



# **AUTOMAÇÃO EM DRENAGEM PLUVIAL E CONTROLE DE ENCHENTES: APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS NOS GRANDES CENTROS URBANOS**

**Lydyanne Barbosa dos Santos**

**Bruno Borges Mamede**

**Resumo:** Apresentar a importância da automação nos sistemas de drenagem pluvial e controle de enchentes nos grandes centros urbanos, visando mitigar os problemas decorrentes de inundações em áreas com escoamento natural limitado, devido ao aumento da taxa de impermeabilização do solo, bem como apresentar a importância da utilização da tecnologia disponível atualmente na otimização destes sistemas.

**Palavras-chave:** Sistemas de drenagem. Água de chuva. Controle de enchentes.

## **1. INTRODUÇÃO**

De um modo geral, as cidades se desenvolveram em torno de cursos d'água. Inicialmente foram preservadas as calhas e margens principais e secundárias dos rios e lagos. Com o crescimento urbano, muitas vezes desordenado, são necessárias obras de retificação de canais, pavimentações de grandes áreas e ocupação parcial ou total de locais sujeitos a alagamentos naturais. Desta forma, houve o surgimento de problemas de diversas naturezas, destacando a dificuldade para uma drenagem adequada quando da ocorrência de eventos hidrológicos de alta intensidade. Ainda, o desenvolvimento urbano também está diretamente conectado



ao aumento populacional e, conseqüentemente, ao crescimento do consumo de água potável.

As grandes cidades brasileiras, de uma maneira geral, enfrentam sérios desafios na busca de novos mananciais para suprir o aumento da demanda de água potável. Os investimentos financeiros e desafios ambientais inerentes a estas obras são expressivos, pois as novas fontes estão cada vez mais distantes dos centros de consumo. A adoção de técnicas de captação de águas pluviais para reuso em sistemas não potáveis são soluções viáveis para reduzir o volume de água a ser absorvido pelo sistema de drenagem, bem como possibilita a redução do consumo de água potável, com o aproveitamento da água da chuva nos sistemas sanitários, de irrigação, lavagem de veículos, entre outras aplicações não potáveis, postergando a necessidade de ampliação do sistema de abastecimento.

Nas principais metrópoles brasileiras, as áreas afetadas durante a ocorrência de chuvas torrenciais não mais se localizam apenas nas proximidades dos cursos d'água. Com a expansão territorial, os problemas de alagamentos e inundações foram se intensificando e se distribuindo ao longo das linhas naturais de escoamento dos deflúvios superficiais em função da planialtimetria da cidade e do grau de impermeabilização.

Especificamente na cidade do Rio de Janeiro, a região da Praça da Bandeira, principal ligação entre o centro da cidade e a zona norte, sofre há décadas com problemas de inundações. Com a expectativa de mitigar estes problemas, a Prefeitura da cidade está construindo a maior obra de drenagem urbana já realizada na capital fluminense, com promessa de prontificação antes dos eventos internacionais programados para 2014 e 2016.

Além das obras estruturais dedicadas à drenagem urbana, para que seja alcançado um desenvolvimento urbano sustentável, é importante o estabelecimento de uma política de controle do escoamento da bacia hidrográfica, com fiscalização eficiente e apoio institucional, permitindo a implementação de uma política ambiental adequada.

Soluções tecnológicas estão intimamente agregadas aos modernos sistemas de drenagem desenvolvidos atualmente no mundo, permitindo uma considerável



automação destes sistemas. Dentre estas tecnologias destaca-se a utilização de softwares dedicados à questão hidrológica auxiliando no projeto e acompanhamento dos sistemas de drenagem, obtenção de dados meteorológicos cada vez mais precisos, medição em tempo real dos níveis dos cursos d'água, verificação dos parâmetros de qualidade da água e emprego da telemetria para comando remoto de controladores lógicos programáveis dedicados.

Esta tecnologia estará presente nos reservatórios que estão sendo construídos na bacia hidrográfica do Canal do Mangue, onde o controle e operação de todo sistema será centralizado no Centro de Operações da Prefeitura, no bairro Cidade Nova. O maior sistema de drenagem já desenvolvido no mundo é o sistema G-Cans, em Saitama, próximo à Tóquio, onde também há previsão de controle centralizado apoiado pela automação dos sistemas remotos.

