas, pois as atividades ali desenvolvidas são geradoras de grande parte desses resíduos. A Lei nº 13.305/10

39 Lei nº 10.257/01, art. 4º, § 3º.

40 Lei nº 10.257/01, art. 40, § 4º, I.

41 Lei nº 10.257/01, art. 43.

42 Lei nº 10.257/01, art. 2º, VIII.

insere o município em posição de destaque na gestão integrada dos resíduos sólidos gerados no respectivo território<sup>43</sup>, cabendo-lhe a obrigação de elaborar o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, como condição de acesso a recursos da União<sup>44</sup>.

No que se refere à expansão urbana, a sua ocorrência sem planejamento é uma das causas responsáveis pela degradação de ecossistemas, desmatamento e outros danos ao ambiente. A lei menciona claramente que devem ser observados os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do município e de seu território. Cabe ao Poder Público municipal, primeiramente, planejar o crescimento das cidades e, a partir daí, tomar as medidas necessárias para impedir a sua degradação, que não é apenas ambiental, e afeta toda a população.

O Plano Diretor, para cumprir sua finalidade, depende de dois fatores:

- Consistência em seu conteúdo;
- Vontade política para sua execução.

O conteúdo do Plano Diretor deve estar adequado à legislação federal, naquilo que a norma geral estabeleceu. Como exemplo, cita-se a faixa *non aedificandi* de 30 metros em APP de área urbana, que não pode ser alterada pelo município. A adoção de faixa menor – 15 metros – em Planos Diretores leva o particular ao erro, pois as construções são ilegais à luz da legislação federal, ensejando problemas futuros ao proprietário.

As regras estabelecidas devem ser claras e objetivas, pois o Plano Diretor já está regulamentando o Estatuto da Cidade. Normas muito genéricas não propiciam o seu cumprimento, e dão fundamento à sua não aplicação por parte dos administradores.

A ordenação e o controle do uso do solo referem-se à competência legislativa e administrativa dos municípios. As normas municipais sobre o uso do solo devem buscar a sustentabilidade ambiental para o espaço urbano, evitando também danos na área rural e no território de outros municípios vizinhos ou sob o risco de sofrer impactos, como, por exemplo, os localizados na mesma bacia hidrográfica.

As condições a serem evitadas, mencionadas no Estatuto da Cidade, que a legislação municipal deve considerar, são objeto da atuação administrativa, municipal ou mesmo estadual. É o caso, por exemplo, da instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente. O licenciamento ambiental, processo no qual se apresentam o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV é instrumento da política ambiental cuja finalidade é exatamente analisar os projetos submetidos ao órgão ou entidade competente, fixando as alterações necessárias, para viabilizar o empreendimento, quando cabível. É o caso típico dos *shoppings centers*, que provocam aumento do fluxo de veículos no entorno. O mesmo se aplica à proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes.

O parcelamento do solo e a edificação são atividades submetidas aos órgãos e entidades licenciadoras que, a partir das normas fixadas, vão impedir a instalação desses empreendimentos, se ficar confirmado que eles provocarão o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana.

### 5.3 POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, refletiu a preocupação da sociedade brasileira em assegurar o desenvolvimento do país, garantindo a preser-

43 Lei nº 12.305/10, art. 10.

44 Lei nº 12.305/10, art. 18.

vação dos recursos naturais. Essa norma mudou definitivamente a forma de tratar as atividades humanas, estabelecendo-se um vínculo de natureza legal entre o desenvolvimento e a proteção do meio ambiente.

### 5.3.1 Conceitos

O conceito de meio ambiente – “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” – refere-se fundamentalmente aos conceitos de vida e equilíbrio. Esse equilíbrio inclui o fluxo das águas, inclusive na estação das cheias. Mesmo considerando a ocupação antrópica ao longo dos corpos hídricos, há que manter, na organização das cidades, condições mínimas de sustentabilidade e mesmo de sobrevivência das populações, na ocorrência de fortes chuvas.

Na fixação dos conceitos, a Lei nº 6.938/81 identificou a figura do poluidor e causador da degradação ambiental. A pessoa jurídica, de direito público ou privado, foi introduzida no conceito de *poluidor*. Até então, não estava claro que o Poder Público, ao implantar empreendimentos públicos como estradas, usinas hidroelétricas e loteamentos, poderia ser responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental. Reforçando essa ideia, a lei determina que as atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.<sup>45</sup>

Tanto as inundações são formas de degradação ambiental como as obras destinadas a evitá-las podem causar, efetiva ou potencialmente, danos.

A poluição foi definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Afetem desfavoravelmente a biota;
- Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.<sup>46</sup>

A caracterização da poluição é feita, pois, pela descrição do fato ocorrido, relativo à poluição e à correspondente previsão legal. É o que acontece com uma atividade que tenha prejudicado a saúde, a segurança e o bem-estar da população, ou que tenha criado condições adversas às atividades sociais e econômicas, que tenha afetado desfavoravelmente a biota ou que ainda tenha causado dano às condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente. Todas essas situações devem ser comprovadas no respectivo processo – administrativo ou judicial –, destinado a apurar a ocorrência de um dano ambiental.

Além das situações acima descritas, lançar substâncias fora dos padrões legalmente fixados também caracteriza a poluição. Mas há uma diferença entre essa situação e as demais: neste caso, a poluição ocorre pelo simples fato de haver despejos fora dos padrões legalmente estabelecidos, independentemente dos efeitos que efetivamente ocorram na água, no ar ou no solo. Aplicou-se na alínea e do inciso III do art. 3º da Lei nº 6.938/81 a presunção legal de ocorrência de poluição.

Já a degradação da qualidade ambiental consiste na alteração adversa das características do meio ambiente, o que remete para o entendimento de ser a *poluição* uma espécie do gênero *degradação ambiental*.

45 Lei nº 6.938/81, art. 5º, parágrafo único.

46 Lei nº 6.938/81, art. 3º, III.

A degradação da qualidade ambiental, da qual uma das causas é a poluição, refere-se justamente a um desequilíbrio provocado pela atividade humana e é definida no art. 3º, II, da Lei nº 6.938/81. Trata-se de "alteração adversa das características do meio ambiente".

### 5.3.2 Princípios, objetivos e diretrizes da política

A fixação de princípios, objetivos e diretrizes, além dos instrumentos e o aparato institucional que se ocupará de implantar uma política pública, faz parte de seu próprio conteúdo. Dois objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente tratam do *princípio do desenvolvimento sustentável*:

- A preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;<sup>47</sup>
- A compatibilização do desenvolvimento econômico social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.<sup>48</sup>

As seguintes ações constituem instrumentos a cargo do Poder Público, na busca de atingir os objetivos traçados na lei. São medidas de efetividade na implantação da Política Ambiental:

- A definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;<sup>49</sup>
- O estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;<sup>50</sup>
- O desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;<sup>51</sup>
- A difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;<sup>52</sup>
- A imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos;<sup>53</sup>

O art. 2º da Lei nº 6.938/81 estabelece com maior clareza o real objetivo da Política:

A preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Os princípios fixados no art. 2º consistem em medidas de competência governamental, necessárias a assegurar a efetividade da implantação da Política Nacional do Meio Ambiente:

47 Lei nº 6.938/81, art. 4º, VI.

48 Lei nº 6.938/81, art. 4º, I.

49 Lei nº 6.938/81, art. 4º, II.

50 Lei nº 6.938/81, art. 4º, III.

51 Lei nº 6.938/81, art. 4º, IV.

52 Lei nº 6.938/81, art. 4º, V.

53 Lei nº 6.938/81, art. 4º, VII.



- Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- Acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- Educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Dentre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente relacionados no art. 9º da Lei nº 6.938/81, cabe destacar, em face de sua relação com o tema deste estudo:

- O zoneamento ambiental, incluindo a indicação das áreas de risco;
- Avaliação de impactos ambientais, inclusive no que se refere à drenagem urbana;
- O licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- Os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- A criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como parques lineares, ao longo dos rios;
- O sistema nacional de informações sobre o meio ambiente, sobretudo no que tange ao monitoramento dos níveis dos rios e informações meteorológicas;
- As penalidades disciplinares ou compensatórias aplicáveis no caso de não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;
- A garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- Instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

### 5.3.3 Licenciamento ambiental

As obras a serem realizadas no âmbito de um plano de drenagem devem ser licenciadas, quando couber. O art. 10 da Lei nº 6.938/81 determina que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento.

O procedimento administrativo do licenciamento ambiental é formado por um conjunto de atos sucessivos, ora da parte da Administração, ora da parte do empreendedor, cumprindo-se uma série de

requisitos que podem, ou não, resultar na expedição das licenças ambientais. Nos termos do art. 10 da Resolução CONAMA nº 237/97, esse procedimento obedecerá às seguintes etapas:

- Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- Deferimento, ou indeferimento, do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

O procedimento acima descrito aplica-se, no que couber, aos três tipos de licenças estabelecidos pelo art. 19 do Decreto nº 99.274/90, que regulamentou a Lei nº 6.938/81:

- Licença Prévia (LP) na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;
- Licença de Instalação (LI) autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado;
- Licença de Operação (LO) autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas licenças: Prévia e de Instalação.

A LP refere-se a uma fase anterior a qualquer ato material em relação ao empreendimento. Existe um projeto e um local pretendido para a sua implantação. Nesse passo, deve ser analisado o empreendimento à luz dos planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo. Após a emissão da LP, a critério do órgão licenciador, estabelece-se uma série de requisitos a serem observados pelo empreendedor e cujo cumprimento será fiscalizado quando das fases de licenciamentos posteriores.

A finalidade da LI é autorizar o início da implantação do projeto, de acordo com o projeto executivo aprovado. No que se refere aos projetos básicos e executivos, mencionados na legislação sobre licenciamento, cabe lembrar que a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que trata das licitações e dos contratos com a Administração Pública, estabelece definições que, embora se destinem aos fins daquela lei, constituem um parâmetro de caráter legal.

Nessa linha, projeto básico consiste no conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base em estudos técnicos que assegurem viabilidade técnica e adequado tratamento

do impacto ambiental do empreendimento e possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- Desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar os seus elementos constitutivos com clareza;
- Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras de montagem;
- Identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução;
- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução;
- Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra compreendendo sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização, e outros dados necessários em cada caso;
- Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.<sup>54</sup>

E, de acordo com o inciso X do mesmo artigo, define-se o Projeto Executivo:

- O conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Na fase da Licença de Instalação de um empreendimento, será verificada a observância às exigências fixadas na Licença Prévia como condição essencial de sua concessão. Além disso, será aferido se houve cumprimento das normas e dos padrões de qualidade e emissões estabelecidos pela legislação federal ou estadual. O mesmo ocorre na LO. Após as verificações necessárias, é autorizado o início da atividade.

## 5.4 CÓDIGO FLORESTAL, PLANO DE DRENAGEM E APP URBANA

O tema em foco são as APPs em áreas urbanas, objeto do art. 2º, § único da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, (Código Florestal) e as suas relações com os planos de drenagem, que preveem as obras e demais medidas necessárias para redução dos riscos de danos causados pelas inundações.

Mas, para que plano de drenagem urbana se refere à matéria ambiental e às APPs? Qual o ponto de intersecção entre essas matérias? Tendo em vista essas questões, um ponto a esclarecer, de antemão, é a pertinência do tratamento das APPs em um plano de drenagem urbana. As respostas encontram-se nas políticas públicas de meio ambiente, recursos hídricos e urbanismo.

Primeiramente, a Lei nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, determina que “as atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente” (grifo nosso).<sup>55</sup> Drenagem urbana é atividade da administração

<sup>54</sup> Lei nº 8.666/93, art. 6º, IX.

<sup>55</sup> Lei nº 6.938/81, art. 5º, parágrafo único.

pública; faz parte do rol de obrigações do município para garantir saúde e segurança aos munícipes;<sup>56</sup> e é serviço público legalmente definido como tal. Assim, além das questões da engenharia – como os projetos e as obras civis e hidráulicas – deve ser considerada a vertente ambiental na arquitetura dos planos de drenagem, incluindo, portanto a consideração das APPs.

Em segundo lugar, quando o município organiza seu plano de drenagem urbana, não deixa de causar um impacto – negativo ou positivo – na situação dos *recursos hídricos*,<sup>57</sup> com a finalidade de controlar eventos catastróficos e diminuir os danos a pessoas e bens decorrentes de inundações. Portanto, tal atividade mantém relação direta com “[a] prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais”,<sup>58</sup> um dos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/97. Nessa esteira, embora o município não seja detentor do domínio dos recursos hídricos, exerce um papel fundamental para assegurar o princípio acima mencionado.

Esta última questão também está diretamente relacionada com as APPs na medida em que um dos tipos de APP previstos no Código Florestal, conforme será analisado mais detalhadamente adiante, tem justamente a função de assegurar a proteção e a função ambiental dos corpos d’água.<sup>59</sup>

Ambas as leis urbanísticas que envolvem o tratamento jurídico do saneamento e da drenagem – a Lei nº 10.257/01 (Estatuto da Cidade) e a Lei nº 11.445/07 – são guiadas por princípios ambientais. Assim, não só a saúde e a segurança da população urbana estão asseguradas, mas também a sustentabilidade ambiental. Desse modo, mais uma vez, a questão ambiental e, portanto, das APPs, permeia as políticas urbanas.

As normas aplicáveis às margens de rios possuem objetivos distintos da necessidade de criação de áreas de drenagem, sobretudo em fundos de vale, que sejam capazes de conter, temporariamente, as enchentes dos rios.

No âmbito da vegetação localizada nas margens dos corpos hídricos, foi editada recentemente a Lei federal nº 12.651, de 25-5-2012 que incorpora a Medida Provisória nº 571, dispendo sobre a proteção da vegetação nativa. Essa norma altera, entre outras, as Leis nº 6.938/81, e 11.428/06 e revoga as Leis nº 4.771/1965, e 7.754/1989, bem como a Medida Provisória nº 2.166- 67/2001. Essa norma encontra-se ainda em discussão no Congresso Nacional, em face da apresentação de novas emendas, não se tendo, até o presente, um cenário concreto de como será delineada a proteção das florestas no país.

Independentemente da edição dessa nova norma federal, e das incertezas e conflitos que revestem esse tema, têm sido inúmeras as dificuldades de aplicabilidade do Código Florestal, principalmente em face das diversas alterações ao longo de sua vigência e da consolidação de construções nesses espaços.

No caso da drenagem, o foco da atuação do Poder Público encontra-se sobre a necessidade de tratar dos aspectos técnicos envolvidos com a ocupação urbana dos fundos de vale, instituindo, por exemplo, o zoneamento das áreas inundáveis, com a definição, em cada caso, dos usos possíveis, que não comprometam a vida e o patrimônio das pessoas que venham a ocupar esses espaços.

56 Tal afirmação decorre da leitura conjunta dos arts. 23, IX, e 30, V, da CF/88; art. 2º, IV, da Lei nº 11.445/07; e art. 2º, I, da Lei nº 10.257, de 10-07-2001.

57 Lei nº 6.938/81, art.3º, inc.V.

58 Lei nº 9.433/97, 2º, inc. III.

59 De fato, Direito Urbanístico e Direito Ambiental atualmente são disciplinas tratadas como distintas, mas que mantêm uma relação muito próxima, uma vez que, se por um lado o ordenamento da ocupação urbana é um dos instrumentos da política ambiental, por outro, a política ambiental guia as ações na política urbana. Sobre este tema, cf. SILVA, José Afonso da. *Direito Ambiental Constitucional*. 7ª ed. São Paulo: Malheiros, 2009, p. 220 – 224; e, do mesmo autor *Direito Urbanístico Brasileiro*. 5ª ed. Malheiros: São Paulo, 2008, p. 39.

### 5.4.1 Áreas de preservação permanente (APP)

As APPs são definidas nos seguintes termos:

- área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.<sup>60</sup>

O Código Florestal atual prevê diversas espécies de APP: ao longo das margens de cursos d'água (art. 2º, "a", "b", e "c"), em áreas topográficas (art. 2º, "d", "e", "g", e "h"), de áreas de vegetação específica (art. 2º, "f") e de destinação por ato do Poder Público (art. 3º).<sup>61</sup> No Manual, o foco consiste nas APPs às margens de cursos d'água e, mais especificamente, conforme já mencionado, nas áreas urbanas.

### 5.4.2 Rios, cursos d'água e nascentes

*Rio* vem do latim *rivus*, que significa "corrente de água". Pode ser classificado segundo seu potencial de utilização ou sua grandeza em extensão e caudal. Assim, o rio pode ser entendido como um curso considerável de água (de grande monta) que tem origem nas montanhas. Recebe águas de regatos e ribeiras e se lança por uma ou outra embocadura, no mar ou noutro rio.<sup>62</sup> De acordo com o Glossário da ANA, *rio* é "curso de água de grande dimensão que serve de canal natural para a drenagem de uma bacia".<sup>63</sup> Conforme o Glossário da UNESCO trata-se de um "grande curso de água que serve de canal natural de drenagem a uma bacia hidrográfica".<sup>64</sup> Independentemente da diversidade dos conceitos, a essência do que se entende por rio repousa, conforme Antonio de Pádua Nunes, "no volume de água e na sua extensão".<sup>65</sup>

É importante notar que a água que corre nos rios está, necessariamente, em uma calha, ou seja, sobre um leito – ou álveo – e entre margens, onde justamente se localizam as APPs.<sup>66</sup> Segundo Pádua Nunes, citando Daniel de Carvalho, "a água corrente, as margens e o leito são os três elementos que formam o rio, como partes integrantes de um todo".<sup>67</sup> O termo *corrente* vem do latim *currensentis*, que quer dizer "curso de água". É a água dos rios, córregos ou ribeirões.<sup>68</sup> Ou ainda "água corrente; parte do escoamento que entra num curso d'água depois de queda de chuva ou de fusão de neve"; "igual à soma do escoamento superficial, subsuperficial e da precipitação direta sobre a calha fluvial".<sup>69</sup>

60 Lei nº 4.771/65, art. 1º, § 2º, inciso II, alterado pela MP nº 2.166-76/2001.

61 Não serão abordadas neste estudo as APP objeto do art. 3º do Código Florestal, tendo em vista que se trata de regime jurídico diverso do tema em análise.

62 Cf. FREIRE, Laudelino. *Grande e Novíssimo Dicionário da Língua Portuguesa*, RJ, A Noite, S/A Ed., 1.943, vol. V, p. 4.473.

63 Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em: 22-01-11.

64 Glossário Internacional de Hidrologia. Disponível em: <http://91.121.162.160/glu/HINDPT.HTM>. Acesso em: 22-01-11.

65 NUNES, Antonio de Pádua. *Código de Águas*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1980, tomo 1, p. 3.

66 Granziera, Maria Luiza Machado. *Direito de Águas*. Disciplina Jurídica das Águas Doces. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006, p. 29.

67 Nunes, Antonio de Pádua. *Código de Águas*. São Paulo: RT, 1980, tomo 1, p. 19.

68 VALLADÃO, Haroldo. *Direito das Águas*. São Paulo: RT, 1931, p. 28

69 Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011.

*Curso de água*, por sua vez, é, segundo a Instrução Normativa MMA 04/2000, o “canal natural para drenagem de uma bacia, tais como: boqueirão, rio, riacho, ribeirão, córrego ou vereda”<sup>70</sup>. A UNESCO utiliza a seguinte definição: “canal natural ou artificial através do qual a água pode fluir”.<sup>71</sup> A Norma da Portaria DAEE<sup>72</sup> nº 717/96 define como “qualquer corrente de água, canal, rio, riacho, ribeirão ou córrego”. Por fim, para a ANA, a definição é a seguinte:

“canal natural ou artificial pelo qual a água escoa contínua ou intermitentemente (por exemplo, sazonalmente)”; “rio natural mais ou menos importante, não totalmente dependente do escoamento superficial da vizinhança imediata, correndo em leito entre margens visíveis, com vazão contínua ou periódica, desembocando em ponto determinado numa massa de água corrente (curso de água ou rio maior) ou imóvel (lago, mar), podendo também desaparecer sob a superfície do solo”; “massa de água escoando geralmente num canal superficial natural”; “água que escoa num conduto aberto ou fechado”; “jato de água que flui de um orifício ou massa de água corrente subterrânea”.<sup>73</sup>

Convém ainda esclarecer o significado de alguns elementos utilizados na definição de *rios* e *curtos d’água*. O canal é a “parte mais profunda do leito de um curso de água pela qual flui o caudal principal; curso de água natural ou artificial, claramente diferenciado, que permanece ou periodicamente contém água em movimento ou que forma uma ligação entre duas linhas de água”<sup>74</sup>. Ribeira é “pequeno curso de água superficial, geralmente com escoamento contínuo e, de certo modo, turbulento”<sup>75</sup>, ou “curso de água natural em geral menor do que um rio; curso de água natural, normalmente pequeno e tributário de um rio”<sup>76</sup>. Riacho é um “pequeno rio, córrego”<sup>77</sup>, ou ainda “curso d’água natural, normalmente pequeno e tributário de um rio; pequeno curso d’água que serve como canal de drenagem natural para uma bacia vertente de pequena extensão”<sup>78</sup>. Córrego é o mesmo que “riacho; via estreita e funda entre montanhas; desfiladeiro”<sup>79</sup>.

Como se pode verificar, os termos *rio*, *ribeirão*, *ribeira*, *riacho* e *arroio* são empregados de forma geral e não possuem critérios técnicos de diferenciação. O que se pode inferir é que o vocábulo *rio* refere-se a um curso de água de maior caudal, em relação aos demais termos.

*Nascentes*, por sua vez, é o “ponto no solo ou numa rocha de onde a água flui naturalmente para

70 IN MMA 04/2000 art.2º, inc.VII. Praticamente o mesmo é o entendimento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, para o qual cursos d’água é “denominação geral para os fluxos de água em canal natural de drenagem de uma bacia, tais como rio, riacho, ribeirão, córrego, etc.” INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos. Publicação Específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. 2008. Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/new/images/stories/Pdf/glossario%2Bde%2Brecursos%2Bh%EDdricos%2B04%5B1%5D%5B1%5D.06.pdf>. Acesso em: 22-01-2011.

71 Glossário Internacional de Hidrologia. Disponível em: <http://91.121.162.160/glu/PT/GF1041PT.HTM>. Acesso em 22-01-2011.

72 Departamento de Águas e Energia Elétrica, autarquia do Estado de São Paulo. A menção à norma paulista serve, para o presente estudo, como mera referência.

73 Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011.

74 Glossário Internacional de Hidrologia. Disponível em: <http://91.121.162.160/glu/PT/GF1041PT.HTM>. Acesso em 22-01-2011.

75 Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011.

76 Glossário Internacional de Hidrologia. Disponível em: <http://91.121.162.160/glu/PT/GF1041PT.HTM>. Acesso em 22-01-2011.

77 HOUAISS, 2004, p. 648

78 ABID, 1978 *apud* Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011.

79 HOUAISS, 2004, p. 194

a superfície do terreno ou para uma massa de água<sup>80</sup> ou “local onde a água emerge naturalmente, de uma rocha ou do solo, para a superfície do solo ou para uma massa de água superficial”.<sup>81</sup>

*Olhos d’água* são considerados sinônimo de *nascentes* e definidos como o “local onde se verifica o aparecimento de água por afloramento do lençol freático”,<sup>82</sup> ou “designação dada aos locais onde se verifica o aparecimento de uma fonte ou mina d’água”; “as áreas onde aparecem olhos d’água são, geralmente, planas e brejosas”.<sup>83</sup>

Note-se que o sistema de drenagem natural é formado por corpos d’água, cujas águas fluem de um ponto mais alto para um ponto mais baixo. O curso d’água origina-se em uma nascente e tem seu destino em uma foz.

### 5.4.3 A evolução do regramento das APPs ao longo de corpos d’água no Código Florestal

As larguras mínimas das APPs, que devem ser medidas desde o seu nível mais alto em faixa marginal, estão atualmente fixadas pelo Código Florestal da seguinte forma:

- 30 (trinta) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscientos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscientos) metros.<sup>84</sup>

No entanto, as medidas atualmente em vigor não são as mesmas do Código Florestal na redação de 1965, que previa as seguintes regras para as margens:

- 5 (cinco) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- Igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.

Ao ser implantada a legislação ambiental, no início da década de 80, ao invés de se tentar exigir, efetivamente, a proteção da faixa mínima de 5 m, a decisão política foi aumentar a largura da faixa, sem que se adotassem políticas adequadas para garantir essa proteção. A Lei nº 7.511, de 8 de julho de 1986<sup>85</sup> alterou a redação do art. 2º do Código Florestal, ampliando a largura das margens para:

- 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

80 Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011

81 Glossário Internacional de Hidrologia. Disponível em: <http://91.121.162.160/glu/PT/GF1041PT.HTM>. Acesso em 22-01-2011

82 Art. 2º, “d”, da revogada Resolução CONAMA nº 04/1985.

83 GUERRA, 1978 *apud* Agência Nacional de Águas (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia\\_glossario.asp](http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/TecnologiaCapacitacao/tecnologia_glossario.asp). Acesso em 22-01-2011.

84 Lei nº 4.771/65, art. 2º, alínea a, alterado pela MP nº 2.166-76/2001.

85 Revogada pela Lei nº 7.803/89.

- 100 (cem) metros para os cursos d'água que meçam entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;
- 150 (cento e cinquenta) metros para os cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura; igual à distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 (duzentos) metros.

As deficiências na estrutura financeira e administrativa dos Poderes Públicos, para ancorar essa nova decisão política, aprofundaram os conflitos relacionados ao uso das APPs. Tampouco foi instituído um processo de articulação com os municípios localizados em regiões metropolitanas, para a fiscalização específica. O resultado é que se continuou desrespeitando as APPs, situação agravada pela exclusão das áreas urbanas não contidas em regiões metropolitanas – tema apresentado com mais detalhes em item posterior. APP era, nessa época, uma espécie de letra morta da lei.

A Lei nº 7.803/89 veio modificar mais uma vez o art. 2º do Código Florestal, no que se refere à definição das extensões de margens, procedendo às seguintes alterações:

- 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscientos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscientos) metros.

Apesar das medidas mais protetivas adotadas, três relevantes elementos minaram a observância da lei: (i) o descaso com que se tratou o Código Florestal ao longo de décadas, deixando-se de proteger inclusive as faixas mínimas de 5 m de largura, para os cursos de água com menos de 10 m de largura, dentro e fora das cidades;<sup>86</sup> (ii) a possibilidade de supressão da vegetação por motivo de utilidade pública, sem uma regulamentação esclarecedora do que consistia de fato a expressão *utilidade pública*; (iii) a exclusão tácita das áreas urbanas não metropolitanas do campo de aplicação do Código Florestal de 1978 a 1986.

#### 5.4.4 APP em zona urbana

A Lei nº 7.803/89 incluiu um parágrafo único ao art. 2º, que modificou o regime jurídico das florestas e demais formas de vegetação em áreas urbanas:

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, **respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.** (nosso grifo)

A partir da vigência da Lei nº 7.803/89, as disposições do Código Florestal, no que se refere às APPs disciplinadas em seu art. 2º, passaram a aplicar-se claramente a todas e quaisquer áreas urbanas compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido.