A sobrevivência das cidades passa por novas concepções, com forte enfoque na inovação tecnológica. No mundo inteiro estão surgindo às chamadas "cidades inteligentes", onde os moradores buscam uma renovação urbana, de forma a favorecer um estilo de vida mais sustentável e harmonioso. Este trabalho pretende abordar, de forma sucinta, o problema da drenagem pluvial nas grandes metrópoles, discutindo possíveis soluções com enfoque especial quanto às possibilidades de emprego das novas tecnologias disponíveis neste novo milênio.

## **2. DRENAGEM PLUVIAL E CONTROLE DE ENCHENTES**

### **2.1. Aspectos legais**

A Organização das Nações Unidas redigiu um documento em 22 de março de 1992, intitulado "Declaração Universal dos Direitos da Água" onde fica tácita a importância da água para o desenvolvimento e até mesmo a sobrevivência da raça humana, bem como que este é um bem finito oferecido pela natureza e que devemos preservar. "A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e



que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo”. (ONU, 1992, Declaração Universal dos Direitos da Água).

A defesa e a preservação do meio ambiente são atribuições do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal) e também da coletividade, que pode ser entendida, nesse caso, como a sociedade em geral. O art. 182 da Constituição Federal 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”.

O art. 24, § 1o, da Constituição Federal determina que a União limitar-se-á a estabelecer normas gerais, regras com aplicação em todo o território nacional. Os Estados podem detalhar essa norma, de acordo com suas características e necessidades. 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.

Ao nível municipal compete legislar sobre assuntos de interesse local e complementar à legislação federal e à estadual no que couber, 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.

Entende-se que as questões relativas à drenagem estão intimamente ligadas à manutenção do desenvolvimento da cidade. A Constituição Federal estabelece, ainda, o Plano Diretor como “o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana” 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.

Em matéria ambiental e urbanística, referência é feita, em especial, à Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), 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.

A Lei Federal nº 11.445/2007 define que o manejo das águas pluviais urbanas corresponde ao conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, do transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, do tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas associadas às ações de planejamento e de gestão da ocupação do espaço territorial urbano.

No Município do Rio de Janeiro, a Fundação Instituto das Águas (Rio-Águas) é o órgão técnico de referência no manejo das águas pluviais urbanas, tendo como competências planejar, gerenciar e supervisionar ações preventivas e corretivas contra enchentes. A Rio-Águas é um órgão vinculado à Secretaria Municipal de Obras (SMO) e atua na gestão das bacias hidrográficas do município e também como órgão regulador e fiscalizador da concessão dos serviços de esgotamento sanitário em 21 bairros da Zona Oeste da capital.

## 2.2. Sistemas de drenagem urbana

Os sistemas de drenagem urbana fazem 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. Alheia a sua importância, historicamente, as obras relacionadas à drenagem urbana, devido ao impacto que causam na sua implantação e por não serem “visíveis”, não despertam o interesse da classe política.

Basicamente, o sistema de drenagem pode ser considerado como composto por dois sistemas distintos, que devem ser planejados e projetados com critérios diferenciados. São os sistemas de microdrenagem e de macrodrenagem.

O sistema de microdrenagem, ou de drenagem inicial, é aquele formado 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 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.

Os sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais proporcionam benefícios importantes quando bem projetados. A aquisição de dados e informações para o planejamento dos sistemas e o exame prévio dos problemas de operação e manutenção futura destes sistemas é fundamental para o sucesso do empreendimento. Nestas fases, o emprego da tecnologia é fundamental, desde a obtenção de dados hidrológicos confiáveis, levantamentos planialtimétricos precisos, bem como definição da tecnologia a ser utilizada no controle dos sistemas projetados, os quais poderão ter comando centralizado, utilizando telemetria e perfeitamente integrado aos demais sistemas de serviços da cidade.

No sistema de drenagem urbana convencional, as águas pluviais são escoadas pelas sarjetas das ruas, captadas pelas bocas de lobo e levadas às galerias de águas pluviais. Nem sempre é necessária a existência de galerias, porque as sarjetas também têm capacidade de esgotamento; assim, a construção da galeria só se faz necessária quando a vazão escoada pela sarjeta se torna inconvenientemente volumosa, prejudicando o tráfego de veículos e pedestres ou inundando propriedades próximas.

No sistema de drenagem urbana sustentável é promovido o retardamento e o tratamento das águas das enxurradas, incluindo uma ou mais das seguintes estruturas: pisos permeáveis, valas de infiltração/filtração, trincheiras filtrantes, bacias de retenção (piscinões), entre outras. Estas ações apresentam menor



impacto ambiental e menor custo de implantação, sendo descritas com maior detalhe nos itens seguintes.

### 2.3. Drenagem urbana sustentável

A concepção clássica do sistema de drenagem urbana surgiu em meados do século XIX, com o intuito de escoar as águas pluviais com a maior brevidade possível, reduzindo a incidência de uma série de doenças relacionadas à falta de saneamento e ao acúmulo de água parada. Este sistema foi adotado universalmente, com poucas variações, sendo eficaz até o momento em que as cidades atingiram um determinado porte.

Na década de 1970 surgiram novas técnicas e conceitos de drenagem, buscando minimizar os efeitos da crescente urbanização, procurando aumentar a infiltração da água da chuva no solo e retardar o escoamento da água da chuva pelas galerias e rios durante a incidência de chuvas fortes. Estas técnicas compõem a chamada drenagem sustentável, buscando respeitar o ciclo hidrológico natural, incorporando novas tecnologias com o intuito de amortecer as vazões de pico. Dentre estas, destacam-se a procura de uma maior infiltração da água da chuva no solo e o armazenamento temporário, seja para reuso ou apenas para descarte após a ocorrência das chuvas.

As principais técnicas de implantação de sistemas de drenagem sustentável são conhecidas pelas siglas LID (Low Impact Development), SUDS (Sustainable Urban Design System), WSUD (Water Sensitive Urban Design), BMP (Best Management Practices) e IMP (Integrated Management Practices). Basicamente, cada técnica procura restabelecer a hidrologia natural da região, através da gestão das águas pluviais nas proximidades do local de incidência, ao invés de usar apenas os métodos tradicionais de drenagem.

Ainda em uma escala reduzida, algumas técnicas compensatórias estão sendo implantadas no Brasil, tais como:



- Tetos Verdes, que são telhados armazenadores, compostos por vegetação ou por britas e seixos, favorecendo a arquitetura paisagística e ainda contribuindo para o conforto térmico da edificação;

- Jardim de Chuva, que consiste em um canteiro abaixo do nível de calçada, com plantações de flores e árvores, permitindo o escoamento da água pluvial através da infiltração no solo, diminuindo a vazão das redes de drenagem;

- Trincheiras de Infiltração, que são estruturas formadas a partir de aberturas de valas e emprego de materiais auto drenantes, como pedras de mão, brita e areia. São recomendados em vias públicas e estacionamentos;

- Pavimento Permeável, que é uma ótima solução em estacionamentos e vias públicas de tráfego leve, possuindo diversos formatos, cores e padronagens, sendo um recurso ecologicamente correto e ainda favorecendo a beleza do paisagismo; e

- Poço de Infiltração, que é uma abertura no solo com preenchimento de diferentes tamanhos de pedras, visando melhoras as condições para infiltração, podendo ser implantados em pequenas áreas.

Em complemento às técnicas de drenagem sustentável, a captação e acumulação da água da chuva, em grande escala, para posterior reuso em sistemas não potáveis, pode contribuir significativamente para a redução da carga nos sistemas de drenagens convencionais, durante a ocorrência de chuvas torrenciais, sendo, ainda, uma importante opção para o uso racional deste importante insumo.

## 2.4 Reservatórios para controle de cheias

Os reservatórios para controle de cheias, chamados popularmente de "piscinões", são estruturas que funcionam para detenção ou retenção de águas pluviais e têm finalidade de reduzir o efeito das enchentes em áreas urbanas. Os piscinões são grandes reservatórios que retardam a ida da água das chuvas para o esgoto pluvial, que é o responsável por escoá-la para os rios. Com esse atraso, o volume de água circulando na rede diminui, evitando o transbordamento. Estes reservatórios podem armazenar água tanto ao ar livre como em pátios cobertos no subsolo de áreas



urbanas. O escoamento pode acontecer por gravidade, passando por telas e comportas, ou por bombeamento.