Todavia, para definir a legalidade ou ilegalidade de um imóvel situado especialmente a menos de 30 m de um corpo hídrico, em área urbana, há que verificar a época de sua implantação, pois a lei

86 Um exemplo bastante relevante no caso urbano são os loteamentos realizados em desacordo com a legislação no município de São Paulo. Para maiores detalhes sobre alguns casos expressivos, cf. BERÉ, Cláudia Maria. *Legislação urbanística: a norma e o fato nas áreas de proteção aos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo*. Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005, p. 59-76.



permitiu essa ocupação em determinados momentos e em diferentes extensões. Se a norma evoluiu para uma restrição maior, é porque os riscos ambientais com impactos nos seres humanos e no meio ambiente se agravaram, à medida que ocorreu uma forte ocupação antrópica nesses espaços, ainda que legalmente em certos casos.

De qualquer modo, garantir cobertura vegetal nas áreas frágeis localizadas na área urbana que auxiliam a reduzir os riscos de danos causados pelas inundações e o assoreamento dos corpos hídricos, nada mais é que observar a CF/88, no que refere ao *direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida*, fixado pelo art. 225. Desse modo, atualmente deve prevalecer a faixa mínima de 30 m em APPs localizadas em área urbana.

#### 5.4.5 O Município e as APPs urbanas

O município define sua área em perímetros de zona urbana, urbanizável e rural. A zona urbana corresponde ao perímetro definido pela Lei Municipal, onde estejam presentes pelo menos dois dos melhoramentos públicos apontados em lei:

- Meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;
- Abastecimento de água;
- Sistema de esgotos sanitários;
- Rede de iluminação pública, com ou sem postes para distribuição domiciliar;
- Escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de três quilômetros do imóvel considerado.<sup>87</sup>

A zona urbanizável, ou de expansão urbana, é aquela destinada por lei à urbanização, mas que ainda não possui pelo menos dois dos melhoramentos públicos apontados pela legislação. A zona rural é o perímetro excluído da zona urbana ou urbanizável.

As APPs urbanas devem ser disciplinadas pelo que dispuser o Plano Diretor e a legislação municipal de uso e ocupação do solo,<sup>88</sup> o que vai ao encontro do conteúdo do art. 182 da CF/88, que remete ao município a definição de sua política urbana, traduzida no plano diretor.<sup>89</sup> Todavia, o município, ao estabelecer a sua política urbana, deve respeitar *os princípios e limites* a que se refere o art. 2º do Código Florestal, que representa a norma geral sobre a matéria. Cabe verificar quais seriam esses *princípios e limites*.

No que se refere aos *limites*, trata-se das distâncias estabelecidas no corpo do art. 2º do Código Florestal: largura de margens, declives, altitudes. O Código Florestal é claro quando dispõe que os planos diretores devem observar esses princípios e limites, que se inserem em tal norma geral, de abrangência nacional.

#### 5.4.6 Faixa não edificável e APP urbana

Cabe ainda estabelecer a relação entre as APPs e a denominada Faixa Não Edificável (FNE) ou *non aedificandi*, restrição administrativa do direito de construir. Instituída pela Lei nº 6.766/79, a FNE destina-se

87 Lei nº 5.172/66, art. 32, parágrafo 1º.

88 Lei nº 4.771/65, art. 2º, parágrafo único.

89 CF/88, art. 182.

à instalação de equipamentos públicos urbanos, de abastecimento de água, serviços de esgoto, energia elétrica, coleta de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.<sup>90</sup>

A Lei nº 6.766/79, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, obriga, entre os requisitos exigidos para o loteamento, ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, a reserva de uma faixa não edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, *salvo maiores exigências da legislação específica*.<sup>91</sup>

A APP e a FNE são institutos jurídicos distintos, com conceitos, finalidades e efeitos diversos. Cabe, portanto, estabelecer uma relação entre a APP e a FNE localizada *ao longo das águas correntes e dormentes*, ficando claro que as restrições do Código Florestal, em relação à Lei nº 6.766/79, limitam-se às margens dos rios e lagos, não atingindo as outras faixas.

Para as faixas que coincidem com a APP, a menção às leis municipais (plano diretor e leis de uso e ocupação do solo) não implica que essas normas possam ignorar as distâncias definidas no Código Florestal, estabelecendo limites inferiores aos mesmos, que devem ser observados em qualquer situação. O entendimento a prevalecer é de que as leis municipais podem estender os limites de APP em áreas urbanas, não restringi-los, cabendo aos municípios a fiscalização dessas áreas, de acordo com o disposto no art. 22, parágrafo único, do Código Florestal.<sup>92</sup>

As dúvidas sobre a matéria referem-se ao fato de o Código Florestal ter estabelecido, inicialmente, para as APPs, a faixa mínima de 5 m para a proteção dos cursos d'água e posteriormente ter alterado as regras. Ficou, dessa forma, ampliada a faixa mínima de proteção dos recursos hídricos de 5 m (Lei nº 4.771/65) para 15 m (Lei nº 6.766/79), por força da lei posterior, que ressalva *maiores exigências de legislação específica*, mas não acata menores exigências. Com a alteração feita no Código Florestal, pela Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986, a faixa mínima de preservação permanente passou para 30 m, distância mantida pelas várias leis posteriores que alteraram esse diploma legal, vigorando essa medida até o presente.

A faixa mínima a ser mantida para a proteção dos recursos hídricos em área urbana é de 30 m, pois a Lei nº 6.766/79 ressalva que o limite por ela estabelecido será modificado por “maiores exigências de legislação específica” que, no caso, é o próprio Código Florestal. Frise-se que leis municipais não estão autorizadas a diminuir a largura da faixa de 30 m, pois o § 2º do art. 2º do Código Florestal é claro ao mencionar que devem ser *respeitados os princípios e limites a que se refere* o dispositivo.<sup>93</sup>

#### 5.4.7 Supressão de vegetação em APP

Em alguns casos excepcionais, é necessário realizar supressão da vegetação nas APPs, o que é permitido desde que de acordo com as determinações vigentes. Neste item, trata-se desse tema, focando nas intervenções nas APPs urbanas, com a finalidade de esclarecer em quais casos estritos em tese poderia ser suprimida a vegetação em APPs urbanas, permitindo ao leitor julgar se as ocupações hoje existentes se encaixam nesses casos.

90 Lei nº 6.766/79, art. 5º, parágrafo único.

91 Lei nº 6.766/79, art. 4º, III.

92 Lei nº 4.771/65, art. 22, § único (incluído pela Lei nº 7.803/89).

93 Sobre essa matéria, ver o artigo de FINK, Daniel Roberto e PEREIRA, Márcio Silva, *Vegetação de Preservação Permanente e Meio Ambiente Urbano*. In: Revista de Direito Ambiental, v. 2, abril-junho de 1996, pp. 77-90.

O art. 4º do Código Florestal já estabelecia as hipóteses de interesse público em que a supressão seria permitida.<sup>94</sup> A MP nº 2.166-67/01, alterando a redação do art. 4º e trazendo mais detalhes, estabeleceu que a supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizada e motivada em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. A MP também definiu as hipóteses de utilidade pública ou interesse social, fixando, ainda, a possibilidade de *supressão eventual* e de *baixo impacto*.

A partir da MP citada, a utilidade pública é verificada em áreas urbanas nos seguintes casos: (i) atividades de segurança nacional e proteção sanitária; (ii) obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; (iii) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do CONAMA.<sup>95</sup> Já em relação ao interesse social, seriam as seguintes hipóteses: (i) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas; e (ii) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA.<sup>96</sup>

A Resolução CONAMA nº 369/06, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental em que se permite a supressão de vegetação em APP. Além das duas primeiras hipóteses de utilidade pública trazidas pela MP 2.166-67/01, na Resolução CONAMA 369/06, as seguintes seriam aplicáveis em área urbana: (i) a implantação de área verde pública em área urbana; (ii) pesquisa arqueológica; (iii) obras públicas para implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados. Em relação ao interesse social: (i) a regularização fundiária sustentável de área urbana; e (ii) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente.

A Resolução CONAMA nº 369/06 definiu ainda o que se considera intervenção ou supressão de vegetação eventual e de baixo impacto ambiental em APP. Na situação em foco (áreas urbanas), seriam aplicáveis as seguintes: (i) abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso de água; (ii) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados; (iii) plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais em áreas alteradas, plantados junto ou de modo misto; (iv) outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventual e de baixo impacto ambiental pelo conselho estadual de meio ambiente<sup>97</sup>.

A norma determina que, em todos os casos, a intervenção ou supressão eventual e de baixo impacto ambiental de vegetação em APP não poderá comprometer as funções ambientais destes espaços, especialmente: (i) a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água; (ii) os corredores de fauna; (iii) a drenagem e os cursos de água intermitentes; (iv) a manutenção da biota; (v) a regeneração e a manutenção da vegetação nativa; e (vi) a qualidade das águas. Além disso, a intervenção ou supressão eventual e de baixo impacto ambiental, da vegetação em APP não pode, em qualquer caso, exceder o percentual de 5% da APP impactada localizada na posse ou propriedade<sup>98</sup>.

94 O art. 4º do Código Florestal, antes das alterações estabelecidas pelas várias Medidas Provisórias que o modificaram, assim considerava o interesse público: a) a limitação e o controle do pastoreio em determinadas áreas, visando à adequada conservação e propagação da vegetação florestal; b) as medidas com o fim de prevenir ou erradicar pragas e doenças que afetem a vegetação florestal; c) a difusão e a adoção de métodos tecnológicos que visem a aumentar economicamente a vida útil da madeira e o seu maior aproveitamento em todas as fases de manipulação e transformação.

95 MP nº 2166-67/01, art. 1º, §2º, IV.

96 MP nº 2166-67/01, art. 1º, §2º, V.

97 Resolução CONAMA nº 369/06, art. 11.

98 Resolução CONAMA nº 369/06, art. 11, § 2º.

De acordo com a Resolução mencionada, o critério básico para que se elimine a cobertura vegetal da APP é o da *excepcionalidade*, traço de distinção entre uma necessidade especial e uma situação comum. A rigor, sempre haverá hipóteses de interesse social ou utilidade pública que possam justificar a supressão da vegetação em APP. É preciso que essa hipótese encerre uma excepcionalidade, um fato incomum, claramente caracterizado no processo, que dê ensejo à eliminação da vegetação. O cumprimento da função ambiental das APPs é a regra; só excepcionalmente pode ser permitida a supressão da vegetação.

Esse tema condiciona a supressão de vegetação em APP à necessidade de licenciamento ambiental e do próprio Estudo de Impacto Ambiental, pois, de acordo com o princípio da precaução, se não ficar caracterizada com segurança, que a supressão da cobertura vegetal que dará lugar a um empreendimento não causará danos irreversíveis, não deve ser autorizada essa supressão da vegetação nem, consequentemente, ser licenciada a atividade.

Importante frisar essa condição: não poderá ser suprimida a vegetação de APP se houver *risco* de se agravarem processos relacionados a inundações, erosão ou movimentos de massa rochosa. Esse fator representa relevante valor em um plano de drenagem urbana, destinado justamente a estabelecer as obras, critérios e parâmetros de ocupação para evitar acidentes de origem hidrológica.

A inexistência de alternativa técnica e locacional, objeto da MP nº 2.166-67/01, também é mencionada na Resolução CONAMA como condição para que o órgão ambiental autorize a supressão eventual e de baixo impacto<sup>99</sup>.

No Município de São Paulo, vigoram a Lei nº 10.365/1987, que disciplina o corte e poda de vegetação, e o Decreto nº 47.145/06, que regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental – TCA, instituído pelo artigo 251 e seguintes da Lei nº 13.430/02.

## 5.5 PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO

A Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002, institui o Plano Diretor Estratégico (PDE) e o Sistema de Planejamento e Gestão do Desenvolvimento Urbano do Município de São Paulo.

O Plano Diretor Estratégico é instrumento global e estratégico da política de desenvolvimento urbano, determinante para todos os agentes públicos e privados que atuam no Município. O Plano Diretor Estratégico é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o Plano Plurianual, as Diretrizes Orçamentárias e o Orçamento Anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas<sup>100</sup>. Além do Plano Diretor Estratégico, o processo de planejamento municipal compreende, nos termos do art. 4º da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade, os seguintes itens: disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo<sup>101</sup> e zoneamento ambiental<sup>102</sup>.

Segundo parágrafo único da Política Urbana do Município são funções sociais do Município de São Paulo proporcionar condições gerais para melhor habitar e desempenhar atividades econômicas e sociais e o pleno exercício da cidadania<sup>103</sup>, bem como prover infraestrutura básica e de comunicação<sup>104</sup>.

99 Resolução CONAMA nº 369/06, art. 11, §3º.

100 Lei nº 13.430/02 art.2, § 1º.

101 Lei nº 13.430/02 art.2, § 2º, I.

102 Lei nº 13.430/02 art.2, § 2º, II.

103 Lei nº 13.430/02 Capítulo III, Art.9, Parágrafo único, I.

104 Lei nº 13.430/02 Capítulo III, Art.9, Parágrafo único, V.

A Política Urbana do Município deverá obedecer às seguintes diretrizes: implantação do direito à infraestrutura urbana<sup>105</sup>, a ordenação e controle do uso do solo, de forma a combater e evitar o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana<sup>106</sup>; a poluição e a degradação ambiental<sup>107</sup>; e a excessiva ou inadequada impermeabilização do solo<sup>108</sup>.

Quanto às questões do meio ambiente e desenvolvimento urbano o PDE, em seu art. 54, destaca que a Política Ambiental no Município se articula às diversas políticas públicas de gestão e proteção ambiental, de áreas verdes, de recursos hídricos, de saneamento básico, de drenagem urbana e de coleta e destinação de resíduos sólidos.

Os objetivos da Política Ambiental do PDE estão profundamente relacionados ao manejo das águas pluviais do Município, sendo eles:

- Implantar as diretrizes contidas na Política Nacional do Meio Ambiente, Política Nacional de Recursos Hídricos, Política Nacional de Saneamento, Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, Lei Orgânica do Município e demais normas correlatas e regulamentares da legislação federal e da legislação estadual, no que couber<sup>109</sup>;
- Proteger e recuperar o meio ambiente e a paisagem urbana<sup>110</sup>;
- Controlar e reduzir os níveis de poluição e de degradação em quaisquer de suas formas<sup>111</sup>;
- Pesquisar, desenvolver e fomentar a aplicação de tecnologias orientadas ao uso racional e à proteção dos recursos naturais<sup>112</sup>;
- Ampliar as áreas integrantes do Sistema de Áreas Verdes do Município<sup>113</sup>;

As diretrizes da Política Ambiental do Município, as quais se vinculam aos objetivos da gestão da drenagem urbana, constituem-se em:

- Aplicação dos instrumentos de gestão ambiental, estabelecidos nas legislações federal, estadual e municipal, bem como a criação de outros instrumentos, adequando-os às metas estabelecidas pelas políticas ambientais<sup>114</sup>;
- Estabelecimento do zoneamento ambiental compatível com as diretrizes de ocupação do solo<sup>115</sup>;
- Controle do uso e da ocupação de fundos de vale, áreas sujeitas à inundação, mananciais, áreas de alta declividade e cabeceiras de drenagem<sup>116</sup>;
- Ampliação das áreas permeáveis no território do Município<sup>117</sup>;
- Controle da poluição da água, do ar e a contaminação do solo e subsolo<sup>118</sup>;
- Definição de metas para redução da poluição<sup>119</sup>;

105 Lei nº 13.430/02, art.10, I

106 Lei nº 13.430/02, art.10, VII, b.

107 Lei nº 13.430/02, art.10, VII, f.

108 Lei nº 13.430/02, art.10, VII, g.

109 Lei nº 13.430/02, art.55, I.

110 Lei nº 13.430/02, art.55, II.

111 Lei nº 13.430/02, art.55, III.

112 Lei nº 13.430/02, art.55, IV.

113 Lei nº 13.430/02, art.55, V.

114 Lei nº 13.430/02, art.56, I.

115 Lei nº 13.430/02, art.56, II.

116 Lei nº 13.430/02, art.56, III.

117 Lei nº 13.430/02, art.56, IV.

118 Lei nº 13.430/02, art.56, VI.

119 Lei nº 13.430/02, art.56, VIII.

Outro tópico de interesse para o controle e gestão das águas pluviais do PDE é a ação estratégica para a gestão da Política Ambiental em observar a Lei Federal nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998 – de Crimes Ambientais<sup>120</sup>; e a implantação de parques lineares dotados de equipamentos comunitários de lazer, como forma de uso adequado de fundos de vale, desestimulando invasões e ocupações indevidas<sup>121</sup>;

Em relação às questões do saneamento básico o PDE estabelece os objetivos para os Serviços de Saneamento (art. 64 da Lei nº 13.430/02). Dentre estes objetivos são de interesse da drenagem urbana: despoluir os cursos d'água, recuperar talvegues e matas ciliares e ainda reduzir a poluição afluyente aos corpos d'água através do controle de cargas difusas.

Entre as ações estratégicas para os serviços de saneamento o PDE ainda estabelece no art. 66:

- Priorizar o controle de cargas difusas nos mananciais Billings e Guarapiranga, incluindo a Bacia do rio Pinheiros, a montante das áreas inundáveis ou com irregularidade no abastecimento de água, a jusante de hospitais e cemitérios;
- Priorizar a implantação de sistemas de captação de águas pluviais para utilização em atividades que não impliquem em consumo humano;
- Promover a instalação de grelhas em bocas de lobo do Município.

Em relação à drenagem urbana o PDE apresenta os objetivos do sistema de drenagem urbana do Município, entre os quais estão:

- Equacionar a drenagem e a absorção de águas pluviais combinando elementos naturais e construídos<sup>122</sup>;
- Garantir o equilíbrio entre absorção, retenção e escoamento de águas pluviais<sup>123</sup>;
- Interromper o processo de impermeabilização do solo<sup>124</sup>;
- Conscientizar a população quanto à importância do escoamento das águas pluviais<sup>125</sup>;
- Criar e manter atualizado cadastro da rede e instalações de drenagem em sistema georreferenciado<sup>126</sup>.

O PDE estabelece que as diretrizes para o Sistema de Drenagem Urbana são:

- O disciplinamento da ocupação das cabeceiras e várzeas das bacias do Município, preservando a vegetação existente e visando à sua recuperação<sup>127</sup>;
- A implantação da fiscalização do uso do solo nas faixas sanitárias, várzeas, fundos de vale e nas áreas destinadas à futura construção de reservatórios<sup>128</sup>;
- A definição de mecanismos de fomento para usos do solo compatíveis com áreas de interesse para drenagem, tais como parques lineares, áreas de recreação e lazer, hortas comunitárias e manutenção da vegetação nativa<sup>129</sup>;

120 Lei nº 13.430/02, art.57, I.

121 Lei nº 13.430/02, art.57, II.

122 Lei nº 13.430/02, art.67, I.

123 Lei nº 13.430/02, art.67, II.

124 Lei nº 13.430/02, art.67, III.

125 Lei nº 13.430/02, art.67, IV.

126 Lei nº 13.430/02, art.67, V.

127 Lei nº 13.430/02, art.68, I.

128 Lei nº 13.430/02, art.68, II.

129 Lei nº 13.430/02, art.68, III.

- O desenvolvimento de projetos de drenagem que considerem, entre outros aspectos, a mobilidade de pedestres e portadores de deficiência física, a paisagem urbana e o uso para atividades de lazer<sup>130</sup>;
- A implantação de medidas não estruturais de prevenção de inundações, tais como controle de erosão, especialmente em movimentos de terra, controle de transporte e deposição de entulho e lixo, combate ao desmatamento, assentamentos clandestinos e a outros tipos de invasões nas áreas com interesse para drenagem<sup>131</sup>;
- O estabelecimento de programa articulando os diversos níveis de governo para a implantação de cadastro das redes e instalações<sup>132</sup>.

O Sistema de Drenagem Urbana tem como ações estratégicas as seguintes medidas:

- Elaborar e implantar o Plano Diretor de Drenagem do Município de São Paulo – PMAPSP integrado com o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – PDMAT<sup>133</sup>;
- Preservar e recuperar as áreas com interesse para drenagem, principalmente várzeas, faixas sanitárias e fundos de vale<sup>134</sup>;
- Implantar sistemas de retenção temporária das águas pluviais (reservatórios de detenção)<sup>135</sup>;
- Desassorear, limpar e manter os cursos d'água, canais e galerias do sistema de drenagem<sup>136</sup>;
- Implantar os elementos construídos necessários para complementação do sistema de drenagem na Macrozona de Estruturação Urbana<sup>137</sup>;
- Introduzir o critério de “impacto zero” em drenagem, de forma que as vazões ocorrentes não sejam majoradas<sup>138</sup>;
- Permitir a participação da iniciativa privada na implantação das ações propostas, desde que compatível com o interesse público<sup>139</sup>;
- Promover campanhas de esclarecimento público e a participação das comunidades no planejamento, implantação e operação das ações contra inundações<sup>140</sup>;
- Regulamentar os sistemas de retenção de águas pluviais nas áreas privadas e públicas controlando os lançamentos de modo a reduzir a sobrecarga no sistema de drenagem urbana<sup>141</sup>;
- Revisar e adequar a legislação voltada à proteção da drenagem, estabelecendo parâmetros de tratamento das áreas de interesse para drenagem, tais como faixas sanitárias, várzeas, áreas destinadas à futura construção de reservatórios e fundos de vale<sup>142</sup>;

130 Lei nº 13.430/02, art.68, IV.

131 Lei nº 13.430/02, art.68, V.

132 Lei nº 13.430/02, art.68, VI.

133 Lei nº 13.430/02, art.69, I.

134 Lei nº 13.430/02, art.69, II.

135 Lei nº 13.430/02, art.69, III.

136 Lei nº 13.430/02, art.69, IV.

137 Lei nº 13.430/02, art.69, V.

138 Lei nº 13.430/02, art.69, VI.

139 Lei nº 13.430/02, art.69, VII.

140 Lei nº 13.430/02, art.69, VIII.

141 Lei nº 13.430/02, art.69, IX.

142 Lei nº 13.430/02, art.69, X.

- Adotar, nos programas de pavimentação de vias locais e passeios de pedestres, pisos drenantes e criar mecanismos legais para que as áreas descobertas sejam pavimentadas com pisos drenantes<sup>143</sup>;
- Elaborar o cadastro de rede e instalações de drenagem<sup>144</sup>.

O PDE apresenta a questão do manejo dos resíduos sólidos que possui ligação direta com a adequada gestão da drenagem urbana. Dentre os objetivos da Política de Resíduos Sólidos listados no PDE<sup>145</sup> são de interesse para o PMAPSP os incisos II, V, VI, XI e XII, conforme listados a seguir:

- Promover um ambiente limpo e bonito por meio do gerenciamento eficaz dos resíduos sólidos e recuperação do passivo paisagístico e ambiental;
- Preservar a qualidade dos recursos hídricos pelo controle efetivo do descarte de resíduos em áreas de mananciais;
- Implantar uma gestão eficiente e eficaz do sistema de limpeza urbana;
- Controlar a disposição inadequada de resíduos pela educação ambiental, oferta de instalações para disposição de resíduos sólidos e fiscalização efetiva;
- Recuperar áreas públicas degradadas ou contaminadas.

O Plano conceitua, na base da construção lógica deste conjunto que constitui seu eixo estratégico de desenvolvimento urbano e ordenação do território, quatro redes estruturais de suma importância para a definição dos vetores de crescimento, adensamento e mobilidade do Município, sob a noção de “elementos estruturadores” (art. 101, I):

- Rede Hídrica Estrutural;
- Rede Viária Estrutural;
- Rede Estrutural de Transporte Público Coletivo;
- Rede Estrutural de Eixos e Polos de Centralidades.

Estas redes estruturais formam “o arcabouço permanente da Cidade, os quais, com suas características diferenciadas, permitem alcançar progressivamente maior aderência do tecido urbano ao sítio natural, melhor coesão e fluidez entre suas partes, bem como maior equilíbrio entre as áreas construídas e os espaços abertos (...)”. (art. 101, § 1º). Destacam-se as definições dadas, no mesmo parágrafo, a essas quatro redes:

I – a Rede Hídrica Estrutural [é] constituída pelos cursos d’água e fundos de vale, eixos ao longo dos quais serão propostas intervenções urbanas para recuperação ambiental – drenagem, recomposição de vegetação e saneamento ambiental – conforme estabelecido no Plano de Recuperação Ambiental de Cursos d’água e Fundos de Vale;

II – a Rede Viária Estrutural, constituída pelas vias que estabelecem as principais ligações entre as diversas partes do Município e entre este e os demais municípios e estados;

III – a Rede Estrutural de Transporte Público Coletivo que interliga as diversas regiões da Cidade atende à demanda concentrada e organiza a oferta de transporte, sendo constituída pelos sistemas de alta e média capacidade, tais como o metrô, os trens urbanos e os corredores de ônibus;

IV – a Rede Estrutural de Eixos e Polos de Centralidades, constituída pelo centro histórico principal e pelos centros e eixos de comércio e serviços consolidados ou em consolidação, e pelos grandes equipamentos

143 Lei nº 13.430/02, art.69, XI.

144 Lei nº 13.430/02, art.69,XII.

145 Lei nº 13.430/02, art.70.



urbanos, tais como parques, terminais, centros empresariais, aeroportos e por novas centralidades a serem criadas.” (art. 101, § 1<sup>a</sup>)

No que respeita a rede hídrica estrutural, aplicam-se as diretrizes estratégicas contidas nos arts. 106, que institui o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos d’Água e Fundos de Vale, 107, que estabelece os objetivos do Programa e no 109, que estabelece as Áreas de Intervenção Urbana para a implantação dos parques lineares.

O conjunto dessas disposições não deixa dúvidas quanto à determinação do Plano em garantir a integridade da rede hídrica, principalmente mediante o desenvolvimento de parques lineares e a preservação de faixas non aedificandi. Caminhos de circulação de pedestre e ciclovias, juntamente com a promoção de ações em saneamento e preservação do sistema de drenagem pluvial em relação aos lançamentos de esgotos compõem uma concepção de conjuntos urbano-ambientais, lindeiros à rede hídrica estrutural, diametralmente oposta ao padrão das avenidas de fundos de vale.

O Programa de Recuperação Ambiental de Cursos d’Água e Fundos de Vale tem como objetivos, com interesse para o sistema de gestão da drenagem urbana:

- Ampliar progressiva e continuamente as áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vale da Cidade, de modo a diminuir os fatores causadores de inundações e os danos delas decorrentes, aumentando a penetração no solo das águas pluviais e instalando dispositivos para sua retenção, quando necessário<sup>146</sup>;
- Ampliar os espaços de lazer ativo e contemplativo, criando progressivamente parques lineares ao longo dos cursos d’água e fundos de vale não urbanizados<sup>147</sup>;
- Garantir a construção de habitações de interesse social para reassentamento, na mesma sub-bacia, da população que eventualmente for removida<sup>148</sup>;
- Integrar as áreas de vegetação significativa de interesse paisagístico, protegidas ou não, de modo a garantir e fortalecer sua condição de proteção e preservação<sup>149</sup>;
- Recuperar áreas degradadas, qualificando-as para usos adequados ao Plano Diretor Estratégico<sup>150</sup>;
- Integrar as unidades de prestação de serviços em geral e equipamentos esportivos e sociais aos parques lineares previstos<sup>151</sup>;
- Construir, ao longo dos parques lineares, vias de circulação de pedestres e ciclovias<sup>152</sup>;
- Mobilizar a população envolvida em cada projeto de modo a obter sua participação e identificar suas necessidades e anseios quanto às características físicas e estéticas do seu bairro de moradia<sup>153</sup>;
- Motivar programas educacionais visando ao correto manejo do lixo domiciliar, à limpeza dos espaços públicos, ao permanente saneamento dos cursos d’água e à fiscalização desses espaços<sup>154</sup>;

146 Lei nº 13.430/02, art.107, I.

147 Lei nº 13.430/02, art.107, II.

148 Lei nº 13.430/02, art.107, III.

149 Lei nº 13.430/02, art.107, IV.

150 Lei nº 13.430/02, art.107, V.

151 Lei nº 13.430/02, art.107, VII.

152 Lei nº 13.430/02, art.107, IX.

153 Lei nº 13.430/02, art.107, X.

154 Lei nº 13.430/02, art.107, XI.

- Criar condições para que os investidores e proprietários de imóveis beneficiados com o Programa de Recuperação Ambiental forneçam os recursos necessários à sua implantação e manutenção, sem ônus para a municipalidade<sup>155</sup>;
- Promover ações de saneamento ambiental dos cursos d'água<sup>156</sup>;
- Implantar sistemas de retenção de águas pluviais<sup>157</sup>;
- Buscar formas para impedir que as galerias de águas pluviais sejam utilizadas para ligações de esgoto clandestino<sup>158</sup>.