Sua atuação na bacia hidrológica de uma região, redistribuindo os escoamentos no tempo e no espaço, permite recuperar, em parte, as características de armazenagem dessa bacia. No Brasil, os reservatórios para contenção de enchentes passaram a ser implantados na década de 1990. O "piscinão" do Pacaembu, na zona Oeste da cidade de São Paulo, foi o primeiro a ser construído e opera desde 1994.

O "piscinão" do Pacaembu está localizado na Praça Charles Muller, em frente ao Estádio Municipal do Pacaembu. Teve a sua construção iniciada em 1992, pela prefeitura de São Paulo e foi inaugurado em agosto de 1995. A área projetada do reservatório é de 15.000m<sup>2</sup>, com capacidade para até 74.000m<sup>3</sup>. O sucesso deste projeto possibilitou a expansão desta técnica no Brasil. Somente na grande São Paulo já existem dezenas de "piscinões" em operação. Outras cidades brasileiras também já desenvolvem projetos semelhantes.

O maior sistema de drenagem do mundo foi construído para o controle de inundações na cidade de Tóquio, Japão. O G-Cans Project tem cinco reservatórios subterrâneos conectados por uma tubulação de 6.400m e 10m de diâmetro, enterrada a 50m de profundidade. Na época das chuvas, quatro reservatórios recebem a água excedente dos rios da cidade de Saitama, nos arredores de Tóquio. A água é desviada para um reservatório final, com 65m de altura e 32m de diâmetro. Este reservatório possui altura equivalente a um prédio de 22 andares. Deste reservatório, a água passa para um reservatório com capacidade para 340.000m<sup>3</sup>. O teto deste reservatório é sustentado por 59 pilares de 50 toneladas cada e, fora da época das chuvas, está área pode ser visitada por turistas. A partir de comando centralizado em um moderno centro de operações, dez turbinas bombeiam a água para o rio Edogawa, que está localizado a uma altitude mais baixa, nos arredores da capital japonesa.



Figura 1: Sala de Controle do projeto G-Cans, em Saitama, Japão

#### 2.4.1. Reservatórios na bacia hidrográfica do Canal do Mangue

Uma das principais artérias do Rio de Janeiro, a Praça da Bandeira tem uma tradição histórica de alagamentos. Há décadas o local sofre com as chuvas intensas e o descaso do governo. Antigamente, a Praça da Bandeira abrigava um manguezal que ia até à Cidade Nova. A geografia do local escoava toda a água que recebia para a Baía de Guanabara. Atualmente, a canalização dos rios e do mangue desequilibrou o sistema hídrico resultando em um ponto de constantes enchentes.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Obras do Rio de Janeiro, a bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,43 km<sup>2</sup>, tendo como limites: ao norte, a sub-bacia do Canal do Cunha; a leste, a Baía da Guanabara e a sub-bacia do Centro; ao sul e a oeste, o Maciço da Tijuca. Os principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Canal do Mangue são os rios Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido e Papa-Couve, os quais têm sua nascente no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo, e afluem para o Canal do Mangue que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara.

Ao todo, serão quatro piscinões, que contemplarão a Tijuca, Vila Isabel e Grajaú, por onde passam os rios Trapicheiros, Joana e Maracanã. Em Vila Isabel, um dos reservatórios ficará na esquina da Avenida Engenheiro Otacílio Negrão de Lima e Rua Piza e Almeida, onde será construído o maior dos reservatórios: serão dois



tanques com 32 metros de profundidade, 400 metros quadrados de área e capacidade aproximada de 140 mil metros cúbicos. Já o que ficará na Tijuca – Rua Heitor Brandão - terá capacidade para 70 mil m<sup>3</sup>. No Alto Grajaú, o reservatório será em um terreno entre as Ruas Marianópolis e Borda do Mato e capacidade de 50 mil m<sup>3</sup>. O quarto piscinão – com capacidade para 18 mil m<sup>3</sup> – ficará na própria Praça da Bandeira e captará a área de drenagem local.

O projeto ainda prevê a transposição do rio Joana por galerias subterrâneas, fazendo com que o deságue seja feito direto na Baía da Guanabara e não mais no Canal do Mangue. Hoje, a água que cai no Maciço da Tijuca vai para a Praça da Bandeira, para ser escoada no Canal, que sofre influência das marés.



Figura 2: Bacia hidrográfica do Canal do Mangue / RJ

## 2.5. Exemplos de tecnologias ligadas à automação dos sistemas de drenagem

### 2.5.1. Modelagem Matemática

Os modelos matemáticos são ferramentas computacionais utilizadas para apoio ao planejamento, ao projeto, ao diagnóstico e à gestão de sistemas de águas residuais e pluviais. Permitem simular o comportamento funcional dos sistemas, ou seja, calcular para os diferentes componentes, sujeitos a diferentes solicitações, a evolução ao longo do tempo de caudais, velocidades e alturas de escoamento, no



caso da simulação do comportamento hidráulico, assim como algumas variáveis de qualidade da água.

Atualmente, estão disponíveis diversas aplicações computacionais que permitem efetuar a simulação de sistemas de águas residuais e pluviais, com interfaces adequadas para desenvolver as diferentes fases de um processo de simulação, desde a introdução dos dados necessários até à produção e análise dos resultados. No entanto, constata-se que a utilização destas ferramentas ainda é pouco difundida por consultores, projetistas e técnicos das entidades gestoras.

O software SWMM (Stormwater Management Model) ou Modelação de Sistemas de Drenagem Urbana é um exemplo de ferramenta disponível para simulação matemática. Este software foi desenvolvido pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA), que é a agência norte americana encarregada de proteger os recursos naturais dos Estados Unidos da América.

Pode ser utilizado para a simulação nas redes de drenagem de um único evento pluvioso, ou para simulação contínua ao longo do tempo. Permite conhecer e seguir a evolução dos fluxos de água nas condutas assim como o nível de água nas diferentes bacias urbanas continuamente ao longo do tempo de simulação. De igual forma permite averiguar acerca dos tempos de permanência na rede de drenagem.

## 2.5.2. Previsão meteorológica

O centro de previsão do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) é um dos nove reconhecidos como de excelência pela Organização Meteorológica Mundial. O processamento dos dados em supercomputadores e as interpretações feitas pelos profissionais são o ponto de partida para montar a previsão do tempo, fundamental para o monitoramento dos sistemas automatizados de drenagem urbana.

O Centro de Operações da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro conta com mais um importante instrumento para a detecção de chuvas e tempestades. O radar meteorológico da Prefeitura do Rio de Janeiro, localizado no Sumaré, envia imagens atualizadas a cada dois minutos, permitindo observar a localização, o deslocamento



e a intensidade da precipitação. Nos meses de julho e agosto, período mais seco do ano, o radar continua operando 24 horas por dia, mas produz imagens em um intervalo de 6 horas. Este procedimento viabiliza a execução de manutenções preventivas.

### **2.5.3. Monitoramento de bacias hidrográficas em tempo real**

As bacias hidrográficas do município do Rio de Janeiro são monitoradas em tempo real a partir de estações hidrológicas, que medem precipitação, nível e qualidade da água. Os equipamentos foram implantados nos principais cursos d'água da cidade, somando 25 estações, sendo que 18 medem precipitação e nível (PN) e sete medem qualidade da água e nível (QN). As estações enviam informações em tempo real para o Centro de Operações da Prefeitura, o que é fundamental para a gestão das bacias e para o controle de enchentes.

### **2.5.4. Utilização de Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e Telemetria**

A adoção de CLP comandados a distância, por sinais de rádio, telefonia ou internet/intranet, permite o acionamento automatizado dos diversos componentes do sistema de drenagem, tais como bombas, comportas, alarmes, etc. Esta tecnologia permite um grande número de possibilidades, oferecendo uma área fértil para novas ideias.

## **2.6. Captação e reuso da água da chuva**

O uso racional de água potável está diretamente relacionado com a eliminação do seu desperdício. Uma forma comum deste é o uso de água potável em sistemas hidráulicos que não são destinados ao consumo humano, como sistemas sanitários, de irrigação e de lavagem de veículos e pisos. A substituição da água potável nestes sistemas é uma importante ferramenta de conservação e a captação e reuso da água da chuva é a maneira mais simples e viável para tal.

Mesmo sendo uma prática milenar, adotada desde a antiguidade, e também empregada há muito tempo em países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão



e Alemanha, a captação e reuso da água da chuva ainda não é uma prática amplamente disseminada no Brasil. Em função da escassez de água registrada durante boa parte do ano, no nordeste brasileiro está técnica aparece bem difundida.