Conforme art. 109 da Lei nº 13.430/02, o PDE estabelece as Áreas de Intervenção Urbana para a implantação dos parques lineares, que compreendem o conjunto formado pelas seguintes áreas:

I – faixa de 15 (quinze) metros ao longo de cada uma das margens dos cursos d'água e fundos de vale, como área non aedificandi;

II – planície aluvial com prazos de recorrência de chuvas de pelo menos 20 (vinte) anos e as áreas de vegetação significativa ao longo dos fundos de vale do Município que juntamente com a área non aedificandi formarão os parques lineares;

III – contidas na faixa envoltória de até 200 (duzentos) metros de largura, medidos a partir do limite do parque linear referido no inciso II, destinadas à implantação de empreendimentos residenciais e não residenciais, a serem executados pela iniciativa privada, com possibilidade de utilização da transferência do direito de construir originado nos lotes das áreas destinadas ao parque linear ou por outorga onerosa.

## 5.6 LEI Nº 13.885 DE 25 DE AGOSTO DE 2004 (PDE, PRE E ZONEAMENTO)

Esta Lei estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras e dispõe sobre o parcelamento, disciplinamento e ordenamento do uso e ocupação do solo do Município de São Paulo. A Lei encontra-se estruturada em três partes, sendo:

- Parte I – Estabelece Normas Complementares ao Plano Diretor Estratégico – PDE;
- Parte II – Institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras – PRE;
- Parte III – Dispõe sobre o Parcelamento, Disciplinamento e Ordenamento o Uso e Ocupação do Solo.

Quanto aos Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, a Lei nº 13.885/04 os definiu como instrumentos determinantes das ações dos agentes públicos e privados no território de cada Subprefeitura<sup>159</sup>.

O conteúdo do Plano Regional contempla proposições relativas às especificidades próprias, definindo no plano urbanístico-ambiental os aspectos físicos, territoriais e sociais, inclusive os parâmetros urbanísticos mínimos e máximos, para que se faça cumprir a função social da propriedade<sup>160</sup>.

155 Lei nº 13.430/02, art.107, XII.

156 Lei nº 13.430/02, art.107, XIV.

157 Lei nº 13.430/02, art.107, XV.

158 Lei nº 13.430/02, art.107, XVI.

159 Lei nº 13.885 /04, Art.48

160 Lei nº 13.885 /04, Art.49

A parte da Lei nº 13.885 /04 que dita sobre a disciplina do uso e ocupação do solo no território do Município de São Paulo estabelece, conforme a Lei nº 13.430/02 – PDE, dentre seus objetivos com interesse para as questões de manejo das águas pluviais<sup>161</sup>:

- Assegurar localização adequada para as diferentes funções e atividades urbanas, segundo critérios urbanísticos definidos em função:
  - Da manutenção e recuperação da qualidade ambiental;
  - Da intensidade dos usos, da capacidade de suporte da infraestrutura e do porte das edificações;
- Assegurar forma de ocupação urbana compatível com as características ambientais em cada parcela do território;
- Estimular e orientar o desenvolvimento urbano;
- Determinar e disciplinar, nos empreendimentos de impacto, as condições que tornem aceitável sua implantação segundo as características da vizinhança;
- Incumbir às Subprefeituras a aplicação e fiscalização das normas urbanísticas de interesse local dentro da área de sua jurisdição;

As questões de controle de uso e ocupação do solo serão tratadas conforme os critérios estabelecidos no art. 96, entre os quais se destacam:

- Disciplina de uso por porções do território definidas como: macrozonas, zonas de uso e zonas especiais;
- Disciplina da densidade de construção, inclusive da densidade máxima passível de ser atingida mediante outorga onerosa ou transferência do direito de construir por porções do território;
- Características físicas e ambientais do imóvel, tais como localização, declividade, permeabilidade, cobertura vegetal, suscetibilidade a processos erosivos, riscos de deslizamento, etc.;
- Disciplina dos instrumentos urbanísticos nas Áreas de Intervenção Urbana – AIUs.

Entre as estratégias de controle para a disciplina do parcelamento, do uso e ocupação do solo, esta lei recorre às seguintes estratégias<sup>162</sup> com importância para a drenagem das águas urbanas:

- Controle da implantação de empreendimentos de significativo impacto no ambiente e na vizinhança, pela exigência de medidas corretivas ou compensatórias dos efeitos não desejados;
- Controle da preservação da cobertura vegetal significativa, tais como matas ciliares e de encosta, bem como da ocupação das áreas junto às cabeceiras dos rios, do cinturão meândrico das várzeas e das áreas destinadas à contenção ou escoamento de águas pluviais;
- Controle do uso e ocupação do solo referente às densidades construtivas e à permeabilidade do solo;

## 5.7 CÓDIGO DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

A Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992, institui o Código de Obras do Município de São Paulo, o qual dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro dos limites dos imóveis.

161 Lei nº 13.885 /04, Art.95

162 Lei nº 13.885 /04, Art.97

O Código de Obras estabelece que qualquer obra deva obedecer ao disposto na Legislação de obras e edificações e na legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo.

A Lei apresenta aspectos de interesse para o sistema de drenagem do Município no seu Anexo I, onde trata das condições gerais de implantação e de fechamento de terrenos edificados.

Segundo consta, as condições naturais de absorção das águas pluviais no lote deverão ser garantidas pela execução de um ou mais dos seguintes dispositivos: reserva de, no mínimo, 15% da área do terreno livre de pavimentação ou construção<sup>163</sup>; construção de reservatório ligado a sistema de drenagem<sup>164</sup>.

Ao considerar a hipótese de utilização de piso drenante para 15% da área livre de pavimentação, apenas sua área efetivamente vazada será considerada como livre de pavimentação.

Outra questão abordada é em relação ao volume de água captado e não drenado em virtude da capacidade de absorção do solo, sendo que este deverá ter seu despejo no sistema público de águas pluviais retardado até que haja condições de receber tal contribuição<sup>165</sup>.

O Código de Obras do Município prevê que a execução de qualquer tipo de obra junto a represas, lagos, lagoas, rios, córregos, fundos de vale, faixas de escoamento de águas pluviais, galerias ou canalizações será permitida somente após devidamente demonstrados os cuidados a serem adotados visando em especial a proteção contra inundações e garantia do livre escoamento das águas<sup>166</sup>.

A Lei estabelece que deverão ser observados recuos, de forma a constituir faixa não edificável, nas seguintes situações<sup>167</sup>:

- a) para galeria ou canalização existente com largura igual ou inferior a 1,00m (um metro), de 2,00m (dois metros) a contar de suas faces externas;
- b) para galeria ou canalização existente com largura superior a 1,00m (um metro), de uma vez e meia a largura da benfeitoria, observado o mínimo de 3,00m (três metros) a contar de suas faces externas;
- c) para córrego, fundo de vale ou faixa de escoamento de águas pluviais não canalizadas, de 15,00m (quinze metros) no mínimo, das margens do córrego ou do eixo de fundo de vale e da faixa de escoamento de águas pluviais;
- d) para represa, lago ou lagoa, de 15,00m (quinze metros) no mínimo, a partir da margem estabelecida pelo nível máximo do corpo d'água.

Outro aspecto de interesse do sistema de drenagem refere-se à execução de galerias, pontilhões, travessias, aterros e outras obras-de-arte em faixa não edificável, que dependerá de prévia análise e autorização do órgão municipal competente<sup>168</sup>.

## 5.8 LEI DAS PISCININHAS

A Lei Municipal nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002, representa um grande marco na legislação municipal para o controle do escoamento pluvial em lote. Esta Lei, conhecida como Lei das Piscininhas, torna obrigatória a execução de reservatório de armazenamento para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não.

163 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Capítulo 10.1/10.1.5, a

164 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Capítulo 10.1/10.1.5, b

165 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Item 10.1.5.3

166 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Capítulo 10.13

167 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Capítulo 10.13/10.13.1

168 Lei nº 11.228/92, Anexo I, Capítulo 10.13/10.13.5

Conforme consta na Lei nº 13.276/02, deverão ser executados reservatórios para acumulação das águas pluviais nos lotes edificadas ou não que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>, como condição para obtenção do Certificado de Conclusão ou Auto de Regularização previstos na Lei nº 11.228, de 26 de junho de 1992<sup>169</sup>.

A capacidade do reservatório deverá ser calculada com base na equação abaixo<sup>170</sup>:

$$V = 0,15 \cdot A_i \cdot IP \cdot t$$

Onde:

$V$  = volume do reservatório (m<sup>3</sup>);

$A_i$  = área impermeabilizada (m<sup>2</sup>);

$IP$  = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

$t$  = tempo de duração da chuva igual a uma hora.

A Lei das Piscininhas estabelece a necessidade de instalação de um sistema que conduza ao reservatório toda água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos<sup>171</sup>, e ainda que a água armazenada no reservatório deverá preferencialmente infiltrar-se no solo, podendo ser despejada na rede pública de drenagem após uma hora de chuva ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis<sup>172</sup>.

As áreas de estacionamentos deverão ter 30% de sua área com piso drenante ou com área naturalmente permeável. Em caso de descumprimento do estabelecido neste artigo, o estabelecimento infrator não obterá a renovação do seu alvará de funcionamento<sup>173</sup>.

Legislação análoga à do Município de São Paulo acabou sendo adotada para o Estado de São Paulo, conhecida por Lei Estadual das Piscininhas (Lei 12.526, de 02 de janeiro de 2007). A Lei Estadual apresenta os mesmos critérios que a Lei do Município de São Paulo, destacando complementarmente no seu artigo 4º que sua implantação se dará no âmbito dos seguintes sistemas de atuação e articulação dos poderes públicos:

I – Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SI-GRH, instituídos pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991;

II – Política Estadual de Saneamento e Sistema Estadual de Saneamento – SESAN, instituídos pela Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992;

III – Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, instituído pela Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997.

## 5.9 OUTORGA DE RECURSOS HÍDRICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97) estabeleceu a outorga de direitos de uso de recursos hídricos, com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água<sup>174</sup>.

169 Lei nº 13.276/02, Art. 1

170 Lei nº 13.276/02, Art. 2

171 Lei nº 13.276/02, Art. 2, § 1º.

172 Lei nº 13.276/02, Art. 2, § 2º.

173 Lei nº 13.276/02, Art. 2, § 2º.

174 Lei nº 9.433/97, Art. 11

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um ato administrativo, de autorização ou concessão, mediante o qual o Poder Público faculta ao outorgado fazer uso da água por determinado tempo, finalidade e condição expressa no respectivo ato.

A drenagem urbana, conforme o estabelecido no Art. 12 da Lei nº 9.433/97, está sujeita à outorga pelo Poder Público, uma vez que se enquadra nos seguintes itens da Lei:

- Lançamentos em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final<sup>175</sup>.
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água<sup>176</sup>.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE é a entidade do Estado de São Paulo competente para efetuar o controle dos recursos hídricos de domínio estadual, incluindo a outorga do direito de uso de recursos hídricos.

Nos termos da Lei nº 7.663/91, compete ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, exercer as atribuições que lhe forem conferidas por lei, especialmente<sup>177</sup>:

1. Autorizar a implantação de empreendimentos que demandem o uso de recursos hídricos, sem prejuízo da licença ambiental;
2. Cadastrar os usuários e outorgar o direito de uso dos recursos hídricos e 3. efetuar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Desta forma, o usuário que pretender fazer uso das águas de um corpo hídrico deve solicitar a outorga (autorização, concessão ou licença) ao DAEE. Deve solicitar a outorga aquele que fizer o uso ou interferir nos recursos hídricos das seguintes formas<sup>178</sup>:

- Na implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos (superficiais ou subterrâneos);
- Na execução de obras ou serviços que possam alterar o regime (barramentos, canalizações, travessias, proteção de leito, etc.);
- Na execução de obras de extração de águas subterrâneas (poços profundos);
- Na derivação de água de seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo (captações para uso no abastecimento urbano, industrial, irrigação, mineração, geração de energia, comércio e serviços, etc.);
- No lançamento de efluentes nos corpos d'água.

Para obter a outorga de obras hidráulicas novas ou a regularização de obras existentes deverão ser observadas as seguintes instruções técnicas:

- Instrução técnica DPO – Nº 001, de 30/07/2007 : Estabelece instruções sobre a apresentação de requerimentos e relatórios técnicos.
- Instrução técnica DPO – Nº002, de 30/07/2007: Estabelece critérios para a elaboração de estudos hidrológicos e hidráulicos.

175 Lei nº 9.433/97, Art. 12, III

176 Lei nº 9.433/97, Art. 12, V

177 Lei nº 7.663/91, art. 7ª das Disposições Transitórias.

178 Lei nº 7.663/91, art. 9º e art. 10 da Outorga de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos.

- Instrução técnica DPO – N° 003, de 30/07/2007: Estabelece conteúdos mínimos para apresentação de estudo técnicos para fins de emissão de outorga de implantação do empreendimento.
- Instrução técnica DPO – N° 004, de 30/07/2007: Estabelece conteúdos mínimos para apresentação de estudos técnicos para fins de emissão de outorga de regularização de obras hidráulicas existentes.

Nesta contextualização, cabe destacar a Resolução Conjunta SMA/SERHS nº 1, de 23 de Fevereiro de 2005, que “Regula o Procedimento para o Licenciamento Ambiental Integrado às Outorgas de Recursos Hídricos”. Esta resolução, ao estabelecer os procedimentos para a integração das autorizações ou licenças ambientais com as outorgas de recursos hídricos, entre os órgãos e entidades componentes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, promove a efetiva e necessária integração dos instrumentos das Políticas Estaduais do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos.

Conforme consta no Art. 6º da Resolução SMA/SERHS nº 1/05, nos casos sujeitos à licença ambiental, a emissão da Licença Prévia (LP) pela Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais – CPRN ou pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, para os empreendimentos que tenham interface com recursos hídricos, terá como pré-requisito a outorga de implantação de empreendimento emitida pelo DAEE.

Para emissão da outorga de direito de uso ou interferência nos recursos hídricos, o DAEE solicitará como pré-requisito a Licença de Instalação (LI), para as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental<sup>179</sup>.

A emissão da Licença de Operação (LO), em empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, e que tenham interface com os recursos hídricos, terá como pré-requisito a outorga de direito de uso emitida pelo DAEE<sup>180</sup>.

179 Resolução SMA/SERHS nº 1/05, Art. 7º.

180 Resolução SMA/SERHS nº 1/05, Art. 8º.







# 6. GERENCIAMENTO DE CONTINGÊNCIAS



O gerenciamento de contingências compõe-se de um plano que deve compreender fundamentalmente os seguintes componentes:

- Sistema de alerta e monitoramento em tempo real das chuvas e dos níveis d'água, apoiado em informações meteorológicas também obtidas em tempo real.
- Centro de gerenciamento de emergências, onde são processadas as informações do sistema de alerta e encaminhadas às instâncias administrativas, técnicas e de defesa civil.
- Unidades operacionais incumbidas de mobilizar meios humanos e materiais necessários para a avaliação em campo das emergências e acionamento das instâncias competentes e aptas para a mobilização dos recursos que se fizerem necessários para o seu atendimento.

## 6.1 MONITORAMENTO EM TEMPO REAL E PREVISÕES

### 6.1.1 Sistema de alerta

#### *Monitoramento em tempo real*

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão hidrometeorológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações.

#### *Sistema de alerta de inundações de São Paulo (SAISP)*

O SAISP é um sistema operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e que tem seu monitoramento hidrológico realizado pela Rede Telemétrica de Hidrologia da Bacia do Alto Tietê, que contém as estações de monitoramento do DAEE e PMSP, e pelo Radar Meteorológico de São Paulo do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE).

Os principais produtos gerados pelo SAISP são: mapas de chuva observada na área do Radar (correspondente a um círculo de 240 km de raio), leituras de estações das Redes Telemétricas do Alto Tietê (DAEE e PMSP), Cubatão, Registro e Piracicaba e mapas com previsões de inundações na Cidade de São Paulo.

A Rede Telemétrica do Alto Tietê, da qual fazem parte estações remotas do DAEE e da PMSP, compõe-se de 85 estações pluviométricas e fluviométricas cuja relação é apresentada na **Tabela 6.1**, onde se indicam também suas coordenadas, órgãos mantenedores e os tipos de instrumentação de cada estação.

**Tabela 6.1** - Relação das estações pluviométricas e fluviométricas do SAISP

Nome	Responsável	Latitude	Longitude	Tipo de estação
Imigrantes (FEI)	DAEE	-23,725000	-46,579720	P – F
Vila Mariana - R. Vergueiro	DAEE	-23,584720	-46,635560	F
Radar	DAEE	-23,600280	-46,97194	P
Rio Aricanduva - Av. Ragueb Chohfi	PMSP	-23,593720	-46,451600	F
Córrego das Águas Espreadas - Rua Ribeiro do Vale	PMSP	-23,615110	-46,689770	P – F
Rio Tamanduateí - Prosperidade	DAEE	-23,610850	-46,544628	P – F
Rio Tietê - Lagoa de Carapicuíba	DAEE	-23,511027	-46,833419	P – F
Rio Aricanduva - Foz - Rua Alfredo Frazão	DAEE	-23,537221	-46,547165	P – F – Q
Rio Tietê - Jardim Romano	DAEE	-23,479425	-46,385854	F
Córrego Cabuçu de Baixo - Guaraú Montante	PMSP	-23,462483	-46,672586	F
RIN 1 - Reservatório Inhumas	PMSP	-23,581144	-46,502333	F
Córrego Rincão - RRI 2	PMSP	-23,530833	-46,534722	P – F
Pirajuçara	PMSP	-23,606326	-46,749929	F
Rio Tietê - Barragem Pirapora Montante	DAEE	-23,391110	-46,995000	P – F
Rio Tietê - Ponte da Dutra	DAEE	-23,530000	-46,591670	P – F
Rio Tietê - Anhembi	DAEE	-23,518610	-46,643330	P – F
Rio Tietê - Barragem Pirapora Jusante	DAEE	-23,393330	-47,005560	P – F
Rio Tietê - Santana do Parnaíba	DAEE	-23,439596	-46,909030	P – F
Rio Juqueri	DAEE	-23,399520	-46,897760	P – F
Córrego Pirajuçara Foz - Rua Moncorvo Filho	PMSP	-23,568158	-46,714322	P
Rio Aricanduva - Shopping	DAEE	-23,564029	-46,508234	P – F
Córrego Poá - Foz	DAEE	-23,604773	-46,753079	F
Córrego Cabuçu de Baixo - Guaraú Jusante	DAEE	-23,465827	-46,670950	F
Córrego Ipiranga - Av. Ricardo Jafet	DAEE	-23,581933	-46,614164	P
Rio Pinheiros - Ponte Cid. Universitária	DAEE	-23,558980	-46,709744	P – F
Ribeirão dos Couros - Jd. Taboão	DAEE	-23,647776	-46,586249	P – F – Q
Córrego Oratório - Vila Prudente	DAEE	-23,608315	-46,544318	P – F

continua

Nome	Responsável	Latitude	Longitude	Tipo de estação
Barragem Paraitinga	DAEE	-23,530083	-45,977093	P – F
Córrego Cabuçu de Cima - Vila Galvão	DAEE	-23,458727	-46,570526	F
Rio Tamanduateí - Vd. Pacheco Chaves	DAEE	-23,582169	-46,599463	P – F
Córrego Jaguaré - Rua Jorge Ward	DAEE	-23,569833	-46,761187	P – F
Barragem Biritiba Montante	DAEE	-23,629010	-46,088762	P – F
Córrego Pirajuçara - Cond. Solar dos Amigos	DAEE	-23,605280	-46,749170	P – F
Rio Tietê - Ponte do Piqueri	DAEE	-23,509027	-46,705503	P – F
Córrego Morro do S - Capão Redondo	PMSP	-23,658180	-46,767490	P – F
Córrego Jacu - Jd. Pantanal	DAEE	-23,491511	-46,453618	F
Córrego Morro do S - Campo Limpo	PMSP	-23,645500	-46,752400	F
Córrego Aguas Espraiadas - Reservatório	PMSP	-23,634789	-46,667657	F
Córrego dos Machados - Av. Engenho Novo	PMSP	-23,589967	-46,494777	P – F
Rio Tietê - Barragem da Penha Montante	DAEE	-23,501710	-46,542350	P – F
Córrego Morro do S - Rua Joaquim Nunes Teixeira	DAEE	-23,638348	-46,741586	F
Córrego Taboão - Av. Aguiar da Beira	PMSP	-23,570120	-46,518960	F
Rio Pinheiros - Ponte João Dias	DAEE	-23,644508	-46,720650	P – F – Q
Rio Aricanduva - RAR 5	PMSP	-23,561957	-46,509813	F
Riacho Grande	DAEE	-23,752079	-46,532528	P – F – Q
CGE - R. Bela Cintra	DAEE	-23,552871	-46,656525	P – F
Rio Tietê Barragem Móvel Montante	DAEE	-23,525560	-46,750830	P – F
Rio Tamanduateí - Mercado Municipal	DAEE	-23,541539	-46,628423	P
Barragem Biritiba Jusante	DAEE	-23,629010	-46,088762	P – F
Rio Tietê - Barragem da Penha Jusante	DAEE	-23,501710	-46,542350	P – F
Ribeirão dos Couros - Mercedes Bens	DAEE	-23,686132	-46,580069	P – F – Q
Córrego Pirajuçara - Extra Taboão	DAEE	-23,606704	-46,751158	P – F
Ribeirão dos Couros - Piraporinha Casa Grande	DAEE	-23,696090	-46,586149	P
Ribeirão dos Couros - Vila Rosa	DAEE	-23,701200	-46,589939	P
Ribeirão dos Meninos Volks Demarch	DAEE	-23,733222	-46,552189	P
Córrego Chrysler	DAEE	-23,732476	-46,541111	P
Ribeirão dos Couros - Mercedes Paulicéia	DAEE	-23,669418	-46,577271	P – F
Córrego Saracantan -Canarinho	DAEE	-23,708228	-46,531598	P – F

continua

Nome	Responsável	Latitude	Longitude	Tipo de estação
Ribeirão dos Couros - Ford	DAEE	-23,651767	-46,585775	P
Córrego Joaquim Cachoeira	DAEE	-23,633359	-46,781900	P – F
Córrego Poá Regis Bittencourt Portuguesinha	DAEE	-23,617162	-46,795988	F
Pirajuçara - Nova República	DAEE	-23,648948	-46,793673	P
Córrego Pirajuçara - Jd. Maria Sampaio	DAEE	-23,642523	-46,788745	P – F
Rio Tamanduateí - Vila Santa Cecília	DAEE	-23,656435	-46,472380	P – F
Oratório	DAEE	-23,627735	-46,477071	P – F
Rio Corumbé - Jd. Zaíra	DAEE	-23,653057	-46,448729	P – F
Ribeirão dos Meninos - Faculdade de Medicina	DAEE	-23,668967	-46,553158	P – F
Rio Tamanduateí - Mauá	DAEE	-23,656435	-46,47238	F
Ribeirão dos Couros - Mercedes Bens	DAEE	-23,689963	-46,578836	P – F
Ribeirão Capela	DAEE	-23,683963	-46,605921	P
Ribeirão dos Couros - Vila Rosa	DAEE	-23,701200	-46,589939	P
Ribeirão dos Meninos Volks Demarch	DAEE	-23,733222	-46,552189	P – F – Q
Córrego Chrysler	DAEE	-23,732476	-46,541111	P – F – Q
Córrego Saracantan	DAEE	-23,708228	-46,531598	P – F – Q
Ribeirão dos Couros - Ford	DAEE	-23,651767	-46,585775	P – F
Córrego João Cachoeira - Pq. Pinheiros	DAEE	-23,633359	-46,781900	P – F
Córrego Poá Regis Bittencourt	DAEE	-23,617162	-46,795988	P – F
Córrego Pirajuçara - Av. Rotary	DAEE	-23,648948	-46,793673	P – F
Pirajuçara - Campo Limpo	DAEE	-23,642523	-46,788745	P – F
Pirajuçara - Extra Taboão	DAEE	-23,606704	-46,751158	P – F – Q
CTH - USP	DAEE	-23,554538	-46,725952	P – F
Rio Tietê Barragem Móvel Jusante	DAEE	-23,525560	-46,750830	F
Córrego Pirajuçara - Sharp	DAEE	-23,614330	-46,759460	P
Ribeirão Vermelho - Anhanguera	DAEE	-23,491950	-46,755819	P – F – Q
Rio Aricanduva - RAR 3	PMSP	-23,595036	-46,157220	F

Tipo de estação: P – pluviométrica  
 F – fluviométrica (nível)  
 Q – fluviométrica (vazão)

### Localização das estações pluviométricas e fluviométricas em tempo real

A localização das estações pluviométricas e fluviométricas em tempo real (telemétricas), operadas pelo DAEE e que integram o SAISP, é apresentada na **Figura 6.1**.