O país ainda não dispõe de uma Legislação Federal específica sobre este assunto, o que seria importante para a regulamentação desta prática. Pelo contrário, a Legislação Federal sobre a água está defasada, sendo pautada basicamente no Código de Águas de 1934 e pela Lei de Recursos Hídricos de 1997. De um modo isolado, alguns estados e municípios brasileiros têm abordado este assunto em suas legislações próprias.

A Lei nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007, do Estado de São Paulo estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, estabelecendo sucintamente o seguinte: Artigo 1º - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos: I - reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem; II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos; e III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada. (ALESP, 2007)

No estado do Rio de Janeiro, em 28 de novembro de 2007, foi declarada a constitucionalidade da Lei Estadual nº 4.393, de 16 de setembro de 2004, que dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva, estabelecendo que: Art. 1º - Ficam as empresas projetistas e de construção civil no Estado do Rio de Janeiro, obrigadas a prover coletores, caixa de armazenamento e distribuidores para água da chuva, nos projetos de empreendimentos residenciais que abriguem mais de 50 (cinquenta) famílias ou nos de empreendimentos comerciais com mais que 50 m<sup>2</sup> de área construída, no Estado do Rio de Janeiro.



Como exemplo a nível municipal, em 22 de março de 2006, a prefeitura de Curitiba regulamentou a Lei nº 10.785 que criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, estabelecendo os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações.

O Brasil já conta com uma norma técnica específica sobre o tema, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 24 de outubro de 2007. A NBR 15.527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, define o uso da água da chuva, após tratamento adequado, em sistemas de descarga de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais. Adicionalmente, a concepção de projetos de coleta da água de chuva também deve atender as normas técnicas NBR 5.626 - Instalação predial de água fria e NBR 10.844 - Instalações prediais de águas pluviais, bem como os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região.

A viabilidade de um sistema de captação e reuso de água potável depende, basicamente, de três fatores básicos: o índice de precipitação pluviométrica, a área de coleta e a demanda de consumo. Para que o sistema não se torne inviável economicamente, o reservatório, componente de maior custo, deve ser dimensionado de acordo com a disponibilidade pluviométrica do local e com a demanda de consumo.

A elevada demanda por água de reuso é evidente em sistemas sanitários de grandes condomínios, shoppings centers e outros locais com grande afluência de público. No entanto, esta demanda também pode ser significativa em residências isoladas, não sendo exclusividade de grandes empreendimentos. Sistemas simples de captação, tratamento e armazenamento de águas pluviais estão disponíveis no mercado, com capacidade para captação em sistemas residências e também em sistemas com maior capacidade.

Nos últimos anos, tem havido um avanço na tecnologia de uso da água pluvial em residências. A água da chuva é transferida por um sistema de calhas e tubulações até um reservatório, podendo ser usada para diversos fins, como jardinagem,



esgotamento sanitário, lavagem de veículos etc. Na região semi-árida, a água armazenada em cisternas é submetida a um tratamento primário e usada na dessedentação de pessoas e de animais. Nessas instalações, as primeiras chuvas, contaminadas com poeira, folhas ou resíduos de pássaros, devem ser descartadas. Uma tela instalada na entrada do reservatório permite separar a matéria sólida presente na água. Assim, o reúso pode ocorrer em nível individual dentro do lote, em nível municipal ou mesmo regional. Em nível municipal, a água da chuva pode ser retida em lagos, usada na irrigação de jardins e parques, ou mesmo usada como reserva de proteção contra incêndio. A retenção da água da chuva em bacias de retenção na área urbana propicia, em alguns casos, a recarga do aquífero subterrâneo. Em algumas cidades, a recarga do aquífero proporciona, em longo prazo, melhoria na qualidade da água, reduzindo a concentração de poluentes presentes na água.

A utilização destes sistemas de captação e armazenamento em larga escala permitirá o desenvolvimento de pesquisas, possibilitando o surgimento de novas técnicas, com a adoção de novas tecnologias e matérias, reduzindo assim os custos de implantação e manutenção, fundamentais para este sistema tenha uma eficácia que possa contribuir para a conservação da água potável e redução dos danos decorrentes das chuvas torrenciais.

### 3. CONCLUSÃO

A ocupação sem planejamento do espaço urbano, uma vez estabelecida, impede a adoção de medidas eficazes do manejo das águas pluviais urbanas. O Governo Federal tem empreendido esforços no sentido de viabilizar o financiamento de projetos de drenagem urbana sustentável. O Ministério das Cidades, utilizando recursos do Orçamento Geral da União, possui um programa de apoio à implantação e a ampliação de sistemas de drenagem urbana com o objetivo de viabilizar intervenções estruturais destes sistemas, por meio da construção de redes coletoras e bacias de retenção de cheias. Este programa contempla ainda um programa de apoio à elaboração de projetos de intervenções não estruturais voltados ao controle



de cheias e melhoria das condições sanitárias dos municípios. Estas medidas envolvem transferência das populações sujeitas a inundações, recuperação de várzeas e controle do impacto de enchentes urbanas.

Amplia-se, portanto, o escopo de trabalho e de ações relacionadas à drenagem urbana, integrando-a aos problemas ambientais e sanitários das águas urbanas, onde as vazões e volumes de inundações continuam sendo as grandezas principais da hidrologia, mas em estreita interação com a qualidade das águas, poluição difusa, transporte e retenção de resíduos sólidos e utilização das águas pluviais como recurso hídrico.

Além do levantamento de parâmetros, observações de eventos hidrológicos e pesquisas com caráter de inovação, novos questionamentos possibilitam a evolução do entendimento do espaço urbano, com oportunidades para aplicações de novas técnicas, atualizadas face a evolução tecnológica e as complexidades sempre crescentes do uso e ocupação no ambiente urbano.

Um sistema de monitoramento hidrológico automatizado, devidamente protegido, ainda não é realidade na imensa maioria das cidades brasileiras. Pelas facilidades sempre crescentes de uso de sistemas de geoprocessamento, não se concebe, atualmente, uma cidade de porte médio ou grande que não possua um cadastro informatizado do seu espaço urbano, integrando os sistemas viários, de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de drenagem urbana, da distribuição de eletricidade, da logística de coleta dos resíduos sólidos, etc.

A qualidade de vida das cidades e a evolução tecnológica são sentidas a partir de uma base de dados confiável e suficientemente abrangente. Com essa base de dados, as discussões e as formulações dos problemas da cidade são claramente evidenciadas, e as soluções a serem desenvolvidas passam facilmente pela compreensão dos técnicos, dos políticos e da população em geral. A modelagem hidrológica e da gestão das várias infraestruturas do ambiente urbano é instrumento fundamental para a gestão das águas urbanas e para o manejo das águas pluviais urbanas, na ocorrência de eventos hidrológicos importantes.

## REFERÊNCIAS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria – Requisitos. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Biblioteca Virtual. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes\\_2013.asp](http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2013.asp)  
Acesso em: 16 abr2013.

BRASIL. Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934: Institui o Código de Águas. Rio de Janeiro, RJ, 10 jul. 1934.

BRASIL. Lei 6.938, de 31.08.1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 ago. 1981.

BRASIL. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 08 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10.07.2001: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 10 jul. 2001.

BRASIL. Lei 11.445, de 05.01.2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 05 jan. 2007.

BRASIL. Constituição Federal, de 05.10.88. Atualizada com as Emendas Constitucionais Promulgadas. Brasília, DF, 05 out. 1988.

CURITIBA. Lei 10.785, de 18 de setembro de 2003: Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 18 set. 2003.



Periódico Eletrônico

# Fórum Ambiental

da Alta Paulista

ISSN 1980-0827  
Volume 9, Número 2, 2013

Bacias Hidrográficas, Planejamento e  
Gestão dos Recursos Hídricos



FENDRICH, R. Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana. Tese de Doutorado em Geologia Ambiental da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 504f., 2002.

FENDRICH, R. Manual de Utilização das Águas Pluviais (100 Maneiras Práticas). 2.ed.ampl. Curitiba: Chain 2009. 190p.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Disponível em:

<http://www.rio.rj.gov.br/web/smo/exibeconteudo?article-id=96366>. Acesso em: 16 abr. 2013.

RIO DE JANEIRO. Lei 4.393, de 16 de setembro de 2004: Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ, 16 set. 2004.

SÃO PAULO. Lei 12.526, de 02 de janeiro de 2007: Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo, SP, 02 jan. 2007.

ONU, Declaração Universal dos Direitos da Água. 1992.