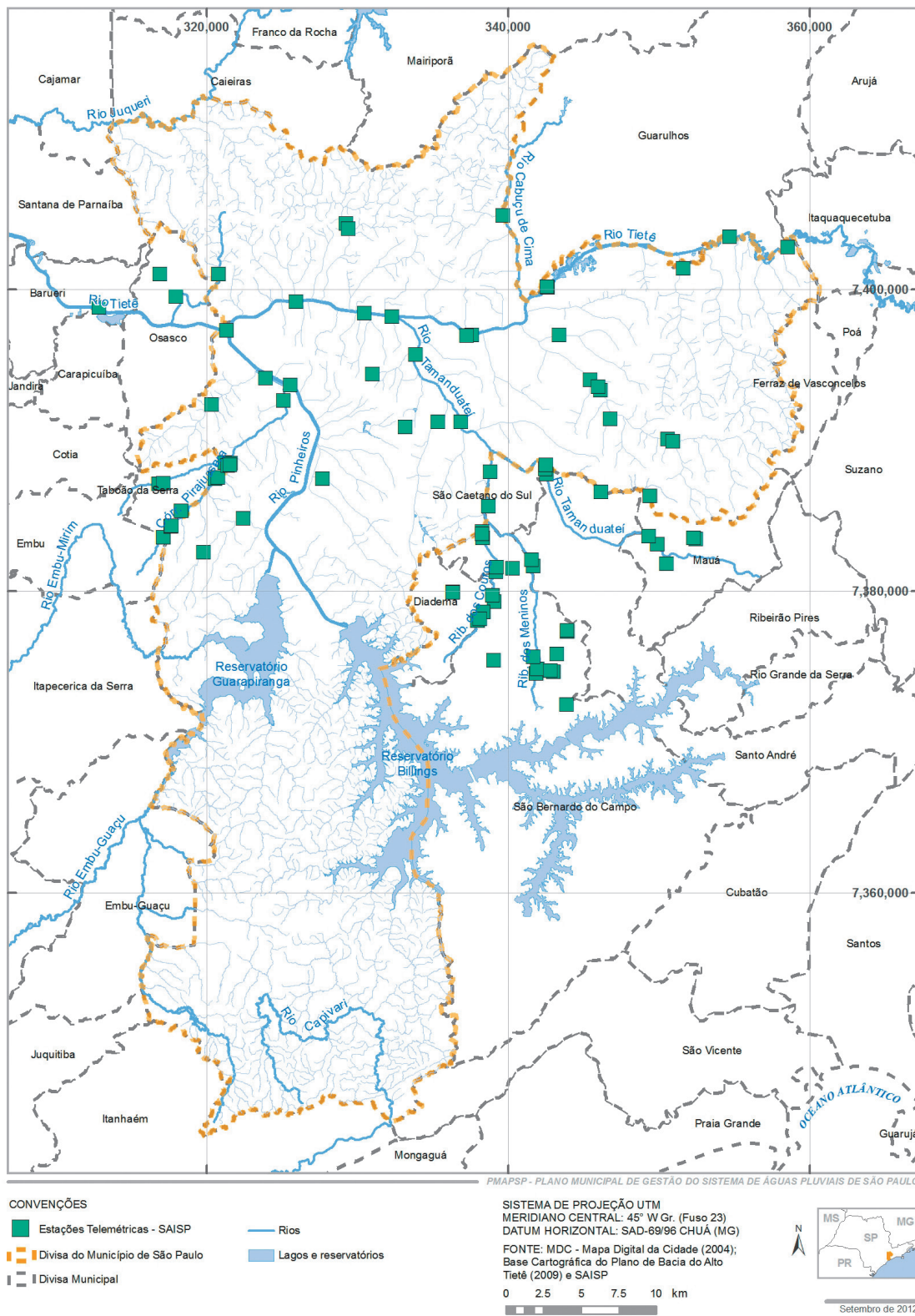


Figura 6.1 - Indicação das estações telemétricas da rede do DAEE

### 6.1.2 Equipamentos de monitoramento em tempo real utilizados pelo SAISP

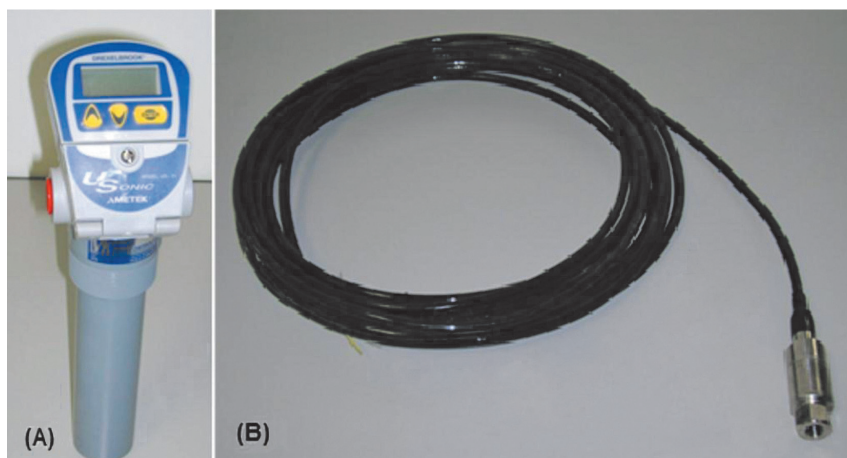
A **Figura 6.2** apresenta um modelo padrão de pluviômetro utilizado pelo SAISP. A chuva é coletada por um cilindro padrão e é armazenada num recipiente tipo caçamba basculante, que é acionada ao atingir o volume de água correspondente a 0,2 milímetros de chuva. Neste recipiente está acoplado um ímã que, no movimento de bascula, passa por um relé emitindo um sinal para a estação remota (ER) que incrementa 0,2 milímetros ao valor armazenado.



Fonte das imagens: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

**Figura 6.2** - Pluviômetro de cuba basculante

Os níveis dos rios são medidos no SAISP por dois tipos de sensores. O primeiro tipo de sensor de nível é o ultrassônico, que tem como princípio de funcionamento a emissão de uma onda de alta frequência e a medição do tempo levado para a recepção do eco produzido quando esta onda se choca com um objeto capaz de reproduzir o som. O segundo tipo de sensor de nível é o de pressão, que determina o nível de água através da medida da sua pressão sobre o sensor submerso. Os sensores utilizados pelo SAISP são apresentados na **Figura 6.3**.



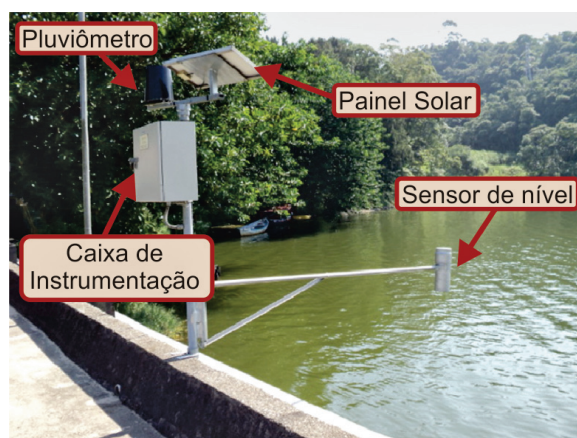
Fonte das imagens: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

**Figura 6.3** - (A) Sensor de nível ultrassônico; (B) Sensor de nível de pressão



Existem algumas estações telemétricas completas, instaladas com postes como suporte para os equipamentos de coleta de dados de nível d'água, de chuva e de transmissão. Um exemplo de instalação é apresentado na **Figura 6.4**.

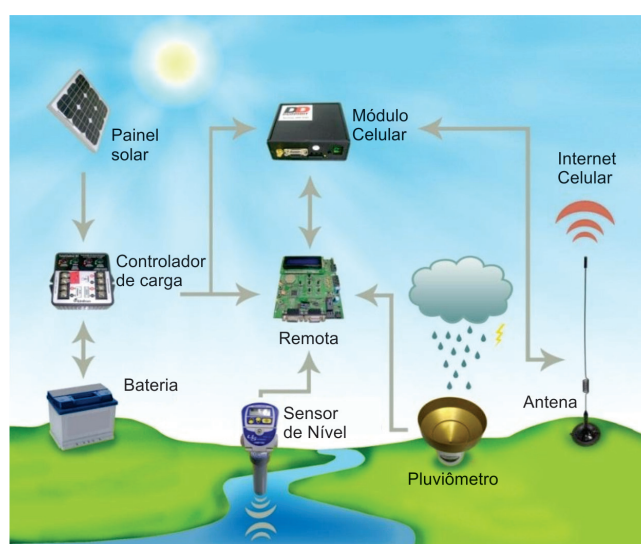
A transmissão de sinal, do posto de coleta de dados até a central, pode ser efetuada via sinal de celular ou através de satélite.



Fonte da imagem: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

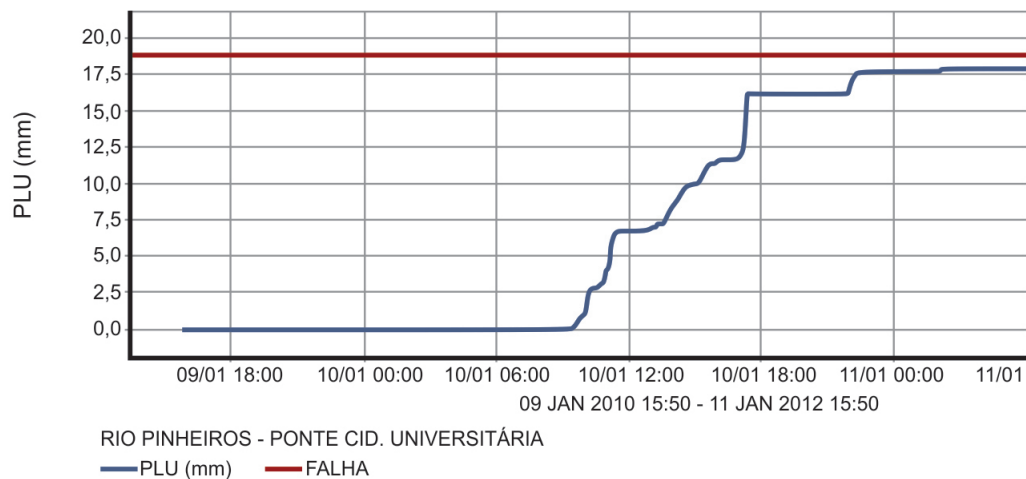
**Figura 6.4** - Vista de um posto instalado

As informações adquiridas pelo monitoramento em tempo real, depois de processadas, são dispostas na forma de gráficos e disponibilizadas pelo SAISP através de seu endereço virtual <http://www.saisp.br>. O fluxo de informações desde a estação telemétrica até o envio dos dados via modem é apresentado na **Figura 6.5**. Exemplos de gráficos obtidos das medições dos pluviômetros e dos limnômetros são apresentados nas **Figura 6.6** e **Figura 6.7**, respectivamente.



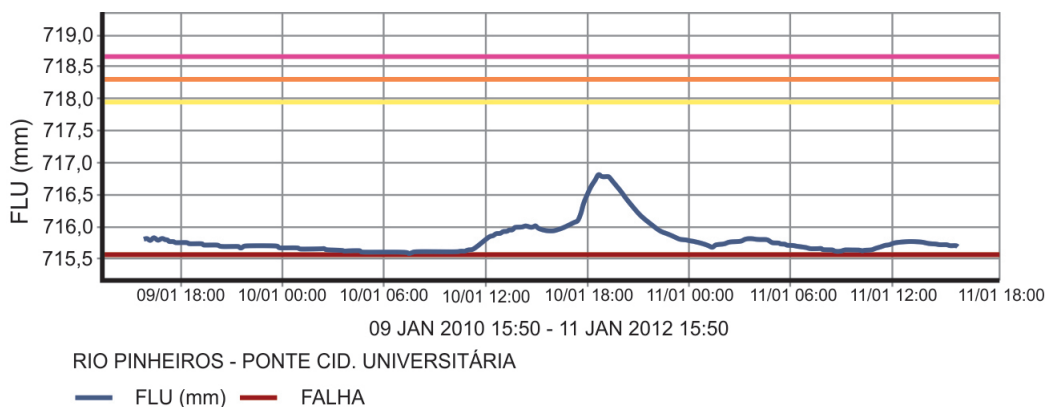
Fonte da imagem: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

**Figura 6.5** - Fluxograma de informações de uma estação telemétrica



Fonte da imagem: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

Figura 6.6 - Exemplo de gráfico de medições pluviométricas da rede telemétrica do SAISP



Fonte da imagem: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

Figura 6.7 - Exemplo de gráfico de medições fluviométricas da rede telemétrica do SAISP

### 6.1.3 Radar meteorológico

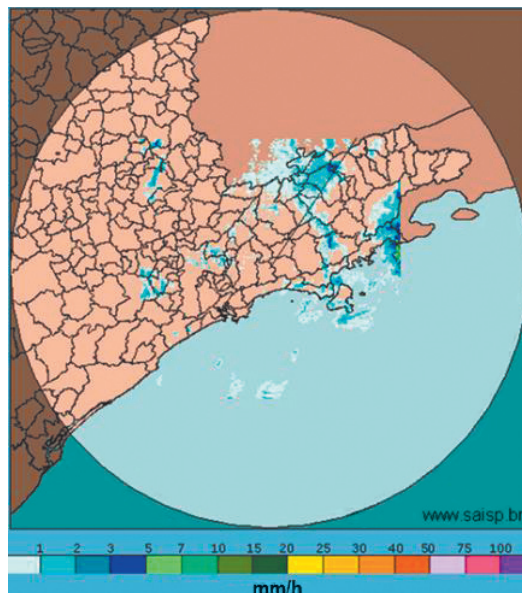
O radar meteorológico é outra ferramenta importante para a previsão de inundações. O radar meteorológico utilizado pelo SAISP está instalado na Barragem de Ponte Nova, localizada no município de Biritiba-Mirim, aproximadamente a 70 km do centro da Cidade de São Paulo, tendo entrado em operação no ano de 1989.

Seu funcionamento se dá pela emissão de ondas eletromagnéticas de alta energia para se alcançar longas distâncias e a obtenção da configuração do mapa de precipitação em função de tempo. Ao pas-

sarem por uma nuvem, as ondas causam em cada gota uma ressonância na frequência da onda incidente, o que faz com que parte dessa energia retorne e seja captada pelo radar. Sabendo-se o momento em que o feixe de onda do radar foi emitido e quanto tempo depois ele retornou é possível determinar a distância da precipitação ao radar. Além disso, a intensidade do sinal de retorno está ligada ao tamanho e distribuição das gotas de chuva, ou seja, à sua intensidade de precipitação.

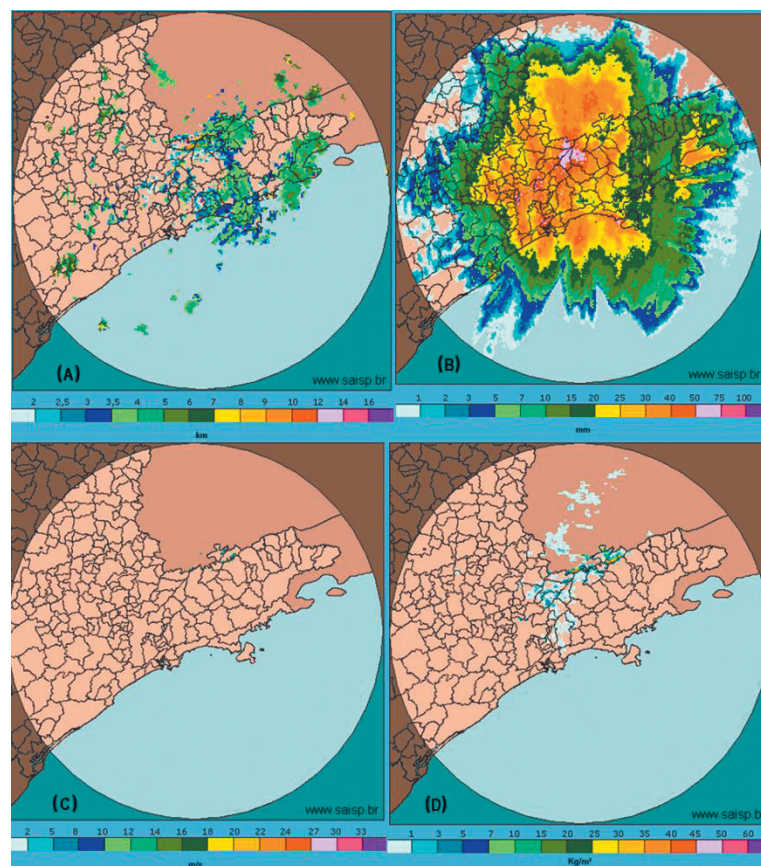
O radar gera cinco tipos de produtos cujas descrições, bem como seus exemplos, estão representados nas **Figura 6.8** e **Figura 6.9**.

- CAPPI: registra, a cada 5 minutos, a intensidade da chuva observada numa altitude constante igual a 3 km. Os dados da intensidade de precipitação se apresentam em uma escala colorimétrica, sendo que a cor mais intensa representa maior intensidade.
- ECHO-TOP: apresenta a precipitação no topo das nuvens, ou seja, pode-se estimar a altura das nuvens. Os dados de altitude se apresentam em uma escala colorimétrica, sendo que a cor mais intensa representa a altitude máxima observada.
- ACUMM: representa a precipitação acumulada de 1 hora, 12 horas ou 24 horas. Os dados se apresentam de forma muito semelhante aos do CAPPI.
- VIL – Vertically Integrated Liquid Water Content: indica o campo de conteúdo de água líquida integrada verticalmente em  $\text{kg/m}^2$ .
- GUST: representa o campo de estimativas de rajadas de vento próximo à superfície em  $\text{m/s}$ .



Fonte das imagens: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

**Figura 6.8** - Exemplo do produto CAPPI



Fonte das imagens: SAISP – Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo

**Figura 6.9** - Exemplo dos produtos: (A) ECHO-TOP; (B) ACUMM; (C) GUST; (D) VIL

## 6.2 DIRETRIZES PARA PLANO DE CONTINGÊNCIAS

O plano de contingências visa descrever as medidas a serem tomadas pelo Município através de suas unidades técnicas hábeis definindo as atribuições de cada órgão para atender às emergências. Esse documento deve ser desenvolvido com a finalidade de organizar, administrar e integrar as ações necessárias para o controle de eventos extremos até que as condições normais sejam reestabelecidas.

O plano de contingências deve prever um conjunto de medidas que, uma vez constatado pelo sistema de alerta o risco de ocorrência de inundações, acione meios humanos e materiais previamente organizados para atuar no atendimento a possíveis emergências urbanas.

O Município de São Paulo dispõe de vasta experiência acumulada no gerenciamento de contingências resultantes de episódios de chuvas intensas. Sua estrutura de gerenciamento pode ser considerada exemplo a ser adotado em casos similares. A estrutura de gerenciamento de emergências para atuar o atendimento das ocorrências de inundações é composta pelas seguintes instituições principais:

- **Centro de Gestão de Emergências (CGE)**, órgão vinculado à Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB). Atua na interpretação dos dados hidrometeorológicos e na previsão de chuvas que possam causar alagamentos, inundações ou transbordamentos de córregos ou rios.
- **Coordenadoria Municipal de Defesa Civil**, vinculada à Secretaria Municipal de Segurança Urbana (SMSU). Monitora a ocorrência de problemas com base nas previsões e observações do CGE, emite avisos para as demais unidades operacionais do Município e aciona instâncias de mobilização de recursos humanos e materiais. Atua em estreita ligação com a alta administração municipal e com os órgãos de segurança pública. Em casos de calamidade incumbe-se de notificar as instâncias superiores e da Defesa Civil estadual.
- **Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras (SMSP)**. Ao identificar emergências, mobiliza recursos humanos e materiais alocados nas subprefeituras para o atendimento de ocorrências previamente avaliadas pelas equipes precursoras de campo. As subprefeituras costumam ser acionadas através de suas coordenações de projetos e obras, que mantém equipes permanentes capacitadas para atuar no atendimento das necessidades decorrentes dos alagamentos, inundações e ocorrências de desastres devidos às chuvas intensas.
- **Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB)**. Identificadas necessidades de relocação ou transferência temporária de bens e pessoas afetados pelas inundações, a SEHAB proporciona soluções que podem ser adotadas para preservar a segurança e o bem estar das populações atingidas pelas inundações.
- **Secretaria Municipal de Assistência Social (SMADS)**. Atua diretamente na assistência da população quando necessário compreendendo medidas como a alocação temporária de desabrigados e na prestação de assistência com recursos para a preservação da saúde pública.

### 6.2.1 Diretrizes para a elaboração do Plano de Contingência

A elaboração de um plano de contingências contra inundações deve-se basear nas seguintes diretrizes principais:


- Identificar a responsabilidade dos órgãos que desenvolvem ações específicas em emergências;
- Descrever as linhas de autoridade e relacionamento entre os órgãos envolvidos, mostrando como as ações serão coordenadas;
- Descrever como as pessoas, o meio ambiente e as propriedades serão protegidas durante as inundações;
- Identificar os recursos humanos, equipamentos, instalações, suprimentos e outros recursos disponíveis para atender às emergências, e como serão mobilizados;
- Identificar ações que devam ser tomadas antes, durante e após a situação de emergência.

A estrutura do Plano de Contingência deverá conter das seguintes informações:

- Finalidades pelas quais o plano foi elaborado;
- Situação e pressupostos – deverá conter a descrição da situação de emergência para qual o plano foi realizado e a caracterização das áreas sujeitas ao plano;

- Operações – deve indicar a sequência e a finalidade das ações, dentre as quais devem constar:
  - Organização dos órgãos e estruturas de resposta;
  - Dispositivos de monitoramento, alerta e acionamento;
  - Condições de ativação do Plano de Emergência;
  - Níveis de atuação e suas implicações;
  - Sequência geral de ação antes, durante e depois da emergência;
- Atribuição de responsabilidades – deverão estar descritas as atribuições de cada órgão envolvido na resposta a emergências e com atribuições na implantação do plano. Isto abrange uma lista de atividades específicas para cada órgão;
- Instruções para uso do plano – deverá estabelecer de forma sucinta as condições em que o plano será utilizado;
- Instruções para manutenção do plano – tratará do estabelecimento de como se fará a manutenção do Plano de Contingência, incluindo os procedimentos para revisão do plano, sua periodicidade e responsabilidades.

É importante que o Município contemple em seu planejamento orçamentário a disponibilidade de estoques de recursos financeiros e materiais que possam ser aplicados de forma ágil e imediata quando da verificação da ocorrência de emergências decorrentes das inundações urbanas.



# 7 ■ GERENCIAMENTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO





## 7.1 DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM

As diretrizes para operação e manutenção da micro e macrodrenagem compreendem um conjunto de rotinas que deverão ser incorporadas em um Sistema de Informações de Drenagem Urbana.

### 7.1.1 Sistema de drenagem inicial

A limpeza e desobstrução de bueiros e bocas de lobo devem ser executadas com periodicidade diferenciada nos períodos secos e chuvosos, lembrando sempre que antes do início do período chuvoso o sistema de drenagem inicial deve estar completamente livre de obstruções ou interferências. A forma de execução dos serviços de manutenção do sistema de drenagem inicial pode se dar, como se faz atualmente no Município de São Paulo, junto com a varrição de guias e sarjetas, dentro dos serviços de limpeza urbana indivisíveis. Às Subprefeituras fica a atribuição de fiscalização dos serviços contratados, como a fiscalização da varrição, raspagem de sarjetas, pintura das guias, limpeza de bocas de lobo e lavagem de espaços públicos. As não conformidades na prestação dos serviços são relatadas em Boletins de Fiscalização de Serviço (BFS), e encaminhadas à Supervisão das Subprefeituras (SES).

A evolução natural da operação e manutenção do sistema de drenagem inicial deve prever a implantação de controle operacional centralizado com atuação em tempo real. Para isso deverão ser instalados dispositivos que permitam o monitoramento e a regulagem do seu funcionamento em tempo real. Este controle consiste na execução de comandos sobre partes móveis do sistema, segundo condições pré-definidas, que utilizam como entrada as características do sistema de drenagem e o evento chuvoso em andamento.

O sistema de controle operacional em tempo real fornecerá ao Município ferramentas para a gestão dinâmica do sistema de drenagem e seus equipamentos.

Essas técnicas permitem tornar mais eficientes os sistemas de drenagem urbana e manejo das águas pluviais levando em conta de modo integral os seus vários componentes: rede de drenagem, elevatórias, comportas, reservatórios operados, extravasores, fontes de poluição, estações de tratamento, corpos receptores, etc.

Os equipamentos que compõem um sistema de controle operacional em tempo real são os seguintes:

- “sensores” que detectam as variáveis cuja medição é necessária para a regulagem do sistema, como por exemplo, um medidor de nível, vazão, qualidade da água, etc.;
- “reguladores” que modifiquem o processo hidráulico que se quer regular, caracterizados por uma bomba, uma comporta móvel, etc.;
- “unidades de controle” que manobrem o regulador de modo a reconduzir a variável do processo ao valor desejado, esse valor pode ser pré-fixado de uma vez por todas, ou pode variar durante o evento, conforme as informações que a unidade de controle recebe das medições locais dos sensores diretamente ligados a ela, ou de uma central de operações;
- “transdutores”, que fornecem os dados medidos pelo sensor à unidade de controle e os transmitem ao regulador.

Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção	
Identificação/Localização:	Data: __/__/__
Estrutura/Código:	Localidade:
Cursos D'água:	Bacia:
<b>Coordenadas GPS</b>	
Latitude:	Longitude:                      Altitude:
Tipo de material da estrutura:	
Componentes/Equipamentos:	
<b>Administração</b>	
( ) Concessão ( ) Município ( ) Outros	
Nome (para o caso de concessão/outros):	
<b>Elementos do Sistema de Drenagem</b>	
Galerias:	( ) Sim ( ) Não
Canais:	( ) Sim ( ) Não
Bocas de Lobo:	( ) Sim ( ) Não
Ramais:	( ) Sim ( ) Não
Poços de visita:	( ) Sim ( ) Não
<b>Dimensões</b>	
Extensão (m):	
Largura (m):	
Diâmetro (m):	
<b>Comentários Gerais</b>	
a) Condições de estabilidade: ( ) Boa ( ) Sofrível ( ) Precária	
b) Inspeção especializada (por engenheiro) necessária? ( ) Sim ( ) Não	
c) Ocorrência de acidentes: ( ) Sim ( ) Não	
d) Seção da vazão adequada: ( ) Sim ( ) Não	
<b>Observações Adicionais:</b>	

Figura 7.1 - Modelo de ficha de cadastro de manutenção

### 7.1.2 Sistema de macrodrenagem

Apresenta-se a seguir o conjunto de diretrizes para os procedimentos e rotinas de manutenção preventiva e/ou corretiva das obras e equipamentos que integram o sistema de macrodrenagem urbana do Município composto por galerias, canais, equipamentos hidromecânicos, reservatórios e estruturas hidráulicas em parques.

A principal finalidade de um serviço de manutenção é manter o sistema de drenagem em condições de receber, conduzir, armazenar e tratar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo assim os riscos de falha e, conseqüentemente, os riscos de inundação e da poluição hídrica na sua área de influência.

Um dos grandes problemas do sistema de drenagem decorre da falta de manutenção e da má utilização de seus mecanismos. Podem ser observadas falhas no sistema de macrodrenagem em virtude da falta de manutenção, seja por assoreamento da calha dos principais corpos receptores seja pelo mau funcionamento das estruturas de armazenamento.

Assim sendo, a elaboração de um plano de manutenção é vital para obter a efetiva gestão da drenagem urbana do Município.

As ferramentas típicas que compõem um sistema de manutenção incluem o mapa de planejamento com as rotinas de controle, acompanhamento e inspeção de cada parte do sistema e a ficha de cadastro histórico de manutenção conforme modelo apresentado na **Figura 7.1**.

### 7.1.3 Manutenção

A manutenção pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema de drenagem de forma a reduzir o risco de falhas devido ao mau funcionamento de seus componentes.

#### *Tipos de manutenção*

A manutenção deve se dar através de três práticas básicas, a saber:

- Manutenção corretiva: caracteriza-se como uma intervenção realizada após a ocorrência de eventuais falhas do sistema ou até mesmo após seu funcionamento, como o caso dos reservatórios de detenção que necessitam de limpeza após a ocorrência dos eventos de chuva;
- Manutenção preventiva: é uma intervenção programada que tem como objetivo manter a disponibilidade do sistema de drenagem para quando for requisitado;
- Manutenção preditiva: permite garantir uma qualidade desejada do funcionamento do sistema de drenagem, por meio de análises e supervisões sistemáticas do sistema visando diminuir as manutenções corretiva e preventiva, ou seja, a manutenção preditiva é uma técnica de gerenciamento da manutenção.

#### *Diretrizes da manutenção*

Neste item é apresentado um conjunto de instruções que deve ser seguido para a efetivação das metas previstas pelo sistema de manutenção da drenagem urbana do Município. Dentre elas destacam-se:

- O plano de manutenção deverá ser composto por um conjunto de atividades que visem à preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos componentes do sistema de drenagem, de forma a prolongar a sua vida útil e reduzir os custos de manutenção;
- O plano de manutenção será configurado pelos seguintes pontos essenciais: organização da área de manutenção, arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de drenagem e programa de manutenção;
- A forma de organização do programa de manutenção será compatível com o porte e complexidade do sistema de drenagem de cada região;
- A gestão do sistema de manutenção deverá compreender a manutenção do arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais e elaboração do programa de manutenção;
- O arquivo técnico do sistema de drenagem deverá ser composto por todos os documentos de projeto e construção, incluindo memoriais descritivos, memoriais de cálculo, desenhos e especificações técnicas;
- O cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais deverá conter o registro de todos os componentes e sistemas abrangidos pelo programa de manutenção, incluindo identificação, descrição e localização;
- O arquivo técnico e o cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais serão mantidos permanentemente atualizados, refletindo fielmente todas as modificações e complementações realizadas ao longo da vida útil do sistema de drenagem;
- A gestão do Sistema de Manutenção deverá apoiar-se no Sistema Municipal de Informação sobre Drenagem (SISDREN), o qual deverá estar inserido no Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, para o gerenciamento de dados e informações pertinentes às atividades de manutenção. Deverão fazer parte deste sistema de informações o arquivo técnico e o cadastro dos componentes do sistema de drenagem, o programa de manutenção, o registro dos serviços, datas, custos de manutenção e outros dados de interesse;
- Os procedimentos e rotinas de manutenção deverão ser continuamente avaliados e ajustados, de modo a permanecerem sempre atualizados e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do Sistema de Manutenção.

#### 7.1.4 Diagrama funcional da manutenção

O Plano de Manutenção deve ser estabelecido considerando algumas funções básicas, conforme apresentadas a seguir.

##### Gerenciar

- Estabelecer políticas de manutenção;
- Elaborar plano estratégico global da manutenção;
- Estabelecer diretrizes, metas, prioridades e níveis de eficiência;
- Sugerir medidas administrativas;

- Avaliar desempenho e propor ajustes que garantam a melhoria do desempenho do sistema;
- Garantir e apresentar resultados estabelecidos no planejamento;
- Fazer cumprir normas e procedimentos do programa de manutenção.

### Planejar

- Estabelecer metas de trabalho para o período;
- Desenvolver o plano de trabalho para a consecução das metas estabelecidas;
- Analisar e identificar serviços passíveis de planejamento;
- Estudar e estabelecer métodos e processos de planejamento;
- Definir sequências e períodos de intervenção;
- Definir parâmetros de gestão da manutenção;
- Propor métodos, parâmetros e orientação para elaboração da programação;
- Avaliar relatórios gerenciais de modo a aprimorar continuamente os processos e métodos de planejamento.

### Programar

- Elaborar e priorizar relação de serviços a executar;
- Alocar recursos;
- Programar os serviços de manutenção;

### Executar

- Cumprir normas, procedimentos e rotinas de manutenção;
- Viabilizar recursos para os serviços;
- Alocar/distribuir recursos necessários para a execução dos serviços;
- Executar os serviços programados;
- Garantir a qualidade de execução;
- Analisar a necessidade de troca ou substituição dos componentes do sistema de drenagem;
- Registrar dados técnicos de execução;
- Detectar/analisar a origem de eventuais falhas ou defeitos;
- Emitir as ordens de manutenção não programadas.

### Controle da Manutenção

- Manter acervo técnico atualizado;
- Analisar dados de manutenção;
- Apresentar relatórios gerenciais de manutenção;
- Divulgar indicadores de desempenho do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais.

### **Inspecionar**

- Realizar inspeção, identificando falhas e defeitos;
- Definir necessidades de intervenção;
- Identificar e comunicar falhas de evidências à execução;
- Fornecer subsídios quantitativos para estudos de desempenho e confiabilidade de equipamentos.

## **7.1.5 Plano de ação operacional**

O Plano de Manutenção deverá prever uma série de atividades fundamentais tendo em vista o bom funcionamento e efetivação dos serviços de manutenção.

### *Central de Atendimento*

O Plano de Manutenção deverá prever uma central de atendimento à população. Estes atendimentos visam atender as necessidades de intervenção, mediante solicitação, que interrompam as atividades previamente programadas.

As solicitações poderão ser feitas, por qualquer meio de comunicação, a qualquer momento do período de 24 horas, para o setor de plantão.

### *Cadastramento*

Para o estabelecimento do Plano de Manutenção é essencial que exista cadastro da rede de drenagem, incluindo todos os equipamentos do sistema com as devidas especificações técnicas, localização e informações relativas ao processo de manutenção.

### *Diagnóstico*

As informações quanto à situação atual do sistema de drenagem devem ser elaboradas tendo em vista a identificação de pontos críticos nos equipamentos do sistema com o consequente levantamento das necessidades de adequação e melhorias.

### *Planejamento Operacional*

Neste item deve ser considerada a distribuição das atividades ao longo do tempo e alocação de recursos, levando em consideração o período seco e chuvoso, assim como a necessidade operativa dos equipamentos, como o caso dos reservatórios de armazenamento.

### *Programação de Serviços*

A programação dos serviços consiste na definição de quem irá fazer, como e quando, mediante a necessidade de manter em boas condições de operação todos os componentes do sistema de drenagem.

### *Execução da Manutenção*

- Inspeção – trata-se do acompanhamento das condições dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo desta forma prever as necessidades de ajustes ou reparos;
- Manutenção preventiva – a partir dos dados obtidos nas inspeções, serão planejadas as ações com o objetivo de eliminar os defeitos e as irregularidades constatadas;
- Manutenção corretiva – visa restabelecer o padrão operacional do sistema de drenagem em virtude de falhas ou necessidades detectadas pela inspeção, manutenção preventiva ou pela própria população;
- Operação – consiste nas atividades específicas de funcionamento, acompanhamento, leitura de dados, pequenos ajustes e atividades de conservação nos equipamentos do sistema.

### *Controle da Manutenção*

O controle da manutenção deverá ser realizado através da emissão de relatórios operacionais, os quais permitirão a análise do desempenho operacional e avaliação do histórico dos componentes do sistema de drenagem, assim como informações de ocorrência. Laudos e pareceres técnicos deverão ser elaborados sempre que observadas falhas dos equipamentos, detectando e apontando as possíveis soluções para o problema.

## **7.1.6 Procedimentos e rotinas**

### *Objetivos*

Estabelecer as diretrizes gerais para a execução de serviços de conservação e manutenção do sistema de drenagem urbana do Município de São Paulo.

### *Execução dos serviços*

Os serviços de conservação e manutenção correspondem às atividades de inspeção, limpeza e reparos dos componentes do sistema de drenagem, que deverão ser executadas de acordo com o Plano de Manutenção, baseado em rotinas e procedimentos periodicamente aplicados nos equipamentos do sistema.

Os procedimentos e rotinas de serviços, dentre os quais estão inspeção, limpeza e manutenção, serão aplicados aos seguintes componentes:

- Sarjetas
- Bocas de lobo, bueiros e galerias;
- Canais abertos e fechados;
- Reservatórios de armazenamento;
- Equipamentos eletromecânicos: bombas, painéis eletrônicos, tubulações, comportas, etc.

A **Tabela 7.1** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à inspeção com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

**Tabela 7.1** - Procedimento de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Inspeccionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspeccionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Inspeccionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspeccionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias
Reservatórios de armazenamento	Inspeccionar o revestimento do reservatório para determinar quaisquer danos e deteriorações.	Nos períodos de estiagem inspeccionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Verificar se ocorre acúmulo de detritos ou decomposição anaeróbia no reservatório.	Nos períodos de estiagem inspeccionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	No caso de reservatórios de retenção, verificar se ocorre proliferação de algas.	Nos períodos de estiagem inspeccionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Inspeccionar grades de retenção de resíduos para garantir que elas estão livres de detritos e lixo.	Nos períodos de estiagem inspeccionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Inspeccionar estruturas de controle, equipamentos hidromecânicos (válvulas, registros, comportas, stop-logs ou outros existentes).	Nos períodos de estiagem a cada 60 dias, e sempre que for efetuada alguma manobra (enchimento ou esvaziamento) durante o período chuvoso.
	Inspeccionar os equipamentos eletromecânicos existentes no reservatório (bombas, quadros de comando, chaves de acionamento, sensores de monitoramento).	Na estiagem a cada 60 dias e no período chuvoso, as inspeções deverão ser realizadas sempre logo após ocorrer alguma operação no reservatório.
Equipamentos eletromecânicos	Inspeccionar mensalmente, nos períodos de estiagem, bombas hidráulicas, registros, motores elétricos, quadros de comando e chaves de acionamento, bem como outros elementos existentes na casa de bombas (sensores de monitoramento, iluminação etc.).	Nos períodos de estiagem inspeccionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso em que se observar alagamento na área de controle dos equipamentos hidromecânicos.



A **Tabela 7.2** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à limpeza com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

**Tabela 7.2** - Procedimento de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	Diariamente de forma contínua
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	A cada 60 dias, com devida atenção nos períodos de chuvas.
Reservatórios de armazenamento	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados. Remover vegetação. Desinfecção da área do reservatório.	Nos períodos de estiagem limpar mensalmente. Durante o período chuvoso, após a ocorrência de cada evento de chuva.

A **Tabela 7.3** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à manutenção com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

**Tabela 7.3** - Procedimento de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados.	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção
Reservatórios de armazenamento	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção
Equipamentos eletromecânicos	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados	Quando verificada a necessidade durante a inspeção

### 7.1.7 Fiscalização

#### *Objetivo*

Estabelecer as diretrizes gerais para a fiscalização de serviços de manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

#### *Procedimentos*

A Fiscalização deverá realizar, dentre outras, as seguintes atividades:

- Manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o cronograma e relatórios de serviços;
- Analisar o plano de execução a ser apresentado por contratados no início dos trabalhos;
- Solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou sequência dos serviços em execução, bem como às interferências e interfaces dos serviços a serem executados;
- Solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços;
- Exercer rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- Verificar e aprovar os relatórios de execução dos serviços;
- Verificar e aprovar eventuais acréscimos de serviços necessários ao perfeito funcionamento do sistema.

## 7.2 ORGANIZAÇÃO DE UM SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

Compreende-se como serviço de manutenção aquele preparado para pronto atendimento de qualquer ocorrência registrada nas estruturas e equipamentos do sistema de drenagem.

Somente um serviço bem organizado e com permanente sentido de economia em todas as tarefas, conseguirá estabelecer um binômio pronto atendimento/economia.

Apresenta-se na **Figura 7.2** uma proposta de organização de um Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana, que pode ser de orientação para o emprego em unidades de gerenciamento por bacia hidrográfica.

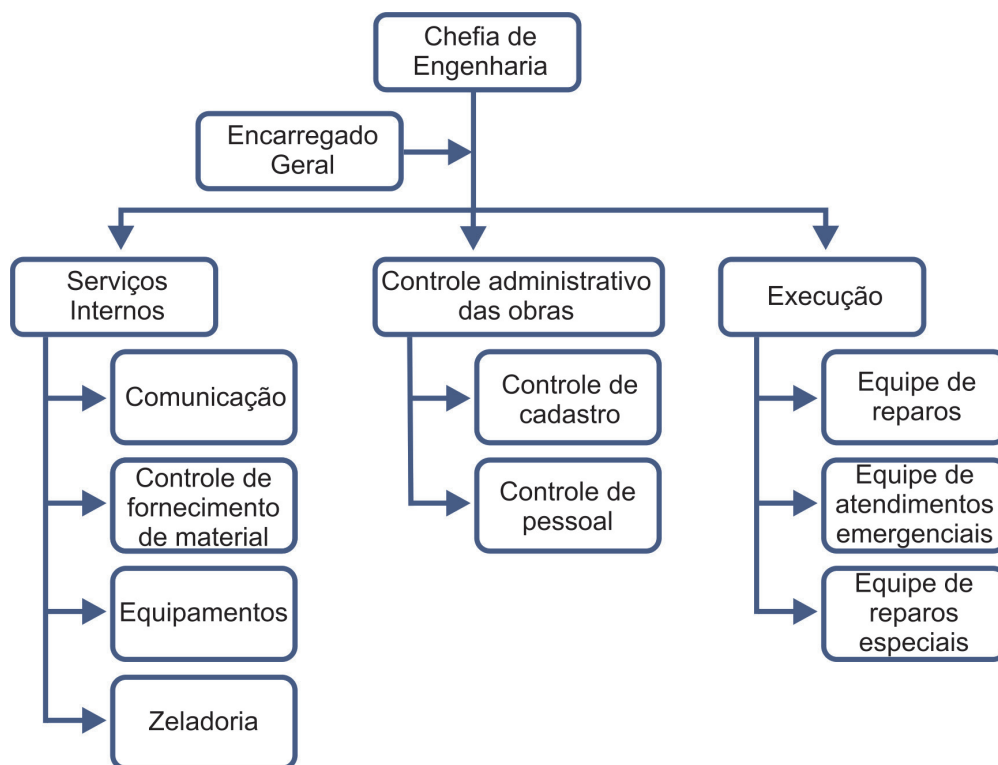


Figura 7.2 - Serviço de manutenção

### 7.2.1 Setor de execução

Recomenda-se que o setor de execução para o atendimento de emergências seja composto por conjuntos de equipes para reparos na rede, equipes para serviços urgentes e equipes de reposição e reparos especiais.

As equipes para reparos na rede, alocadas nas coordenarias de projetos e obras ou em unidades de gerenciamento por bacias, deverão estar preparadas para atuar na execução de serviços durante o dia e também para trabalhos noturnos em escala 12 x 36 h. Estas equipes, não havendo emergência podem ser usadas nos serviços de rotina.

As equipes para serviços urgentes deverão ser em menor número e empregadas exclusivamente para a execução de serviços considerados emergenciais.

As equipes de reposição e reparos especiais são destinadas à execução de reparos de pavimentação danificada por vazamentos ou rompimentos ocasionados pelas inundações. Essas equipes podem ser utilizadas para a complementação de serviços quer das equipes de reparos, quer dos serviços na rede de drenagem previamente programados.

Cada equipe deve possuir viaturas tais como caminhão de carroceria fixa e caminhão basculante. A assistência a este setor deverá ser feita direta e permanentemente pela chefia que, para isso, disporá de uma viatura com rádio comunicação.

Sugere-se que a composição das equipes de reparo seja constituída por treze pessoas compreendendo: um encarregado, um apontador, três auxiliares de serviços gerais, três pedreiros e cinco serventes. Para a equipe de reposição e reparos sugere-se ser composta por dez pessoas sendo um encarregado, quatro pedreiros e cinco serventes.

### 7.2.2 Setor de serviços internos

Tem a finalidade de prestar apoio logístico às frentes de serviço, em qualquer ocasião e tão logo seja necessário. Deve contar com uma unidade de rádio comunicação composta por um operador nos dias úteis, perfazendo 12 horas de trabalho, e dois operadores plantonistas noturnos em escala de 12 x 36 h, acompanhando a escala de equipes noturnas e com treinamento com esquema de operação/equipamentos/matérias, tão logo seja efetuada solicitação do campo pelo encarregado da equipe, e com acesso à chefia.

Estes plantonistas, além de realizarem o acionamento do esquema emergencial já mencionado, também executarão tarefas como: preencher mapas de ocorrências, registrar as chamadas, transmitir solicitações a qualquer outro órgão e registrar os movimentos das viaturas em campo.

A unidade de controle e suprimento de materiais deve dispor de um elemento com treinamento para: controle do estoque de materiais e de peças essenciais, preenchimento de documentos a serem visados pela chefia para posterior processamento pelo depósito que os fornecem, mediante documentação visada pelo encarregado da equipe. Deve providenciar também o recebimento da sobra de material e a sua entrega ao depósito, bem como confeccionar a documentação necessária à sua reposição aos estoques.

A unidade de equipamentos deve contar no mínimo com um compressor com operador e dois conjuntos de bombas (3" e de 1 ½"), para cada equipe, com dois operadores responsáveis pela sua manutenção e limpeza. Deve contar ainda com um operador para máquinas hidráulicas (retro escavadeira ou similar), e uma pequena oficina para pequenos reparos.

Deve-se prever também um setor de zeladoria com dois vigias para a sede em escala de 12 x 36 h (noturnas), e um vigia em regime de 12 horas de trabalhos diários.

### 7.2.3 Setor de controle administrativo

Para o controle administrativo das obras emergenciais deverá existir uma ordem de serviço que forneça elementos facilitadores do seu controle e antecedam o preenchimento de boletins de apropriação e custos, que serão preenchidos por um elemento da equipe sob a supervisão do encarregado.

Sugere-se que o efetivo deste setor seja composto por um cadista incumbido de vistoriar com o encarregado geral todas as obras emergenciais, auxiliando o apontador da equipe a fazer os croquis de cadastro, processando-os em seguida digitalmente. Deve-se contar também com um apontador apropriador, que com os elementos fornecidos pela ordem de serviço do encarregado preencherá os boletins de apropriação e custos e apontará a frequência do pessoal (mapa de horas extras, faltas, etc.).

O setor contará também com um auxiliar administrativo, que executará os seguintes serviços: preenchimento de fichas de cadastro dos serviços executados, de planilha de consumo de materiais, de planilha de produção diária, planilha de fechamento de obras, escrituração de despesas com refeições, transportes e outras e efetuar a revisão de todos os documentos do expediente.

### 7.2.4 Rotina de funcionamento

Em virtude da necessidade de entendimentos com a Engenharia de Tráfego e com as unidades responsáveis pelas vias urbanas, reposição de pavimentação, etc., deve-se adotar duas rotinas dependendo do caso em que a obra se enquadre.

### *Manutenção programada (duração máxima 72 horas)*

Trata-se de ocorrências em linhas de drenagem que carecem de relativa urgência de reparo e não estão, até certo ponto, danificando a pavimentação e, portanto, não estão prejudicando o livre trânsito de veículos, podendo ser reparados nos dias seguintes.

A rotina de atendimento nesses casos é a seguinte:

- O serviço recebe o pedido de vistoria no local, estuda-se o problema, analisa-se a urgência, o reparo a fazer e a pista a interromper.
- Avisa-se a Engenharia de Tráfego para obtenção de autorização.
- Uma vez autorizada pela Engenharia de Tráfego, dá-se ciência à unidade competente para as providências posteriores.
- Nos dias seguintes, executado o reparo, comunica-se a unidade competente para a reposição do pavimento e remoção dos resíduos.

### *Manutenção de emergência*

Caracteriza-se a este fato a necessidade de interdição da via pública, geralmente provocada por rompimentos ou outras ocorrências severas que impeçam o fluxo de veículos e pessoas.

A rotina de atendimento nestes casos é a seguinte:

- O serviço recebe o pedido depois de confirmada a emergência.
- Toma providências para o deslocamento das equipes e, simultaneamente, realiza vistoria, colocando viatura com rádio comunicação no local, em permanente contato com a chefia.
- Do local são então transmitidos para a sede os dados necessários às comunicações aos órgãos que devem ser avisados, bem como os elementos necessários à alocação dos recursos a serem utilizados.
- Concluindo o reparo, testada a linha de drenagem, executado de aterro e refeito o pavimento, o serviço segue a rotina prevista para a manutenção programada.

### *Rotina de controle administrativo*

É importante que o controle das obras seja previsto para a rápida execução, inclusive a atualização do cadastro. Para isto, deve ser adotada a seguinte rotina:

- a) Para recebimento de material, deve ser extraída uma ordem de requisição eletrônica pelo responsável, e recebida exclusivamente pelo encarregado da equipe. Tal procedimento facilita a iniciativa do encarregado, favorece o pronto atendimento a serviços distantes e dispersos, permite ao encarregado, ou ao seu auxiliar, a escolha, em função de suas necessidades e do material disponível, aquele que melhor se adaptar ao caso e evita erros no preenchimento da requisição.
- b) Todo apontamento do serviço deve ser feito por um dos auxiliares (aquele que possuir melhor nível e aptidão) do encarregado da equipe, e sob sua supervisão. O croqui cadastral deve ser orientado pelo cadista, que confere amarrações quando da sua passagem para o encarregado. Os apontamentos serão feitos durante a execução dos trabalhos online. Deve ser impressa uma

- cópia da ordem de serviço a fim de lembrar ao encarregado de detalhes administrativos e de execução considerados essenciais.
- c) Concluído o serviço, o encarregado providencia o recolhimento da sobra do material que é transportada para a sede e entregue ao funcionário incumbido dessa tarefa. Nessa ocasião é emitida uma ordem de devolução eletrônica, com impressão em duas vias, ficando o encarregado responsável pelo material com uma via de ordem de requisição e uma da ordem de devolução. Tal procedimento evita a perda ou desvios para efetuar as devoluções à sede, e elimina o risco de erros de preenchimento das notas de devolução e facilita a conferência do material devolvido.
  - d) O encarregado anexa à ordem de serviço uma via da ordem de requisição e uma da ordem de devolução, entregando-a ao plantonista. A partir de então, a sede terá condições de conferir a obra, mediante a confrontação eletrônica da ordem de requisição do material descarregado na ordem de serviço e no croqui e da ordem de devolução. O setor de comunicações estará apto a prestar quaisquer esclarecimentos sobre o serviço que acabou de ser executado, através da leitura da ordem de serviço eletrônica pelo plantonista. Ao encarregado restará apenas passar recibo nos documentos, o que poderá ser feito rapidamente através do sistema de informações existente, através do confronto online das ordens de requisição e das ordens de devolução, antes de sua saída para novo serviço.
  - e) No início do expediente, antes que encarregado saia para o outro serviço, o escritório, já tendo conferido sua ordem de serviço, entrega-lhe, já preenchidos, os documentos, os quais são posteriormente, conferidos e revisados pela chefia.
  - f) Ainda no início do expediente, enquanto se processa a devolução ao depósito, e a competente formalização dos documentos em sistema, o escritório com os dados fornecidos pelas ordens de serviço eletrônicas, preenchem os boletins de apropriação e custo e o cadista lança o cadastro atualizado em arquivo próprio.
  - g) Após a conclusão e processamento da documentação, essa é anexada aos boletins de apropriação e custo, e aos croquis correspondentes, sendo entregues a chefia para apreciação final, dando-se por concluída a obra. A documentação é então encaminhada ao sistema de controle.

A rotina aqui descrita minimiza o atraso na conclusão das obras e facilita o seu controle por que:

- Atribui, exclusivamente, a servidores capacitados a retirada de materiais e equipamentos.
- Evita grandes devoluções e atraso em serviço que, por sua natureza, devem ser executados o mais rapidamente possível, em face da retirada adequada dos materiais e equipamentos.
- Evita o aparecimento de estoques reduzidos de materiais que, de fato, não serão utilizados, em virtude da devolução imediata.
- A cada retirada de material deve corresponder uma ordem de requisição eletrônica, numerada, sendo uma das quais é enviada ao almoxarifado e outra ao setor de comunicação. Caso a formalização do processo de requisição não seja concluído até determinado horário do dia subsequente o sistema deverá emitir um alerta de controle. A formalização da ordem de requisição deve ser feita através de documento eletrônico emitido exclusivamente pela chefia. Esse procedimento faz com que todo servidor que proceda à retirada de material, fique ciente de que a chefia toma conhecimento da retirada e verifica a adequação da retirada e o seu emprego no campo. As iniciativas dos encarregados (característica da descentralização) sofrem, contudo, um oportuno controle, na ocasião adequada. Além disso, qualquer iniciativa contrária às diretrizes da chefia, pode ser identificada a tempo e corrigida.

### 7.3 INDICADORES DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O desenvolvimento urbano tem causado ao longo dos anos grandes alterações nas características originais das cidades brasileiras. Como consequência disto, a gestão urbana tornou-se um tema bastante discutido e com relevante importância na minimização dos efeitos do desenvolvimento desordenado.

Em virtude das constantes alterações do ambiente urbano, a adequada gestão necessita de monitoramento constante de modo a garantir o controle das intervenções realizadas sobre o meio.

Assim, a busca por ferramentas que traduzam o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e execução de ações, monitoramento das condições urbanas e sociais, assim como avaliação de programas e projetos.

Neste contexto, os indicadores representam uma forma de avaliar a quantidade e qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana.

O Município de São Paulo sofre continuamente com os problemas relacionados às inundações, destacando-se o aumento dos índices de congestionamento, o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica e os prejuízos de perdas materiais e humanas.

Os indicadores de desempenho do sistema de drenagem apresentam grande potencialidade para auxiliar as entidades envolvidas no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas. Deste modo, é essencial para a adequada gestão das águas pluviais do Município a definição de indicadores urbanos que identifiquem o comportamento do sistema de drenagem, possibilitando, desta forma, a avaliação e o acompanhamento dos programas de drenagem por bacia hidrográfica.

Na construção de um sistema de indicadores, é importante que se estabeleçam os critérios e métodos de forma coerente com os objetivos pretendidos para que a escolha seja adequada.

Na bibliografia foram encontrados alguns critérios de avaliação para a seleção de indicadores<sup>1</sup>, conforme segue:

- Acessibilidade dos dados: facilidade ao acesso dos dados referentes ao indicador;
- Clareza na comunicação: permitir uma rápida compreensão e aceitação pelos usuários;
- Relevância: refletir algo básico e fundamental para descrever o fenômeno monitorado;
- Amplitude geográfica: ser sensível à mudança no espaço;
- Padronização: maior a possibilidade de comparar uma realidade com as demais;
- Preditividade: avisar antecipadamente os problemas antes que os mesmos se tornem de difícil solução;
- Pró-Atividade: mostrar o que vem dando certo de forma a motivar;
- Sensibilidade temporal: mostrar mudanças e tendências ao longo do tempo;
- Definição de metas: permitir o estabelecimento de metas a serem alcançadas;
- Confiabilidade da fonte: possuir uma ou mais fontes de dados de confiança;
- Capacidade de síntese: transmitir rapidamente uma informação, permitindo acesso aos detalhes, se necessário.

1 Miranda, A. Princípios Específicos e Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, Santa Catarina, 2003.

Este texto tem como objetivo apresentar os indicadores de desempenho para que o Município de São Paulo possua uma ferramenta eficiente para avaliar o funcionamento do sistema de drenagem, acompanhar a elaboração e a eficácia dos programas e projetos de drenagem, assim como definir prioridades de investimentos no setor.

### 7.3.1 Indicadores para o sistema de drenagem do Município de São Paulo

O acompanhamento das ações do Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais (PMAPSP) e dos programas de drenagem deve ser realizado tendo em vista o planejamento e o aprimoramento das medidas adotadas. Neste enfoque, a utilização dos indicadores de desempenho da drenagem pode ser uma boa ferramenta de análise para verificação da eficiência e eficácia do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais. Este capítulo apresenta uma síntese dos indicadores de desempenho da drenagem urbana que se mostram mais vantajosos para o Município de São Paulo.

É importante sempre lembrar que o número de indicadores precisa ser revisado continuamente com a inclusão de novos, retirada de outros ou mesmo reformulações para atender às expectativas do gerenciamento da drenagem urbana, portanto trabalhos contínuos devem ser realizados para consolidar os indicadores à medida que novos dados são gerados, sejam pela utilização dos próprios indicadores ou por meio de monitoramentos realizados, os quais darão um panorama dos problemas e características do sistema de drenagem.

Por meio de cursos de capacitação e de avaliação continuada aos prestadores de serviços de drenagem urbana, os resultados estarão mais focados ao que realmente interessa, beneficiando os usuários, ou seja, a população, o que será evidenciado pela melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e da sociedade.

Na **Tabela 7.4** são apresentados os indicadores considerados adequados para avaliação e acompanhamento de desempenho do sistema de drenagem urbana do Município de São Paulo.

**Tabela 7.4** - Indicadores de desempenho do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais para o Município de São Paulo

Campo de análise	Indicador	Unidade de medida
Estratégico	Autossuficiência financeira com a coleta de águas pluviais	%
	Índice de produtividade da força de trabalho com atuação no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais	empregados/hab
Operacional	Índice de atendimento urbano de águas pluviais	%
Grau de permeabilidade do solo	Taxa de crescimento da população	%
	Nível de urbanização	%
	Nível de áreas verdes urbanas	m <sup>2</sup> /habitante
	Proporção de área construída ou impermeabilizada	%
Gestão da drenagem urbana	Taxa de incremento de vazões máximas	%
	Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem	ocorrências/ano
	Existência de instrumentos para o planejamento governamental (planos e programas de drenagem)	S/N
	Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o plano de drenagem	Participantes /segmento
	Cadastro de rede existente	S/N ou %

continua



Campo de análise	Indicador	Unidade de medida
Abrangência do sistema de drenagem	Cobertura do sistema de drenagem superficial	%
	Cobertura do sistema de drenagem subterrânea	%
	Investimento per capita em drenagem urbana	R\$/habitante
	Implantação dos programas de drenagem	Valor investido (R\$) ou %
Avaliação do serviço de drenagem pluvial	Limpeza e desobstrução de galerias	m <sup>3</sup> /ano ou km de galerias limpas e inspecionadas
	Limpeza e desobstrução de canais	m <sup>3</sup> /ano ou km de canais limpos / km total de canais
	Limpeza e desobstrução de bocas de lobo	m <sup>3</sup> /ano ou n <sup>o</sup> de bocas de lobo limpas / no total de bocas de lobo
	Limpeza de reservatórios	m <sup>3</sup> /ano ou n <sup>o</sup> de reservatórios limpos / no total de reservatórios
Gestão de eventos hidrológicos extremos	Incidência de alagamentos no Município	eventos/ano
	Estações de monitoramento quantitativo e qualitativo	n <sup>o</sup> estações/km
Interferências à eficácia do sistema de drenagem	Cobertura de serviços de coleta de resíduos sólidos	%
	Proporção de vias atendidas por varrição ao menos 2 vezes por semana	%
	Existência de canais e galerias com interferências de outros sistemas da infraestrutura urbana	obstruções/km
Aplicação de novas tecnologias	Implantação de medidas estruturais sustentáveis	R\$
	Cursos de especialização, treinamento e capacitação de técnicos	n <sup>o</sup> de cursos/ano
Salubridade ambiental	Proporção da população exposta a roedores e animais nocivos	%
	Proporção de ruas sujeitas a inundações provocadas por drenagem inadequada	%
	Incidência de pessoas em contato com esgoto e resíduo sólido	%
	Incidência de leptospirose e outras moléstias de veiculação hídrica	%

Os indicadores selecionados serão úteis para auxiliar o processo de gestão da drenagem urbana do Município, através de sua aplicabilidade na avaliação e acompanhamento dos planos, programas, projetos e outras medidas de controle da drenagem.

Ressalta-se que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros a eles intrínsecos, assim sendo, a representatividade do indicador estará relacionada à confiabilidade dos dados utilizados.

A escolha dos indicadores irá se aperfeiçoar com o tempo e a experiência adquirida, a princípio recomenda-se adotar uma quantidade limitada de indicadores, os quais poderiam ser denominados como indicadores “chaves” e ir aumentando a sua quantidade gradativamente, o que demandará mais informações, mas que trarão resultados mais abrangentes e confiáveis do desempenho institucional.

A participação dos representantes envolvidos com a drenagem urbana do Município é primordial para a formação de um grupo, o qual escolherá os indicadores passíveis de monitoramento e que serão pertinentes para a avaliação do sistema.

Apresenta-se a seguir o equacionamento e parâmetros inclusos nas equações para obtenção dos indicadores de desempenho do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais do Município.

Os indicadores propostos para o acompanhamento da gestão da drenagem urbana e manejo das águas pluviais do Município foram divididos em oito campos de análise, sendo eles: grau de impermeabilização do solo, gestão da drenagem urbana, abrangência do sistema de drenagem, avaliação do serviço de drenagem pluvial, gestão de eventos hidrológicos extremos, interferências à eficácia do sistema de drenagem, aplicação de novas tecnologias e salubridade ambiental.

Para fins práticos, os indicadores para o sistema de drenagem e manejo das águas pluviais foram identificados através da sigla de IMAP – Indicadores de Manejo de Águas Pluviais.

### Indicadores Estratégicos

Estes indicadores fornecem informações sobre os efeitos da ação dos tomadores de decisão e as suas causas a nível organizacional.

- IMAP<sub>1</sub>: Autossuficiência financeira com a coleta de águas pluviais

$$IMAP_1 = \frac{\text{receita arrecadada com a coleta de esgotos pluviais}}{\text{despesa total com a coleta de esgotos pluviais}} \quad (\text{R\$/ano})$$

- IMAP<sub>2</sub>: Índice de produtividade da força de trabalho para a coleta de esgotos pluviais

$$IMAP_2 = \frac{\text{quantidade de empregados}}{\text{população total do município operado com a coleta de esgotos pluviais}} \quad (\text{empregados/hab.})$$

### Indicadores Operacionais

Este indicador fornece informações sobre a cobertura dos serviços prestados.

- IMAP<sub>3</sub>: Índice de atendimento urbano de águas pluviais

$$IMAP_3 = \frac{\text{população atendida declarada com a coleta de esgotos pluviais}}{\text{população total do município operado com a coleta de esgotos pluviais}} \quad (\%)$$

### Grau de Impermeabilização do Solo

Estes indicadores fornecem informações sobre as modificações do ambiente urbano devido ao processo de urbanização. Este campo de análise será representado pelos indicadores a seguir.

- IMAP<sub>4</sub>: Taxa de crescimento da população urbana – utiliza dados censitários (%).
- IMAP<sub>5</sub>: Nível de urbanização – obtido através da equação:

$$IMAP_5 = \frac{\text{população urbana}}{\text{população total}} \quad (\%)$$

- $IMAP_6$ : Nível de áreas verdes urbanas – obtido através da equação:

$$IMAP_6 = \frac{\text{áreas verdes}}{\text{população urbana}} \text{ (m}^2\text{/habitante)}$$

- $IMAP_7$ : Proporção de área impermeabilizada – obtido através da equação:

$$IMAP_7 = \frac{\text{áreas impermeabilizada}}{\text{área total}} \text{ (%)}$$

- $IMAP_8$ : Taxa de incremento de vazões máximas:

$$IMAP_8 = \frac{\text{vazão máxima antes}}{\text{vazão máxima depois}} \text{ (%)}$$

### Gestão da Drenagem Urbana

A eficiência da gestão do sistema de drenagem poderá ser avaliada em função dos seguintes indicadores:

- $IMAP_9$ : Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_9 = \frac{\text{número de reclamações}}{\text{período de tempo de analisado}} \text{ (ocorrências/ano)}$$

- $IMAP_{10}$ : Existência de programas de drenagem – este indicador representa um importante dado para a gestão do manejo das águas pluviais podendo ser simplesmente avaliado pela sua existência ou não.
- $IMAP_{11}$ : Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o plano de drenagem.

$$IMAP_{11} = \frac{\text{número de participantes}}{\text{número de segmentos}} \text{ (participantes/segmento)}$$

- $IMAP_{12}$ : Cadastro de rede existente – este indicador pode ser avaliado através da equação:

$$IMAP_{12} = \frac{\text{extensão de rede cadastrada}}{\text{extensão de rede estimada}} \text{ (%)}$$

### Abrangência do Sistema de Drenagem

O campo de análise da abrangência do sistema de drenagem visa avaliar os avanços obtidos através da implantação e cobertura do sistema. Para isto são sugeridos os seguintes indicadores:

- IMAP<sub>13</sub>: Cobertura do sistema de drenagem superficial

$$IMAP_{13} = \frac{\text{área (ou extensão) beneficiada com sistema de drenagem superficial}}{\text{área total do município}} \quad (\%)$$

- IMAP<sub>14</sub>: Cobertura do sistema de drenagem subterrânea

$$IMAP_{14} = \frac{\text{área (ou extensão) beneficiada com sistema de drenagem subterrânea}}{\text{área total do município}} \quad (\%)$$

- IMAP<sub>15</sub>: Investimento per capita em drenagem urbana

$$IMAP_{15} = \frac{\text{valor investido em drenagem}}{\text{população total}} \quad (\text{R\$/habitante/ano})$$

- IMAP<sub>16</sub>: Implantação dos programas de drenagem

$$IMAP_{16.1} = \% \text{ executada de medidas} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{16.2} = \frac{\text{número de medidas executadas}}{\text{número de medidas previstas}} \quad (\%)$$

### Avaliação do Serviço de Drenagem Pluvial

Este campo de análise avalia os serviços de inspeção, limpeza e manutenção dos seguintes elementos do sistema de drenagem: bocas de lobo, reservatórios, sistema de microdrenagem e sistema de macrodrenagem. Assim sendo, os indicadores a seguir são sugeridos:

*Bocas de lobo:*

- IMAP<sub>17</sub>: Inspeção de bocas de lobo:

$$IMAP_{17.1} = \frac{\text{número de bocas de lobo inspecionadas}}{\text{número de bocas de lobo existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{17.2} = \frac{\text{número de inspeções em cada boca de lobo}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{inspeções/ano})$$

- $IMAP_{18}$ : Limpeza de bocas de lobo:

$$IMAP_{18.1} = \frac{\text{número de bocas de lobo limpas}}{\text{número de bocas de lobo existentes}} (\%)$$

e

$$IMAP_{18.2} = \frac{\text{número de limpezas em cada boca de lobo}}{\text{período de tempo analisado}} \text{ (limpezas/ano)}$$

- $IMAP_{19}$ : Manutenção de bocas de lobo:

$$IMAP_{19.1} = \frac{\text{número de bocas de lobo com manutenção}}{\text{número de bocas de lobo existentes}} (\%)$$

e

$$IMAP_{19.2} = \frac{\text{número de manutenções em cada boca de lobo}}{\text{período de tempo analisado}} \text{ (manutenções/ano)}$$

Reservatórios:

- $IMAP_{20}$ : Inspeção de reservatórios:

$$IMAP_{20.1} = \frac{\text{número de reservatórios inspecionados}}{\text{número de reservatórios existentes}} (\%)$$

e

$$IMAP_{20.2} = \frac{\text{número de inspeções em cada reservatório}}{\text{período de tempo analisado}} \text{ (inspeções/ano)}$$

- $IMAP_{21}$ : Limpeza de reservatórios:

$$IMAP_{21.1} = \frac{\text{número de reservatórios limpos}}{\text{número de reservatórios existentes}} (\%)$$

e

$$IMAP_{21.2} = \frac{\text{número de limpezas em cada reservatório}}{\text{período de tempo analisado}} \text{ (limpezas/ano)}$$

- $IMAP_{22}$ : Manutenção de reservatórios:

$$IMAP_{22.1} = \frac{\text{número de reservatórios com manutenção}}{\text{número de reservatórios existentes}} (\%)$$

e

$$IMAP_{22.2} = \frac{\text{número de manutenções em cada reservatório}}{\text{período de tempo analisado}} \text{ (manutenções/ano)}$$

*Sistema de Microdrenagem:*

- IMAP<sub>23</sub>: Inspeção do sistema de microdrenagem:

$$IMAP_{23.1} = \frac{\text{quilômetros de galerias inspecionadas}}{\text{quilômetros de galerias existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{23.2} = \frac{\text{quilômetros de galerias inspecionadas}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

- IMAP<sub>24</sub>: Limpeza da microdrenagem:

$$IMAP_{24.1} = \frac{\text{quilômetros de galerias limpas}}{\text{quilômetros de galerias existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{24.2} = \frac{\text{quilômetros de galerias limpas}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

- IMAP<sub>25</sub>: Manutenção da microdrenagem:

$$IMAP_{25.1} = \frac{\text{quilômetros de galerias com manutenção}}{\text{quilômetros de galerias existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{25.2} = \frac{\text{quilômetros de galerias com manutenção}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

*Sistema de Macrodrenagem:*

- IMAP<sub>26</sub>: Inspeção do sistema de macrodrenagem:

$$IMAP_{26.1} = \frac{\text{quilômetros de canais inspecionados}}{\text{quilômetros de canais existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{26.2} = \frac{\text{quilômetros de canais inspecionados}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

- IMAP<sub>27</sub>: Limpeza da macrodrenagem:

$$IMAP_{27.1} = \frac{\text{quilômetros de canais limpos}}{\text{quilômetros de canais existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{27.2} = \frac{\text{quilômetros de canais limpos}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

- $IMAP_{28}$ : Manutenção da macrodrenagem:

$$IMAP_{28.1} = \frac{\text{quilômetros de canais com manutenção}}{\text{quilômetros de canais existentes}} \quad (\%)$$

e

$$IMAP_{28.2} = \frac{\text{quilômetros de canais com manutenção}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{km/ano})$$

### Gestão de Eventos Hidrológicos Extremos

Este campo de análise avalia a ocorrência dos pontos de inundação e a existência de estações de monitoramento do sistema de drenagem. Os seguintes indicadores são sugeridos:

- $IMAP_{29}$ : Incidência de alagamentos no Município – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{29.1} = \frac{\text{número de pontos inundados}}{\text{período de tempo}} \quad (\text{pontos inundados/ano})$$

$$IMAP_{29.2} = \frac{\text{frequência de ocorrências de cada pto inundado}}{\text{período de tempo}} \quad (\text{ocorrências/ano})$$

$$IMAP_{29.3} = \frac{\text{número de domicílios atingidos por inundação no ano}}{\text{período de tempo}} \quad (\text{domicílios/ano})$$

$$IMAP_{29.4} = \frac{\text{extensão de ruas inundadas no ano}}{\text{período de tempo}} \quad (\text{extensão/ano})$$

$$IMAP_{29.5} = \frac{\text{número de dias com inundação no anos}}{\text{período de tempo}} \quad (\text{dias/ano})$$

- $IMAP_{30}$ : Estações de monitoramento – este indicador deve ser subdividido em função dos seguintes tipos de monitoramento:

- $IMAP_{30.1}$ : Estações Pluviométricas:

$$IMAP_{30.1} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{área da bacia de contribuição}} \quad (\text{unidades/km}^2)$$

- $IMAP_{30.2}$ : Estações Fluviométricas:

$$IMAP_{30.2} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quilometragem de canal da macrodrenagem}} \quad (\text{unidades/km})$$

- $IMAP_{30.3}$ : Reservatórios de amortecimento com monitoramento:

$$IMAP_{30.3} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quantidade de reservatórios existentes}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{30.4}$ : Monitoramento de qualidade da água pontual:

$$IMAP_{30.4.1} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quilômetros de canal da macrodrenagem}} \quad (\text{unidades/km})$$

$$IMAP_{30.4.2} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quantidade de reservatórios existentes}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{30.5}$ : Monitoramento de qualidade da água difusa com amostradores automáticos:

$$IMAP_{30.5.1} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quilômetros de canal da macrodrenagem}} \quad (\text{unidades/km})$$

$$IMAP_{30.5.2} = \frac{\text{unidades existentes}}{\text{quantidade de reservatórios existentes}} \quad (\%)$$

### Interferências à Eficácia do Sistema de Drenagem

Este campo de análise avalia as interferências sobre o sistema de drenagem em virtude de outros setores do sistema de saneamento.

- $IMAP_{31}$ : Cobertura de serviços de coleta de resíduos sólidos – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{31} = \frac{\text{número ruas com coleta de resíduo sólido}}{\text{número de ruas totais}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{32}$ : Vias atendidas por varrição ao menos duas vezes por semana – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{32} = \frac{\text{número ruas atendidas}}{\text{número de ruas totais}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{33}$ : Existência de canais e galerias com interferências com outras infraestruturas – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{33} = \frac{\text{extensão da rede com canais e galerias com interferências}}{\text{extensão total da rede}} \quad (\text{obstruções/km})$$



### Aplicação de Novas Tecnologias

Este campo de análise avalia a implantação de tecnologias avançadas para o sistema de drenagem. Os indicadores sugeridos são:

- $IMAP_{34}$ : Cursos de especialização, treinamento e capacitação de técnicos – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{34} = \frac{\text{número de cursos realizados}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{cursos/ano})$$

- $IMAP_{35}$ : Implantação de medidas de controle, as chamadas BMPs – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{35} = \frac{\text{valor investido}}{\text{período de tempo analisado}} \quad (\text{R\$/ano})$$

### Salubridade Ambiental

Este campo de análise avalia os impactos sobre a qualidade da água dos corpos receptores e da população devido às interferências do sistema de drenagem. Os indicadores sugeridos são:

- $IMAP_{36}$ : Incidência de leptospirose – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{36} = \frac{\text{número de habitantes com leptospirose}}{\text{número total de habitantes}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{37}$ : Incidência de outras doenças de veiculação hídrica – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{37} = \frac{\text{número de habitantes com doenças de veiculação hídrica}}{\text{número total de habitantes}} \quad (\%)$$

- $IMAP_{38}$ : Incidência da carga difusa sobre a qualidade da água do corpo receptor – este indicador será obtido através da equação:

$$IMAP_{38} = \frac{\text{carga poluente veiculada pelo sistema de drenagem}}{\text{carga poluente em tempo seco}} \quad (\%)$$

Os indicadores são índices que traduzem de modo sintético a evolução do desempenho do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais e, deste modo, são capazes de auxiliar o processo de gestão através de sua aplicabilidade na avaliação e acompanhamento dos planos, programas, projetos e outras medidas de controle da drenagem.

Mais uma vez cabe destacar que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros intrínsecos aos mesmos, assim sendo, a representatividade do indicador estará relacionada à confiabilidade dos dados utilizados.





# 8. A CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E A COMUNICAÇÃO SOCIAL



## 8.1 CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

O objetivo de um programa de capacitação é preparar indivíduos, organizações e sistemas para desempenhar funções apropriadas de maneira eficiente, eficaz e sustentável. É um processo através do qual se desenvolvem habilidades para resolver problemas, definir e alcançar objetivos, entender e lidar com as necessidades de um determinado contexto de maneira sustentável. Envolve a atualização contínua<sup>1</sup> e o desenvolvimento de profissionais para equipá-los com percepção da necessidade de acessar informações relevantes, com conhecimento e treinamento para uma atuação eficiente. Envolve ainda o desenvolvimento de organizações para o estabelecimento das estruturas de gestão, dos processos e procedimentos, não apenas dentro delas, mas também para a construção de relações com outras organizações, tanto do setor público quanto do privado e com a sociedade civil. Por fim, envolve o desenvolvimento institucional e de um marco legal que possibilite que sejam feitas as modificações necessárias para garantir intervenções mais eficazes, além de fornecer elementos para que os profissionais se posicionem sempre que for necessário justificar sua atuação perante a sociedade.

A Capacitação de Recursos Humanos em drenagem urbana deve capacitar profissionais e organizações para conceber, dimensionar e gerir sistemas de drenagem de águas pluviais e enfrentar os enormes desafios impostos pelo crescimento acelerado da ocupação no espaço urbano, com foco especial nas bacias hidrográficas. Este crescimento, isolado de instrumentos reguladores, tende a provocar insustentabilidade dos sistemas convencionais de micro e macrodrenagem perante eventos extremos, como inundações e suas consequências. Trata-se, portanto, de um programa de capacitação que traz conceitos inovadores já que os problemas que os profissionais e as organizações enfrentam vêm se multiplicando e tomando novas proporções.

### *Diretrizes para a capacitação de recursos humanos em drenagem urbana*

As diretrizes quanto aos temas principais para a Capacitação de Recursos Humanos em drenagem urbana compreendem a Atualização em Gerenciamento, Manutenção, Operação e Tecnologia de Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, bem como a Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais em Manejo Sustentável de Águas Pluviais. Essas diretrizes estão enunciadas nos tópicos a seguir.

- **O Gerenciamento** de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais e a busca do desenvolvimento sustentável deve ser tema central da Capacitação de Recursos Humanos e envolver conceitos essenciais para uma atuação coerente.
- **Noções de planejamento, operacionalização e avaliação** do desempenho de sistemas de drenagem urbana, focalizando o apoio de sistemas de suporte a decisões e suas ferramentas de análise de dados e informações.
- **Gerenciamento integrado da drenagem de águas pluviais**, abordada através do conhecimento da legislação vigente e de seus instrumentos de gestão, da política e da interface entre

<sup>1</sup> Ideias compartilhadas por organizações envolvidas em capacitação de recursos humanos. Um exemplo: IIEP International Institute for Educational Planning 'Guidebook for Planning Education in Emergencies and Reconstruction', Capítulo 3 Capacity Building, UNESCO Paris, 2006. Disponível em: <http://www.unesco.org/iiep/eng/focus/emergency/guidebook/chapter3.pdf>. Acesso em 22/08/2011.

planos, arranjos institucionais e articulações entre organizações para o planejamento integrado, sobretudo de saneamento básico, recursos hídricos, planejamento urbano e uso e ocupação do solo, meio ambiente, resíduos sólidos, saúde e educação. O gerenciamento integrado exige a cooperação entre instituições, organizações públicas em seus vários níveis de decisão e atuação, o setor privado, a comunidade acadêmica e pesquisadores e a sociedade civil. O uso sustentado dos recursos, a abordagem multisetorial e a prioridade para as medidas não demanda, são estratégias básicas no gerenciamento integrado.

- **Tomada de decisões** em processos descentralizados, da qual participam profissionais das agências provedoras de serviços de água urbana, do governo local e do poder público em geral, da sociedade civil organizada, de moradores e representantes do setor privado. Os Comitês de Bacias Hidrográficas são, por excelência, o foro para o gerenciamento integrado, descentralizado e compartilhado. Outros foros, em outros níveis de decisão, devem facilitar a tomada de decisões pelos vários grupos com interesse na operação sustentada de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais.
- **Adoção de um processo sistemático** de melhorias em políticas e práticas de gestão, assim como nos arranjos institucionais, fundamentada no entendimento de que o gerenciamento deve ser mais flexível para lidar com incertezas e surpresas.
- **Governança da Água**, inspirada pelo reconhecimento de que, em geral, a inoperância de sistemas de água urbana e seus serviços não são apenas de ordem técnica ou devido a causas naturais, mas também devido a problemas de ordem social e política. São estes também os problemas que a noção de governança da água propõe atacar, levando à indagação de quais valores e fins são atendidos pelas intervenções e sugerindo estratégias como o gerenciamento integrado, adaptativo e compartilhado tendo em vista a durabilidade das obras implantadas, a sustentabilidade dos serviços que oferecem e a equidade social.
- **Manutenção, operação e tecnologia de sistemas de drenagem e manejo**, tópicos definidos e abordados em seus aspectos técnicos – físicos, descrevendo seus objetivos, suas características além de exemplos concretos em áreas urbanas. Descrevem ainda os aspectos sociopolíticos que podem contribuir para maximizar os benefícios das soluções técnicas.
- **Situação atual e tendências para a manutenção, operação e desenvolvimento de tecnologia de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais**, abordando o diagnóstico do desempenho de sistemas de drenagem natural e de sistemas construídos, em geral e nas bacias hidrográficas foco da atuação municipal. Aborda, ainda, a reflexão sobre as tendências que se delineiam como exigência imposta pela necessidade de atenuar os problemas verificados. A gestão integrada, compartilhada e adaptativa deve ser levada em consideração nesta discussão assim como a visão de longo prazo e da racionalização do uso de recursos financeiros e da busca do envolvimento e do apoio da sociedade civil.
- **Medidas estruturais e não estruturais**, abordando os aspectos característicos desses enfoques: vantagens e desvantagens em termos econômicos, de impacto, de soluções que oferecem quanto à durabilidade dos sistemas e a sustentabilidade dos serviços em cada uma dessas opções. A discussão deste tópico deve levar à reflexão sobre as possibilidades de medidas estruturais sustentáveis e não estruturais nas bacias hidrográficas. A convivência com os eventos críticos é componente importante nessa discussão.

### *Metodologia da capacitação de recursos humanos*

**A metodologia da capacitação e atualização de recursos humanos propõe** combinar sessões expositivas e processos de aprendizagem participativa. **A aprendizagem participativa** em programas de capacitação e atualização considera os 'alunos' como participantes que criam, planejam e organizam maneiras de internalizar novos conhecimentos. A capacitação participativa facilita o reconhecimento e a valorização do saber atual das pessoas, encorajando-as a participar de seu próprio processo de aprendizagem. Ela também incorpora, em cada sessão, aulas por palestrantes / docentes especializados no tema em discussão. O reconhecimento do saber dos participantes os estimula a buscar novos conhecimentos, o que favorece a apresentação, pelos especialistas, sobre o tema. Estimula-os, também, a desenvolver estratégias para aplicar esses novos conhecimentos e a mudar situações inaceitáveis.

**O grupo alvo da capacitação inclui profissionais de vários níveis de decisão, sobretudo das Secretarias Municipais e Subprefeituras.** Esta orientação proporciona não só a integração como também o apoio de diretores e gerentes para a implantação na prática profissional dos novos conceitos aprendidos. Os profissionais que ocupam cargos de direção e gerência exercem grande influência na implantação de atividades. Para isso, a orientação é que haja compromisso, especialmente daqueles que ocupam cargos de direção e gerência, para a participação e a convocação de profissionais dos vários níveis e setores e que todos se comprometam com a capacitação. Por outro lado, como se planeja exercer o gerenciamento integrado entre os vários setores de atuação fundamental para a drenagem e o manejo de águas pluviais, é importante que se incorporem aos programas de capacitação os representantes desses outros setores, assim como participantes externos à esfera pública. Estes são aqueles que fazem a intermediação entre o setor público e a comunidade civil, prestando importante serviço a ambos e muitas vezes garantindo a continuidade da implantação de planos e programas. Daí a importância de seu envolvimento nos programas de capacitação.

Ainda que seja este um tema de interesse reconhecidamente prioritário para os profissionais de atuação técnica, é importante que profissionais de formação em Ciências Sociais envolvidos direta ou indiretamente com o manejo de águas pluviais possam participar. O envolvimento desses profissionais traz a oportunidade de discutir a relação entre aspectos técnico-científicos e sociopolíticos do manejo de águas pluviais. São discussões que abrem o espaço para compreender a responsabilidade e a contribuição da sociedade civil no enfrentamento dos desafios. Sua contribuição durante a capacitação é importante para a operacionalização de estratégias inovadoras, onde a componente do envolvimento de moradores, comerciantes e empresários é crucial para a sustentabilidade e durabilidade das intervenções, inclusive para poder conviver com a água, em contraposição à visão tradicional de afastar a água a qualquer custo.

**Sessões do tipo oficinas que usam** técnicas participativas facilitam as discussões em conversas estruturadas. Na oficina os participantes trabalham em grupos, processando suas experiências e os conceitos expostos por especialistas.

**As sessões dos programas de capacitação acontecem fora do local de trabalho.** Isso se justifica pela necessidade de concentração e dedicação em horas continuadas, atendendo a linha de condução da aprendizagem participativa. Por outro lado, como se pretende reunir representantes de várias organizações, um único local 'neutro' a todos permite uma participação mais igualitária.

**Aprender fazendo** é uma das técnicas das mais eficazes para a capacitação, sobretudo em situações complexas como os desafios encontrados nas bacias hidrográficas de complexidade equivalente às localizadas no Município de São Paulo<sup>2</sup>. Nesses casos, exercícios de simulação contribuem para a refle-

2 Exemplo que oferece o 'Emergency Capacity Building Project – A collaborative effort of the Inter-Agency Working Group on Emergency Capacity Using Simulations to Build Capacity'. Disponível em <http://www.ecbproject.org/Pool/simulations-2-pager.pdf>

xão e discussão sobre as situações reais atuais e as desejadas como grande apoio à assimilação dos novos conceitos aprendidos. Durante a capacitação, em grupos os participantes projetam o sistema de drenagem de águas pluviais levando em consideração os conceitos expostos e discutidos. Os grupos são compostos de profissionais das áreas consideradas mais 'técnicas' e das áreas consideradas mais 'sociais', de todos os níveis de decisão. Essa interação proporciona a troca de experiência, o que contribui para a aquisição do conhecimento e de habilidades e para a mudança de atitudes e a compreensão da importância do trabalho de um e outro.

**Coordenador/facilitador.** O Coordenador/a facilitador/a deve ter experiência em aprendizagem participativa de programas de capacitação e atualização de profissionais. Este 'formador' representa o papel de um facilitador durante o processo de aprendizagem e é importante que acompanhe todos os programas, dando constante apoio aos mesmos. Deve conseguir o reconhecimento dos participantes como pessoa de autoridade, não necessariamente sobre os temas, já que haverá exposições de docentes e palestrantes especialistas, mas sobre a forma de condução dos programas. Deve facilitar o processo através do qual os participantes determinam e satisfazem as suas necessidades de formação, conduzindo as sessões de maneira a favorecer a participação equilibrada de todos, orientando as discussões, resumindo os pontos de vista e contribuindo para o trabalho final. A seguir é apresentado o papel do facilitador.

### Papel do facilitador

- Encorajar todos os participantes para que tenham um envolvimento ativo nas discussões e nos trabalhos, evitando que os de maior nível de decisão tenham sempre a palavra e intimidem os demais;
- Promover um clima de cooperação;
- Adaptar as atividades de formação e os exercícios às necessidades específicas dos participantes;
- Apoiar os participantes para utilizarem todo o tempo os conhecimentos adquiridos com sua situação profissional real;
- Orientar os participantes no uso de materiais e recursos que possam precisar;
- Fazer com que os participantes se transformem em fonte de conhecimento e recursos, sem utilizá-los como especialistas que não precisam de respostas;
- Estimular que os participantes se tornem 'agentes de transformação', não importa em qual nível na escala de decisões se encontrem.

(Fonte: adaptado de IRC International Water and Sanitation Centre, Haia, Holanda *Papel do Facilitador*. Curso de Aperfeiçoamento de Formação de Formadores, CFPAS, Maputo, 2001).

**Processo contínuo de capacitação intercalado com a atividade profissional.** Esta orientação se baseia no princípio de que a interação 'capacitação-atividade profissional' favorece a reflexão sobre o conteúdo do dia dedicado à capacitação. Essa maneira permite que os profissionais dos vários níveis de decisão tenham maior possibilidade de participar da capacitação, já que sua ausência do trabalho não se dá durante vários dias seguidos.



### *Modelo de programa de capacitação e atualização em gerenciamento, manutenção, operação e tecnologia de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais*

O objetivo geral do Programa de Capacitação e Atualização em Gestão Manutenção, Operação e Tecnologia de Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais é a introdução e a discussão dos conceitos de gerenciamento, manutenção, operação e tecnologia de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais, atendendo também às demandas específicas de capacitação e/ou treinamento das Subprefeituras.

Os seus objetivos específicos são:

- Conhecer os conceitos próprios de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais;
- Analisar criticamente a manutenção, a operação e a tecnologia dos sistemas de macro e microdrenagem e manejo de águas pluviais nas bacias hidrográficas e refletir sobre as tendências futuras.
- Entender a relação dos sistemas de drenagem com o conjunto de serviços urbanos de saneamento ambiental exigido pela legislação vigente e da estrutura governamental e institucional que a sustenta.
- Entender as vantagens e desvantagens das medidas estruturais, das medidas estruturais e das medidas não estruturais, podendo discutir a viabilidade de sua implantação e operacionalização nas bacias hidrográficas, incluindo os conceitos implicados na convivência com eventos críticos.
- Conhecer o conceito de Gerenciamento Integrado, Compartilhado e Adaptativo como estratégias da Governança da Água.
- Entender os fundamentos da legislação que dá suporte à atuação profissional em sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais e as determinações legais dela decorrentes.
- Ter planejado um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais para uma bacia hidrográfica em área urbana de acordo com os conceitos expostos e discutidos durante a capacitação.

### *Atividades principais do programa de capacitação*

- Identificar um órgão coordenador e um profissional coordenador/facilitador responsável pela capacitação.
- Garantir acesso à fonte do financiamento para a capacitação e os recursos necessários para atender suas especificações.
- Garantir a alocação dos recursos financeiros necessários para gastos com:
  - Infraestrutura: local, equipamentos, refeições, eventual transporte dos participantes, crachás, diplomas, publicações de interesse, eventual material impresso.
  - Docentes e palestrantes especialistas nos temas da capacitação.
  - Divulgação da capacitação junto às entidades de interesse.
  - Outros gastos não previstos.
- Contratar docentes / palestrantes especialistas em cada um dos temas a serem tratados durante a capacitação.
- Divulgação da capacitação junto aos órgãos municipais, estaduais e não governamentais assim como junto a organizações não governamentais atuantes em questões de drenagem e manejo de águas pluviais e organizar os grupos mistos de participantes.
- Organização, pelo responsável pela capacitação, da infraestrutura necessária: local, equipamentos, refeições, transporte dos participantes e da organização da visita às bacias hidrográficas.

## Metodologia

**Sessões participativas – tipo oficina, preferencialmente sempre no mesmo dia da semana, uma vez por semana para cada turma.** A aprendizagem participativa tem como premissa que os próprios participantes são recursos importantes para a capacitação e atualização. Parte-se então do seu conhecimento prévio e as experiências diferentes de todos os participantes, em discussão coordenada, seguindo etapas consecutivas:

- Experiência prévia dos participantes com o tema. A partir de uma breve discussão, vão se 'apoderando' do tema.
- Processamento das informações, através de conversa estruturada, os participantes processam o conhecimento atual sobre o tema.
- Aula expositiva pelo docente ou palestrante especializado com apresentação do tema, trazendo os conceitos a serem aprendidos, com o uso de meios visuais que facilitem a interação.
- Aplicação, etapa em que os participantes procuram aplicar os conceitos e conhecimentos adquiridos em trabalho de grupo.

As sessões pela manhã, onde todos participam, são intercaladas por apresentações de especialistas no tema, discussões entre todos e a prática da aplicação em situações concretas. Está prevista uma visita à localidade das bacias com intervenções desenvolvidas a partir de programas ou planos.

**Trabalho final da capacitação e atualização:** Em sessão especial ao final, os participantes, em grupos, planejam um sistema ideal de drenagem e manejo de águas pluviais em base aos conceitos discutidos. Os participantes de formação e atuação 'técnica' interagem com participantes de formação e atuação 'social'. Nos grupos, orientados pelo facilitador, os participantes também definem indicadores para acompanhar o desempenho de sua atuação no sistema que planejaram.

**Processo contínuo:** Novas sessões de atualização acontecerão quando for necessário.

## Programa de capacitação de comunicadores sociais e educadores ambientais em manejo sustentável de águas pluviais

A seguir é apresentado um modelo para a condução do Programa de Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais em Manejo Sustentável de Águas Pluviais. Trata-se de sugestão para o coordenador e/ou facilitador da capacitação como guia para que o seu trabalho esteja consistente com as diretrizes do Plano Municipal de Drenagem. São incluídas também orientações quanto aos objetivos e metodologia específicos da Capacitação.

O objetivo geral desta atividade é a capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais para o trabalho com as comunidades nas questões relativas ao manejo sustentável de águas pluviais, sobretudo aquelas questões que são objeto dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental.

Os objetivos específicos que se esperam alcançar com esta capacitação é que os Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais possam:

- Entender noções básicas do manejo sustentável de águas pluviais em áreas urbanas densamente povoadas.
- Poder introduzir na sua prática de Comunicação Social e Educação Ambiental essas noções básicas do manejo sustentável de águas pluviais.
- Entender a importância das decisões tomadas pelo morador, comerciantes e empresários em seus lotes e arredores quanto às questões ambientais que afetam a água urbana e os recursos hídricos, com foco especial no manejo de águas pluviais.

- Entender que a conscientização das comunidades deve vir atrelada ao seu compromisso para intervenção em seus lotes e arredores com vistas a maximizar os benefícios da solução técnica e das medidas estruturais não estruturais eventualmente implantadas.
- Entender que moradores, comerciantes e empresários intervêm para a realização de melhorias, mas que não podem ser deixados sozinhos nessa empreitada, devendo ter apoio de profissionais e agências do setor.
- Compreender a importância do uso de técnicas inovadoras de participação e gestão compartilhada no trabalho com moradores e demais atores presentes nas bacias hidrográficas para despertar consciência crítica e compromisso com relação à evolução dos problemas ambientais em grandes centros urbanos.
- Capacitar-se no processo e nas dinâmicas participativas de engajamento de moradores, comerciantes e empresários presentes na área da bacia para atuar em seu lote e arredores, tendo em vista a implantação e a sustentabilidade das melhorias planejadas nos Programas de Bacias.

### *Atividades principais do Programa de capacitação de comunicadores sociais e educadores ambientais*

- Identificar um órgão coordenador e um profissional coordenador/facilitador responsável pela capacitação.
- Garantir acesso à fonte do financiamento para a capacitação e os recursos necessários para atender suas especificações.
- Garantir a alocação dos recursos financeiros necessários para eventuais gastos com:
  - Infraestrutura: local, equipamentos, refeições, eventual transporte dos participantes, crachás, diplomas, publicações de interesse, eventual material impresso.
  - Docentes e palestrantes especialistas nos temas da capacitação.
  - Divulgação da capacitação junto às entidades de interesse.
  - Outros gastos não previstos.
- Envolver docentes / palestrantes especialistas em cada um dos temas a serem tratados durante a capacitação.
- Divulgar a capacitação junto aos órgãos municipais, estaduais e não governamentais assim como junto a organizações não governamentais atuantes em questões de drenagem e manejo de águas pluviais e organizar os grupos mistos de participantes.
- Organizar infraestrutura necessária: local, equipamentos, refeições, transporte dos participantes e a visita à bacia hidrográfica para exercício das práticas aprendidas.

A metodologia da capacitação deve seguir as seguintes premissas:

- Sessões participativas – tipo oficina, sempre no mesmo dia da semana, uma vez por semana. A aprendizagem participativa tem como premissa que os próprios participantes são recurso importante para a capacitação. Parte-se então do seu conhecimento prévio e das diferentes experiências de todos os participantes, em discussão coordenada, seguindo etapas consecutivas:
  - Experiência prévia dos participantes com o tema que, a partir de uma breve discussão, vão se ‘apoderando’ do tema.

- Processamento das informações, através de discussão estruturada, a partir da qual os participantes processam o conhecimento atual sobre o tema.
- Aula expositiva pelo docente ou palestrante especializado, com apresentação do tema e trazendo os conceitos a serem aprendidos com o uso de meios visuais que facilitem a interação.
- Aplicação, etapa em que os participantes procuram aplicar os conceitos e conhecimentos adquiridos em trabalho de grupo.
- As sessões têm a duração de meio-dia.
- Visita à área das bacias prioritárias está prevista e deve ser planejada com antecedência para o exercício das práticas discutidas durante a capacitação.
- Os participantes deverão ter constância de participação na capacitação.
- Processo contínuo: novas sessões de atualização acontecerão quando for necessário.
- O trabalho final é a preparação, em grupos, dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, a serem implantados em bacias prioritárias do Município.

#### **Exemplo de um Programa Engajamento de Moradores: O 'MAE'**

Frequentemente, moradores, comerciantes e empresários no Município de São Paulo vêm obras hidráulicas serem implantadas em seus bairros sem que tenham qualquer participação ou mesmo conhecimento sobre elas. Sentem-se totalmente alheios e podem passar a rejeitar infraestrutura e medidas implantadas. Por outro lado, são estes mesmos atores que conhecem sua situação quanto à água urbana e tomam decisões importantes: decidem como descartar o lixo doméstico e outros resíduos sólidos; em muitos casos, decidem como se desfazer do esgoto; como usar a infraestrutura de drenagem; ou permeabilizar seus lotes, entre outras importantes decisões. Daí a importância das decisões dos moradores, comerciantes e empresários para maximizar os benefícios de medidas oficiais implantadas e, portanto, a necessidade de incluí-los no processo de gestão compartilhada. O Monitoramento para a Ação e Eficácia (MAE) apoia o envolvimento desses atores no monitoramento das condições em seu domicílio e arredores, empreendendo ação corretiva para a eficácia do funcionamento de sistemas e a sustentabilidade de obras e medidas implantadas. Trata-se da observação sistemática e contínua e eventual correção. Somente quando a situação não pode ser corrigida por ele mesmo, busca o morador o suporte dos técnicos e das autoridades locais. Estes devem conhecer e estar engajados no processo. Neste processo, os moradores, orientados pelos Educadores ambientais e os Comunicadores sociais, engajam-se através de técnicas inovadoras e passam a sentir-se parte da busca de soluções. O princípio de que 'o morador faz, mas não pode ser deixado sozinho na empreitada, devendo ter apoio de técnicos do setor' é um princípio de validade já comprovada. Em interação com técnicos (por exemplo, de órgãos do governo e das operadoras de serviços de água urbana), moradores e suas lideranças tendem a fazer a sua parte: procurar resolver o problema antes mesmo de contatar os especialistas.

## **8.2 COMUNICAÇÃO SOCIAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Esta atividade compreende quatro programas de Comunicação Social e Educação Ambiental. São programas que focalizam aspectos da água urbana que contribuem diretamente para a melhoria dos sistemas de drenagem de águas pluviais: o aumento da permeabilidade dos lotes e de áreas verdes; a redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos; a redução das ligações clan-

destinas de esgotos em sistemas de águas pluviais e a difusão de conceitos de riscos de inundação, poluição difusa e medidas de controle.

Cada um desses programas tem como fundamento a importância da integração entre os vários atores participantes da gestão da água urbana em geral e dos sistemas de drenagem de águas pluviais em particular. Representantes do governo local, como das Subprefeituras, de Secretarias Municipais além da operadora dos serviços de água urbana, são atores principais no quadro de gestores na área das bacias hidrográficas. Por outro lado, os moradores, ainda que geralmente excluídos da 'gestão formal', ou seja, da tomada de decisão pelas autoridades governamentais, também tomam decisões importantes em seus lotes e arredores. Com efeito, são eles que decidem, por exemplo, impermeabilizar ou não seus lotes; conservar ou eliminar vegetação no lote e no seu entorno; como e onde depositar o lixo doméstico e demais resíduos sólidos; pagar ou não pela execução da ligação domiciliar de esgoto ou lançar esgoto clandestinamente. Ainda que sujeitos a maior controle, outros atores como os comerciantes em seus negócios e empresários de serviços e indústrias, tomam decisões em seus lotes que afetam direta ou indiretamente os sistemas de drenagem de águas pluviais. Assim, moradores e suas lideranças, o setor privado além do governo, participam, ainda que de diferentes maneiras, na gestão da água urbana, sendo eles o principal alvo dos programas desta atividade.

Os profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental capacitados em manejo sustentável de águas pluviais desempenham importante papel junto a esses atores. São essas as forças incumbidas de trabalhar junto às comunidades para a conscientização sobre a multiplicidade de riscos de eventos críticos a que estão sujeitas e a importância de sistemas e medidas eficazes de drenagem. Além da conscientização, os profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental trabalham no sentido de garantir o compromisso dos atores para que empreendam ações corretivas, conscientizando-os para o fato que, ao empreender ações positivas que visem o interesse público estão também contribuindo para seu interesse pessoal já que: a) contribuem para a segurança da família, da residência e da atividade profissional; b) a segurança tende a trazer benefícios duradouros; c) contribuem para o uso mais racional de finanças públicas por parte do governo local que pode reverter em maior benefício para a comunidade como um todo e d) passam a entender a importância da implantação não só de obras de infraestrutura, como também de medidas não estruturais para garantir a durabilidade dos sistemas implantados e a sustentabilidade do serviço que oferecem.

### *Objetivo geral dos programas de comunicação social e educação ambiental*

O objetivo geral desta atividade é a implementação, pelos profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental, de quatro programas:

- Programa de incentivo ao aumento da permeabilidade de lotes e aumento das áreas verdes;
- Programa para a redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos;
- Programa para a redução das ligações clandestinas de esgotos em sistemas de águas pluviais;
- Programa para difusão dos conceitos de riscos de inundação, poluição difusa e medidas de controle.

Estes programas foram identificados por tratarem de alguns aspectos prioritários para o bom desempenho dos sistemas de drenagem nas bacias hidrográficas do Município. A meta a ser alcançada é, portanto, atenuar os impactos das chuvas com inundações e poluição hídrica, através da redução dos problemas onde estes são gerados: os lotes em domicílios e em áreas de comércio e indústrias e seus arredores, nas próprias comunidades.

Os programas de Comunicação Social e Educação Ambiental constroem a ponte entre os usuários dos serviços de água urbana, os órgãos de governo e demais organizações atuantes no setor, estabelecendo

um processo educativo importante para todos os grupos. Com sua contribuição, também os técnicos, a partir da compreensão da importância do papel de moradores, comerciantes e indústrias em suas comunidades e da necessidade de resolver o problema no local onde ele é gerado, iniciam um processo de conferir maior atenção às decisões tomadas pelo morador no domicílio e seus arredores e pelos demais atores presentes nos bairros afetados. Assim, os técnicos chegam a adotar uma nova postura frente à atuação desses grupos, abrindo-se para ouvi-los e discutir suas reivindicações. Isso leva a adaptar suas estratégias de intervenção com a contribuição desses novos atores, que passam a ser incluídos no processo decisório. Com isso, vão se delineando novos arranjos institucionais nas organizações de gestão da água urbana e uma rede de compartilhamento de decisões onde informações passam a ser enriquecidas com a contribuição de maior variedade de atores.

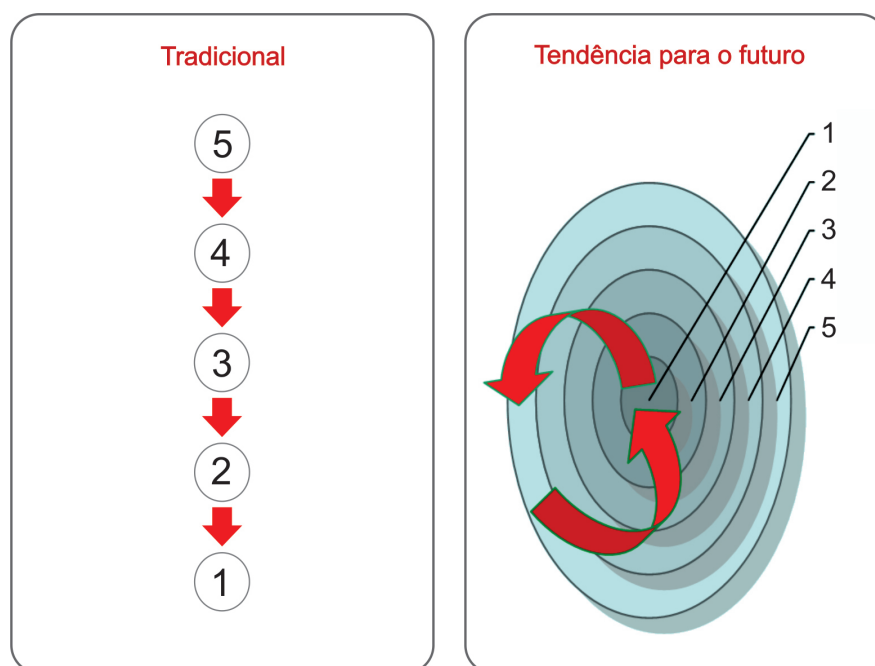
### *Diretrizes que orientam os programas de comunicação social e a educação ambiental*

- **Integração de aspectos institucionais, sociopolíticos e técnicos**  
Os profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental devem procurar sempre atuar de maneira a integrar, em sua atividade, moradores, representantes do comércio e de indústrias, com os representantes do governo local e dos setores do saneamento básico, dos recursos hídricos e dos serviços de água urbana e do planejamento urbano. Deve ficar claro aos participantes dos programas de Comunicação Social e Educação Ambiental que a não integração entre o planejamento urbano e a gestão dos sistemas de esgotos, lixo, drenagem e de recursos hídricos é causa importante da inoperância do manejo de águas pluviais e dos sistemas de drenagem.
- **A importância da participação de múltiplos atores para o sucesso dos programas**  
Para o sucesso desses programas, é muito importante que membros da comunidade sintam o interesse genuíno de técnicos e de representantes do governo local, apoiados por políticas integradoras. Existe evidência de que o morador pode atuar em prol do interesse comum, mas que não pode ser deixado sozinho nessa empreitada, como já mencionado.
- **Desenvolvimento de conhecimentos, motivação para novas atitudes e capacitação em novas habilidades para a mobilização**  
Os Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, ao promover o desenvolvimento de conhecimento sobre os temas principais de cada programa entre todos os participantes, vão motivá-los para que assumam novas atitudes compatíveis com a gestão integrada e as tendências atuais da gestão de sistemas de drenagem de águas pluviais. Promovem ainda a capacitação em novas habilidades necessárias para a implantação dos programas. Os temas relativos ao manejo de águas pluviais e sistemas de drenagem devem estar consistentes com os Programas de Manejo de Águas Pluviais.
- **Problemas devem ser resolvidos no local onde são gerados**  
As diretrizes que orientam os programas de Comunicação Social e Educação Ambiental incluem a noção de que os problemas que afetam sistemas de drenagem de águas pluviais devem ser resolvidos, de maneira geral, no local onde são gerados: a impermeabilização de lotes residenciais e outros espaços; o lançamento de lixo doméstico e demais resíduos sólidos de maneira inapropriada; as ligações irregulares de esgoto; o mau uso das soluções técnicas implantadas; o uso e ocupação irregular do solo, entre outros.
- **O enfoque de saneamento ambiental centrado no lote e seus arredores**  
Os sistemas centralizados, projetados e implantados sem a participação de todos os grupos interessados têm se mostrado insuficientes para responder aos problemas gerados em nível local

e que afetam outras esferas de decisão em nível mais alto. O enfoque de saneamento ambiental centrado no lote e seus arredores enfatiza a descentralização do espaço público mais amplo para o espaço onde se localiza o domicílio e seus arredores, onde o cidadão torna-se sujeito da ação<sup>3</sup>.

A **Figura 8.1** exemplifica este enfoque do saneamento ambiental. A visão tradicional, onde as decisões são tomadas de cima para baixo, evolui para um sistema participativo no qual ações são definidas em um processo circular onde, na medida do possível, os atores buscam o consenso.

Nesta proposta, as decisões tomadas no espaço dos domicílios e de instalações comerciais e industriais e seus arredores devem ser consideradas pelos demais níveis de decisão: governo local e estadual, comitês de bacias hidrográficas além das operadoras de serviços de água urbana. Devem, também, passar a ser parte importante das decisões 'formais', já que podem impactar o sistema de drenagem de águas pluviais, a gestão de resíduos sólidos, a operação de sistemas de abastecimento e esgotamento, sobre os quais o morador e demais atores locais têm forte poder de decisão. Trata-se então de atacar os problemas o mais próximo do domicílio e demais lotes e de seus arredores, daí a importância dos profissionais de Comunicação Social e Educação Ambiental atingirem a todos os grupos presentes na área.



#### A tomada de decisões

- 1- Domicílio, comércio, indústria e arredores
- 2- Bairro, comunidade
- 3- Autoridades locais, agências provedoras de serviços, comitês
- 4- Governo Municipal
- 5- Governo Estadual e Federal

**Figura 8.1** - O enfoque do saneamento ambiental centrado no lote

<sup>3</sup> Adaptado de SCHERTENLEIB R. e MOREL A. (2003) *The Household-Centred Environmental Sanitation Approach (HCES)*. Apresentado e publicado: 3rd World Water Forum, Kyoto, de 16 a 23 de março de 2003.

- Moradores e demais atores sociais nas comunidades tornam-se agentes de transformação  
O grupo-alvo dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental é formado por moradores e demais atores sociais presentes na área da bacia hidrográfica. Ao motivar moradores e demais atores sociais a tomar decisões que contribuam para melhorias no seu lote e arredores, os ajudam a que se transformem em agentes da solução de problemas onde estes são gerados. Entretanto, ainda que sejam atores importantes, não são eles os únicos envolvidos nos programas. Prestadores de serviço, especialistas, comerciantes, industriais também participam. São atores que, muitas vezes, se prontificam a participar do processo formal de decisão já que, ao sentir-se parte do processo decisório, valorizam a participação de representantes do governo local e das agências operadoras de serviços de água urbana e apreciam suas intervenções e a troca de ideias.

### *Metodologia dos programas de comunicação social e educação ambiental*

Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais capacitados pelo Programa de Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais em Manejo Sustentável de Águas Pluviais conduzem os Programas. Estes devem ser realizados em cada uma das bacias hidrográficas do PMAPSP. Isto se justifica pela necessidade de contextualizar o problema e a sua solução, com interação entre os atores presentes em cada bacia. Se assim não for feito, o foco do trabalho se torna abstrato e as chances de compromisso com as melhorias e medidas propostas se perdem.

É importante ressaltar que os Programas são implantados em áreas geograficamente limitadas em cada bacia, tendo em vista viabilizar o acompanhamento das transformações ocorridas naquela área. O número de áreas a serem trabalhadas depende do número de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais que coordenarão e facilitarão os processos. Estes se concentram em áreas de cada uma das bacias, de maneira a atingir o maior número possível de bairros. Para cada uma dessas áreas, seria escolhido um centro comunitário, ou escola, ou igreja ou qualquer outro local que possibilitasse as reuniões de cada uma das fases, detalhadas abaixo.

Os grupos-alvos dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental são aqueles já mencionados anteriormente: moradores, comerciantes, empresários presentes nas bacias, técnicos e demais representantes das Subprefeituras e de Secretarias com projetos na região e da operadora de serviços de abastecimento e esgotamento.

Deve haver comunicação prévia junto às autoridades locais – Subprefeituras – para a divulgação dos programas e convocação dos grupos-alvo através da mídia e cartazes ou de ações comumente usadas pelas Subprefeituras para convocação de moradores e outros atores.

Essas atividades devem ser realizadas em situação de interação face a face, em reuniões e trabalhando as dinâmicas participativas no processo objeto da Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais. Trata-se de metodologia inovadora, onde os participantes que formam o grupo-alvo dos Programas interagem na busca de soluções integradas e são motivados a empreender compromisso com as melhorias e medidas de controle. É um desafio para todos, sem dúvida, mas o que se pretende com essa metodologia é conseguir avanços consideráveis, que fogem das tradicionais medidas paliativas.

Os participantes dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental devem estar reunidos em grupos, usando local considerado ‘neutro’ na comunidade, como, por exemplo, uma escola pública, e em horário que favoreça a presença da variedade de participantes que se requer. São reuniões que usam dinâmicas participativas para a interação do grupo e a participação equitativa. De acordo com os temas



dos programas, deve ser desenvolvido material de apoio para essas atividades que, mais tarde, poderá ser transformado em folhetos para distribuição ampla.

### *Fases de Implantação dos Programas*

As atividades de cada um dos programas de Comunicação Social e Educação Ambiental são realizadas em cada uma das bacias e em quatro fases:

1. Reunião introdutória para os quatro programas.
2. Reunião de discussão de conteúdo para cada programa previsto por esta atividade do Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.
3. Dinâmicas participativas nas comunidades.
4. Compromissos assumidos e seu monitoramento.

Cada uma dessas fases está detalhada a seguir. Trata-se aqui de sugestão, já que os coordenadores da implantação das atividades poderão desenvolver cada fase de acordo com as necessidades e características locais.

#### **Fase 1 – Reunião Introdutória para os Quatro Programas**

Trata-se da reunião introdutória com os Grupos-Alvo para apresentação dos programas de comunicação social e educação ambiental em cada bacia

- Apresentação dos programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, seus objetivos, justificativas e diretrizes que os orientam.
- Apresentação e discussão das características da bacia hidrográfica em questão.
- Apresentação da metodologia.
- Apresentação dos participantes e dos facilitadores: os profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental.
- Apresentação das fases dos programas.

#### **Fase 2 – Reuniões de Discussão de Conteúdo para cada Programa Previsto**

Essas reuniões têm o intuito de trabalhar o conteúdo de cada programa por meio do desenvolvimento de conhecimentos, da troca de experiências, motivação e mobilização para atuação. Trata-se de conteúdo já trabalhado durante o Programa de Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores em Manejo Sustentável de Águas Pluviais, que assumirão a liderança dos Programas.

As reuniões seguem a sequência dos programas sendo uma reunião por programa. Serão, portanto, quatro reuniões em horários convenientes para a maioria dos participantes e de acordo com as necessidades de cada fase.

### *Programa de incentivo ao aumento de permeabilidade de lotes e das áreas verdes*

As altas taxas de impermeabilização, associadas à ocupação (regular e irregular) das áreas ribeirinhas e a generalizada impermeabilização das bacias hidrográficas do Município, são o principal foco deste programa. Neste, a atenção recai sobre duas componentes:

- Lotes onde se localizam os domicílios, comércio, indústrias e os seus arredores;
- Áreas públicas.

Os grupos-alvo das atividades de Comunicação Social e Educação Ambiental no Programa de Incentivo ao aumento da permeabilidade e de áreas verdes na área das bacias hidrográficas são os moradores e representantes do comércio e indústria locais. Atingir estes grupos é necessário, dada a importância de suas ações de impermeabilização do pavimento onde se instalam. Entretanto, também devem participar dessas atividades os representantes do governo local – Subprefeituras – e dos responsáveis pelos serviços de drenagem dada a importância de uma visão integrada para a sustentabilidade das intervenções.

O objetivo geral do programa é que contribua para o alcance de níveis mais aceitáveis de aumento da permeabilidade em áreas das bacias prioritárias e a consequente redução dos riscos de inundação, através da conscientização e mobilização de grupos de moradores, comerciantes, industriais, representantes do governo local e dos responsáveis pelos serviços de drenagem.

Os objetivos específicos a serem alcançados são:

- Discussão estruturada e guiada pelos coordenadores, para o entendimento da importância do aumento da permeabilidade visando a redução dos problemas de inundações.
- Conscientização sobre os benefícios da implantação das medidas propostas pelo Programa para a redução da impermeabilização.
- Mobilização para empreender ações corretivas.
- Disposição a contribuir para a redução da impermeabilização em seus lotes e aumento de área verde no espaço privado e no espaço público.
- Capacitar agentes para disseminarem em seu bairro as ideias discutidas.

### *Temas Propostos para o Programa de Incentivo ao Aumento da Permeabilidade e de Áreas Verdes*

Noções gerais:

- O desenvolvimento urbano, noções do impacto da urbanização sobre o sistema hídrico e suas consequências: uso e ocupação do solo, degradação de áreas ribeirinhas, ineficiência de sistemas convencionais.
- As consequências diretas da impermeabilização dos lotes residenciais e áreas ocupadas por comércio e indústrias e como esta situação contribui para a degradação ambiental e a queda da qualidade de vida.
- A legislação e a fiscalização de sua implantação.
- A necessidade de uma visão integrada e multidisciplinar.
- Medidas estruturais e não estruturais.
- Corresponsabilidade dos participantes do programa de incentivo ao aumento da permeabilidade de lotes e áreas públicas.

O papel de cada um:

- Moradores
  - Conscientizar da importância das decisões que tomam em seu domicílio e arredores que afetam diretamente os sistemas de drenagem: a impermeabilização de lotes.

- Discutir e orientar sobre as possíveis ações para o aumento da permeabilidade de lotes residenciais e de suas áreas verdes.
- Empreender as ações corretivas para reduzir a impermeabilização e o aumento de área verde em seu lote e arredores.
- O setor privado: a importância do papel de comerciantes e indústrias locais
  - Conscientizar da importância das decisões que tomam em seus lotes e que contribuem para a impermeabilização do pavimento.
  - A necessidade da contribuição junto ao governo local como incentivo ao aumento da permeabilidade de suas instalações e outros espaços.
  - Uso de pavimento permeável para estacionamento e outras medidas.
- A importância do papel de representantes do Governo Local – Subprefeituras
  - A legislação de uso e ocupação do solo e a obrigatoriedade de percentual livre para aumentar áreas verdes a médio e longo prazo.
  - Apoio de representantes do Governo Local aos moradores, comércio e indústrias locais no incentivo ao aumento da permeabilidade de lotes e instalações, em curto prazo.
  - O aumento de áreas verdes em terreno público em curto e médio prazo.
  - A instalação de pavimentos inovadores altamente permeáveis em áreas públicas e sua obrigatoriedade em instalações comerciais e industriais.
  - A recuperação em curto prazo de bocas de lobo e outros equipamentos para o escoamento de águas pluviais e sua manutenção.
  - A instalação de medidas para a condução do escoamento de primeira chuva a áreas especiais para receber a poluição difusa e tratá-la.
  - A elaboração e distribuição do Manual de Drenagem Urbana.
  - A fiscalização para coibir a ocupação de áreas ribeirinhas, encostas e topos de morros.
  - A desocupação de áreas de risco para moradores e a recuperação da vegetação original, sobretudo em áreas ribeirinhas.
  - A recuperação de locais ociosos e sua transformação em praças de áreas verdes.
- Engenheiros e técnicos de operadoras de serviços de água urbana e sua atuação junto aos demais atores sociais
  - Contribuição para intervenções na infraestrutura de drenagem dentro de uma visão integrada de gestão.
  - Priorização das novas tendências de medidas não estruturais.
  - Reconhecer a importância da disposição para discutir com moradores, comerciantes e indústrias locais e procurar implantar as medidas advindas dessas discussões.
  - Integração com o planejamento urbano e com representantes do governo local de áreas afins ao conteúdo do programa.

### *Programa para a redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos*

Diferentes fontes indicam que a produção de resíduos sólidos nos municípios densamente urbanizados chega a alcançar uma média mais de 1 quilo por habitante ao dia. O aumento da densidade popu-

lacional, sobretudo em áreas de difícil acesso para coleta combinado com o descarte irregular, compromete os sistemas de drenagem e contribui para a poluição dos cursos de água, entupimento de bueiros em áreas públicas e a inoperância de reservatórios de detenção e retenção de águas. Este Programa, como o anterior, focaliza a atenção nas bacias hidrográficas do Município, sobretudo em:

- Lotes onde se localizam os domicílios e instalações de comércio e indústria e seus arredores.
- Áreas públicas.

Tal como no programa anterior, moradores e representantes do comércio e indústria locais são os grupos-alvo por excelência das atividades de Comunicação Social e Educação Ambiental no Programa para a Redução da Disposição de Resíduos Sólidos no Sistema de Drenagem e Corpos Hídricos, na área das bacias hidrográficas. Atingir estes grupos é necessário, dada a importância de suas ações quanto à maneira como os resíduos sólidos são por eles mesmos gerados e dispostos. Os representantes do governo local devem participar dessas atividades, dada a necessidade da interação com as medidas que a Prefeitura e as Subprefeituras vêm adotando.

O objetivo geral do programa é contribuir para uma sensível redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e nos corpos hídricos na área das bacias prioritárias.

Os objetivos específicos que se pretende alcançar são:

- Grupos de moradores, comerciantes, industriais e representantes do governo local:
  - Informados sobre o papel das autoridades locais (Secretarias e Subprefeituras) quanto à coleta e disposição de resíduos sólidos.
  - Informados, discutem as possibilidades da redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos;
  - Conscientizados sobre os benefícios da implantação das medidas propostas pelo Programa para a redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos;
  - Mobilizados para empreender ações corretivas;
  - Prontos a contribuir para ações corretivas em seus lotes e nas áreas públicas pelo governo local.
- Capacitados para disseminarem em seu bairro as ideias discutidas.

### *Temas Propostos para o Programa de Redução da Disposição de Resíduos Sólidos no Sistema de Drenagem e Corpos Hídricos*

Noções gerais:

- Consequências da excessiva produção, da disposição e da coleta inadequadas de resíduos sólidos e seu impacto nos sistemas de drenagem e nos cursos de água.
- Recusar, Reduzir, Reusar, Reciclar.
- Como operam as autoridades governamentais.
- A legislação e a fiscalização de sua implantação.
- A necessidade de uma visão integrada e multidisciplinar.
- Corresponsabilidade dos participantes do Programa de redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos.

O papel de cada um:

- Os moradores em seus domicílios e arredores
  - Conscientização da importância das decisões que tomam em seu domicílio e arredores quanto à disposição de resíduos sólidos e que afetam diretamente os sistemas de drenagem e os cursos de água.
  - Discussão e orientação quanto às possíveis ações corretivas que podem empreender.
  - Empreender as ações corretivas para uma adequada disposição de resíduos sólidos.
- O setor privado: a importância do papel de comerciantes e indústrias locais
  - Conscientização da importância das decisões que tomam em seus lotes quanto à disposição de resíduos sólidos e que afetam diretamente os sistemas de drenagem e os cursos de água.
  - Prontidão para participar em ações do governo local para a redução de disposição irregular de resíduos sólidos e ações em parceria.
- A importância do papel de representantes do Governo Local – Subprefeituras
  - A capacitação de agentes municipais e fornecimento de infraestrutura para o trabalho de fiscalização quanto à disposição de resíduos sólidos por moradores, comércio e indústria e prestadoras contratadas que atuam na bacia.
  - Priorizar infraestrutura adequada de coleta e regularização do serviço; varrição de ruas e limpeza de bueiros e fiscalização de empresas contratadas quando for o caso.
  - Divulgação de dias e horários de coleta e de locais de coleta de recicláveis.
  - Compartilhar as decisões com relação ao uso e ocupação do solo para coibir assentamentos em áreas de difícil acesso para a coleta.
  - Priorizar infraestrutura de aterros sanitários em parceria com o setor privado.
  - Apoio a moradores, comércio e indústrias locais para a correta disposição de resíduos sólidos.

### *Programa para a redução das ligações cruzadas de esgotos em sistemas de águas pluviais*

As obras de saneamento, ainda que de bastante vulto, costumam alcançar níveis satisfatórios com relação à qualidade dos corpos hídricos urbanos. A eficiência das redes coletoras de esgotos para a diminuição da poluição nos cursos de água e mananciais costuma evoluir lentamente. A expansão da malha urbana, sobretudo em fundos de vale e áreas ribeirinhas, e o adensamento da ocupação do solo dificultam a expansão da rede coletora.

Também neste programa, o foco recai sobre a interação para alcançar metas de redução do lançamento de esgoto nas redes de drenagem pelas principais fontes poluidoras. Estas são, principalmente, os lotes onde se localizam os domicílios e instalações de comércio e indústria e os seus arredores.

Tal como no programa anterior, moradores e representantes do comércio e indústria locais são os grupos-alvo por excelência das atividades de Comunicação Social e Educação Ambiental no Programa para a Redução das Ligações Clandestinas de Esgotos em Sistemas de Águas Pluviais, na área das bacias hidrográficas. Atingir estes grupos é necessário, dada a importância de suas ações quanto à maneira como, em

alguns casos, decidem sobre o lançamento de esgotos em cursos de água e na rede de drenagem. Também devem participar dessas atividades representantes da agência operadora de serviços de esgotamento sanitário, dada sua atuação, e das autoridades locais, dado o trabalho que vem sendo feito pelas Subprefeituras com relação ao uso e ocupação do solo e sua fiscalização.

O objetivo geral do programa é contribuir para uma sensível redução das ligações clandestinas de esgotos em sistemas de águas pluviais na área das bacias prioritárias.

Os objetivos específicos que se pretende alcançar são:

- Grupos de moradores, comerciantes, industriais
  - Informar sobre o papel da agência operadora de serviços de esgotamento sanitário e das autoridades locais – Subprefeituras – e das possibilidades da estrutura vigente e das tendências para o futuro.
  - Informar e discutir o programa para a redução das ligações cruzadas de esgotos em sistemas de águas pluviais.
  - Conscientizar sobre os benefícios da implantação das medidas propostas pelo Programa para a redução das ligações cruzadas de esgotos em sistemas de águas pluviais.
  - Mobilizar para empreender ações corretivas.
  - Estimular a contribuir para ações corretivas em seus lotes e nas áreas públicas.
  - Capacitar para disseminar em seu bairro as ideias discutidas.
- Representantes da agência operadora de serviços de esgotamento sanitário
  - Interagir com moradores, comerciantes e industriais.
- Representantes do governo local
  - Atentar para irregularidades quanto ao uso e ocupação do solo, sobretudo em áreas ribeirinhas.
  - Atentar para ações de fiscalização e coibição.

### *Temas Propostos para o Programa para a Redução das Ligações Clandestinas de Esgotos em Sistemas de Águas Pluviais*

Noções gerais:

- Situação da coleta e tratamento de esgotos no Município de São Paulo e na bacia hidrográfica em questão.
- Consequências das ligações cruzadas de esgotos nos cursos de água e no sistema de drenagem e impacto para a saúde pública e a desvalorização imobiliária.
- Como operam as agências operadoras de serviços de esgotamento sanitário.
- A necessidade de uma visão integrada e multidisciplinar.
- Corresponsabilidade dos participantes do programa de redução das ligações clandestinas de esgotos em sistemas de águas pluviais.

O papel de cada um:

- Os moradores em seus domicílios e arredores
- Conscientização e comprometimento para a tomada de decisões para o bem comum e de seu próprio lote quanto ao lançamento de esgoto de maneira adequada.
- Empreender as ações corretivas para uma adequada disposição de resíduos sólidos.

- Preparação para disseminar essas noções em sua comunidade.
- O setor privado: a importância do papel de comerciantes e indústrias locais
- Conscientização da importância das decisões que tomam em seus lotes quanto à disposição de resíduos sólidos e que afetam diretamente os sistemas de drenagem e os cursos de água.
- Empreender ações corretivas em seus lotes e arredores.
- Participar em ações do governo local para a redução de disposição irregular de resíduos sólidos e ações em parceria.
- O poder público: a importância do papel de representantes do Governo local
- Capacitar agentes municipais para o trabalho de fiscalização quanto ao lançamento de esgotos de maneira clandestina.
- Interagir com a agência provedora de serviços de esgotamento sanitário para a consistência do apoio a moradores, instalações comerciais e industriais.
- A agência operadora de serviços de esgotamento sanitário
- Abertura institucional para trabalhar com moradores e demais atores.
- Participação e apoio aos moradores, comerciantes e industriais na discussão sobre as soluções técnicas possíveis, medidas estruturais e não estruturais.

### *Programa para difusão dos conceitos de riscos de inundação, poluição difusa e medidas de controle*

O objetivo geral do programa é a sua contribuição para alcançar níveis satisfatórios de prevenção, proteção e redução dos efeitos das inundações sobre a saúde, o meio ambiente, o patrimônio público e privado e sobre a própria infraestrutura de drenagem na área das bacias hidrográficas.

Os objetivos específicos que se pretende alcançar são:

- Grupos de moradores, comerciantes, industriais
  - Conhecimento de medidas estruturais, estruturais sustentáveis e não estruturais, para a prevenção, proteção e redução dos riscos de inundação.
  - Conhecimento e discussão de suas próprias responsabilidades com relação a medidas estruturais e não estruturais para prevenção, proteção e mitigação de riscos.
  - Conhecimento das possibilidades de ajuda mútua entre comunidades vizinhas na ocorrência de eventos extremos.
  - Conhecimento e discussão sobre as responsabilidades do poder público quanto à implantação de medidas estruturais e não estruturais.
  - Conscientização da necessidade de realizar ações corretivas em seus lotes e arredores para a prevenção, proteção e redução dos riscos.
  - Mobilização para empreender essas ações corretivas.
  - Capacitação para disseminar em seu bairro as ideias discutidas.
- Representantes do Governo Local
  - Capacitação em Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.
  - Conhecimento de medidas estruturais e não estruturais para o planejamento urbano que favoreça o controle de inundações.

- Atentar para a implantação e fiscalização da legislação de uso e ocupação do solo.
- Formar gestores dos serviços de drenagem prontificados a participar em apoio aos moradores, comerciantes e industriais do local.

### *Temas Propostos para o Programa para Difusão dos Conceitos de Riscos de Inundação, Poluição Difusa e Medidas de Controle*

Noções gerais:

- A ocorrência e a causa de inundações – aspectos naturais e aspectos de intervenção humana.
- Seu impacto sobre a saúde, o meio ambiente, o patrimônio e os sistemas de drenagem na bacia hidrográfica em questão.
- A poluição difusa, suas causas e consequências.
- As medidas estruturais, estruturais sustentáveis e não estruturais que podem adotar em seus lotes;
- As responsabilidades do poder público e a legislação.
- As responsabilidades de moradores, comerciantes e instalações industriais em seus lotes e arredores.
- Corresponsabilidade e interação entre os vários atores presentes na bacia para a prevenção, proteção e redução dos riscos de inundação através de medidas estruturais e não estruturais.

O papel de cada um:

- Os moradores em seus domicílios e arredores
  - Discutir as medidas estruturais e não estruturais que podem implantar em seus domicílios e arredores.
  - Adoção de medidas estruturais – sustentáveis e não – estruturais para a prevenção, proteção e redução dos impactos de inundações em seus lotes e arredores discutidas durante o Programa.
  - Estabelecimento de maneiras estruturais sustentáveis e não estruturais de convivência com as inundações.
  - Conhecimento da responsabilidade do poder público e cobrança de sua atuação.
- O setor privado: a importância do papel de comerciantes e indústrias locais
  - Conhecimento das medidas estruturais e não estruturais que podem ser implantadas em seus lotes e arredores.
  - Adoção de medidas estruturais sustentáveis e não estruturais em suas instalações e arredores.
  - Capacitação para participar em ações do Governo Local para a prevenção, proteção e redução dos riscos de inundações.
  - Reduzir as fontes que podem provocar a poluição difusa em seu estabelecimento.
- A importância do papel de representantes do governo local.
  - Capacitar agentes municipais e de Defesa Civil para atender a população contra os riscos de inundação, divulgando medidas de prevenção de danos<sup>4</sup>.

4 Exemplo da Prefeitura de São Paulo: O que fazer em caso de chuvas excessivas – Como agir. Disponível: [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/seguranca\\_urbana/defesa\\_civil/cuidados\\_importantes/index.php?p=7793](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/seguranca_urbana/defesa_civil/cuidados_importantes/index.php?p=7793)



- Informar sobre o zoneamento das áreas sujeitas a riscos de inundações, suas restrições e proibições ao uso, parcelamento e a edificação, nas áreas impróprias ou críticas.
- Dar conhecimento sobre planos e estratégias de prevenção, proteção e redução de riscos de inundação tendo em vista a implantação do Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.

### *Dinâmicas Participativas na Área das Bacias Hidrográficas*

As dinâmicas participativas de Capacitação de Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais em Manejo Sustentável de Águas Pluviais têm por objetivo não só fazer o diagnóstico participativo da situação na área das bacias, como também de engajar moradores, comerciantes e empresários nos Programas e a adotarem ações corretivas e medidas de controle. Os Comunicadores Sociais e Educadores Ambientais foram capacitados para aplicá-las durante o Programa de Capacitação específico.

As dinâmicas participativas a serem usadas exercem forte impacto sobre a mobilização e compromisso dos participantes com as medidas acertadas entre todos, inclusive com apoio de representantes do Governo Local.

Essas dinâmicas devem resultar no compromisso que moradores, comerciantes, proprietários de indústrias locais assumem com relação aos temas de cada programa. São ações a serem monitoradas por eles mesmos, em seus lotes e arredores.

### *Conclusão sobre as Dinâmicas e Compromissos Assumidos*

Os facilitadores profissionais da Comunicação Social e Educação Ambiental, através do trabalho nas comunidades, apoiam os participantes na discussão e na hierarquização dos problemas detectados e das intervenções e medidas de controle para atenuá-los. Os moradores, representantes locais do comércio e da indústria, representantes do Governo Local e da agência operadora de serviços de água urbana assumem compromissos, em suas capacidades, consistentes com o incentivo ao aumento da permeabilidade de lotes e de áreas verdes, à redução da disposição de resíduos sólidos no sistema de drenagem e corpos hídricos, à redução das ligações cruzadas de esgotos em sistemas de águas pluviais e a adoção de medidas estruturais e não estruturais.

Os compromissos assumidos não devem ser impostos. São compromissos a que todos chegam a partir do processo participativo facilitado pela Comunicação Social e Educação Ambiental. Assim, cada grupo assume o compromisso de monitorar as condições em seus lotes e arredores e de empreender ações corretivas quando necessário.

Nesta última fase fica também decidido como será feito o monitoramento dos compromissos assumidos e metas periódicas a serem alcançadas.

O monitoramento pelos moradores, comerciantes e empresários locais nada mais é do que a observação sistemática dos aspectos problemáticos detectados por eles mesmos e o empreendimento de ações corretivas. Os representantes do governo local e da agência de serviços de água urbana se comprometem a intervir quando a ação corretiva não for possível pelos demais.

Todos devem concordar com a designação de alguma instância que ficará incumbida de liderar o monitoramento, que pode ser grupos de moradores ou lideranças locais. Os compromissos assumidos devem ser registrados.

### *Elaboração de Material de Apoio*

O material de apoio deverá ser encomendado a uma equipe especializada em comunicação visual, abarcando os temas tratados durante as reuniões e aqui delineados, e ilustrações explicativas, desenhadas, sobretudo, para o grupo-alvo em questão. Sugerem-se os seguintes temas:

- “O desenvolvimento urbano, noções do impacto da urbanização sobre o sistema hídrico e suas consequências”.
- “A importância das decisões tomadas nos domicílios e arredores quanto à impermeabilização, o esgotamento sanitário e o lixo doméstico e entulho.”
- “As consequências diretas da impermeabilização dos lotes residenciais e áreas ocupadas por instalações comerciais e industriais.”
- “Responsabilidade pela legislação de uso e ocupação do solo e fiscalização de sua implantação.”
- “A necessidade de uma visão integrada e multidisciplinar.”
- “O planejamento urbano (uso e ocupação do solo) e a gestão de resíduos sólidos, abastecimento, esgotamento, drenagem de águas pluviais.”
- “Riscos de Inundação, a poluição difusa e medidas de controle – estruturais e não estruturais.”
- Desenvolvimento de material de apoio ao programa desenhado e que servirá de base para a elaboração de folhetos explicativos de distribuição mais ampla.



# 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- BRASIL. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico*, 2007.
- BRASIL Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997.
- BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, 2010.
- CASTRO, J. E. *Governança da Água no Século XXI*. In: Ambiente e Sociedade. Campinas. Vol. X – no 2. pp 97-118, 2007.
- Governo Provisório da República dos Estados Unidos do Brasil, Decreto 24.643 de 10 de Julho de 1934. *Código de Águas*. Disponível em <http://www.soleis.com.br/ebooks/0-aeronautica.htm>
- HESPANHOL, I. *Um novo paradigma para a gestão de Recursos Hídricos*. In: Estudos Avançados. São Paulo, vol. 22, no. 63, 2008.
- Governo de São Paulo Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006 Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga, e dá outras providências correlatas (Lei Específica da Guarapiranga).
- Governo de São Paulo Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009 Define a área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM-B e dá outras providências correlatas.
- ORSINI YAZAKI, L. F. *Manejo de águas pluviais e revitalização do ambiente urbano* Disponível em [http://www.abap.org.br/congresso/paginas\\_palestrantes/luiz\\_fernando\\_yazaki.html](http://www.abap.org.br/congresso/paginas_palestrantes/luiz_fernando_yazaki.html)
- PAHL-WOSTL, Claudia *Requirements for Adaptive Water Management* In: Pahl-Wostl, Kabat and Möltgen (eds): Adaptive and Integrated Water Management. Coping with Complexity and Uncertainty, Springer Verlag, 2007.
- PALERMO, M. A. *Gerenciamento Ambiental Integrado*. São Paulo, Editora Annablume, 2006
- PORTO, M. F. A. e PORTO, R. L. L. *A Gestão de bacias hidrográficas*. In: Estudos Avançados no. 22, 2008, pp. 43-60. 2008.
- TOLEDO SILVA, R. e PORTO, M. F. A. *Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração* In: Estudos Avançados 17 (47), pp 129 a 145, 2003.

## Prefeitura do Município de São Paulo

Gilberto Kassab

**Prefeito**

Miguel Luiz Bucalem

**Secretário Municipal de Desenvolvimento Urbano**

Domingos Pires de Oliveira Dias Neto

**Secretário Adjunto**

Eduardo Mikalauskas

**Chefe de Gabinete**

## **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**

### **Equipe Técnica**

#### **SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano**

Carlos Eduardo Cheide da Graça

João Cyro André

José Aurélio Brentari

Mario Rui Feliciani

Valéria Paiva Martins Tiveron

#### **SIURB – Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras**

Pedro Luiz de Castro Algodoal

#### **SMSP – Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras**

Celso Fre Bolognini

#### **SEHAB – Secretaria Municipal de Habitação**

Marcel Costa Sanches

#### **SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente**

Patrícia Marra Sepe

Rosélia Mikie Ikeda

#### **FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica**

Ana Carolina Daniel Morihama

Ana Paula Zubiaurre Brites

André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski

Erika Naomi de Souza Tominaga

João Luiz Boccia Brandão

José Rodolfo Scarati Martins

Luiz Fernando Orsini de Lima Yazaki

Marco Antonio Palermo

Maria Lúcia Borba

Maria Luiza Machado Granziera

Mario Thadeu Leme de Barros

Monica Ferreira do Amaral Porto

Orlando Natale

Rubem La Laina Porto

#### **Colaboração**

Ana Paula Roque de Sousa

Bárbara Vital

Camila Sant'ana Rodrigues

Carla Poma

Cristiane Araújo Amaro

Fernanda Dias Radesca

Laiz Rodrigues Gonçalves Landi

Letícia Yoshimoto Simionato

#### **Estagiários**

Bruno Cesar Moreto

Erick de Moura Sotero

#### **Capa**

Juliana Cipolletta





## Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano  
PMSP - Prefeitura do Município de São Paulo



RESPONSÁVEL PELO CONTEÚDO TÉCNICO  
FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica



**Projeto Gráfico e Diagramação**

Marli Santos de Jesus  
Teresa Lucinda Ferreira de Andrade

**Tratamento de Imagens**

Ailton Giopatto

**Revisão**

Dante Pascoal Corradini

**Editoração, CTP, Impressão e Acabamento**

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

formato 21 x 29,7 cm  
tipologia Frutiger Light e Franklin Gothic  
papel miolo | Couche Fosco 120 g/m<sup>2</sup>  
capa | Cartão Triplex 250 g/m<sup>2</sup>  
número de páginas 168  
Tiragem 1000