



## Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

### O Plano Diretor de Drenagem Urbana da Cidade de Porto Alegre

Assim como muitas cidades brasileiras, Porto Alegre enfrenta problemas relacionados à drenagem urbana, especialmente enchentes nas áreas urbanas com cotas mais baixas. A cidade se encontra às margens do Lago Guaíba e, para combater o problema, foi implantado um sistema de diques e bombas para a drenagem da água dessas partes mais baixas para o lago. Porém, o crescimento urbano sobrecarregou o sistema de drenagem existente e o governo municipal iniciou o estudo do plano diretor de drenagem urbana, mapeando as áreas que sofrem com as enchentes, as respectivas causas e as possíveis soluções.



População: 1.409.000 (2011)

Área: 496,6 km<sup>2</sup>

### Resumo

A cidade de Porto Alegre é uma das únicas cidades brasileiras a possuir um órgão específico para implantação, conservação e desenvolvimento de tecnologias de drenagem urbana, o Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) concebido em 1970, a partir do Grupo de Trabalhos Pluviais do Departamento Municipal de Água e Esgotos e da Secretaria Municipal de Obras e Viação (Smov). Foi criado oficialmente em julho de 1973 e, em 1990, passou a controlar totalmente o sistema de proteção contra as cheias. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

A gestão das águas em Porto Alegre passou a ser analisada de uma forma mais integrada a partir de 1999, quando o Departamento de Esgotos Pluviais iniciou a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) para o município de Porto Alegre, visando obter diretrizes técnicas e ambientais para a abordagem dos problemas de drenagem da cidade. O estudo teve como princípio básico a não transferência dos efeitos da urbanização para outros pontos das bacias hidrográficas, por meio da utilização de dispositivos de controle de escoamento (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

Também, desde março de 2000, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental da cidade de Porto Alegre, que aborda o planejamento para o desenvolvimento urbano, uso do solo e questões ambientais, prevê que qualquer novo empreendimento deve manter as vazões naturais depois de implantado. A legislação tem sido aplicada em todos os novos desenvolvimentos aprovados pelo município (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005).

## Importância da gestão dos recursos hídricos em áreas urbanas

Cruz e Tucci (2008) afirmam que o crescimento urbano das cidades brasileiras tem provocado impactos negativos ao meio ambiente e também na população local. O aumento da frequência e magnitude de inundações, erosão do solo e contaminação das águas são problemas encontrados pela drenagem urbana, decorrentes da urbanização mal planejada, e interferem diretamente na qualidade de vida. Este cenário é consequência da impermeabilização do solo, ocupação de áreas de risco, falta de controle do uso do solo e drenagem inadequados.

Em relação à drenagem, pode-se dizer que existem duas condutas normalmente adotadas nas cidades, que tendem a agravar ainda mais a situação. Primeiro, os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água de chuva o mais rápido possível para jusante. Este critério aumenta a magnitude da vazão máxima, a frequência e o nível de inundação a jusante (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005).

Segundo, as áreas ribeirinhas, que naturalmente os corpos d'água utilizam durante os períodos chuvosos como zona de passagem do aumento do volume de água, muitas vezes são ocupadas pela cidade com construções e aterros, reduzindo a capacidade de escoamento (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005). A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes às edificações e às pessoas, sendo que a inundação do leito maior dos rios é um processo natural, em decorrência do ciclo hidrológico das águas (TUCCI, 2006).

Para alterar esta tendência, a cidade de Porto Alegre passou a adotar princípios de controle de enchentes que consideram que o aumento de vazão devido à urbanização não deve ser transferido para outras áreas da bacia, principalmente a jusante. A recuperação da infiltração natural da bacia é prioritária, visando à redução dos impactos ambientais. A bacia hidrográfica passa a ser adotada como o domínio físico de avaliação dos impactos resultantes da urbanização e de novos empreendimentos, visto que a água não respeita limites políticos. O horizonte de avaliação contempla diferentes cenários e futuras ocupações urbanas. As áreas ribeirinhas somente poderão ser ocupadas a partir de um zoneamento que contemple as condições de enchentes. As medidas de controle adotam técnicas compensatórias na drenagem urbana, de baixo impacto ambiental e preferencialmente não-estruturais (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005).



## Contexto de Porto Alegre

A cidade de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, localizada na região Sul do Brasil, tem aproximadamente 1.409.000 habitantes, área de 496,6 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 2.837,5 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2011).

Porto Alegre possui 27 bacias hidrográficas (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011). Os principais rios afluentes formadores do Lago Guaíba são os rios Jacuí, Caí, dos Sinos, Gravataí, e Arroio Dilúvio (ICLEI, 2010).

Segundo Benfica (2003), semelhantemente a outras metrópoles brasileiras, Porto Alegre passa por processo constante de aumento da mancha urbana. Grandes áreas, que anteriormente apresentavam características rurais, estão passando por processo de urbanização, com a crescente construção de loteamentos e condomínios. Essa urbanização acelerada aumenta consideravelmente o escoamento de águas pluviais, sobrecarregando o sistema de drenagem implantado na cidade. Os alagamentos que ocorrem freqüentemente em pontos críticos do sistema de drenagem resultam em sérios transtornos à população, com grandes perdas materiais e até de vidas humanas.

Diante dessa situação e a fim de subsidiar o planejamento da drenagem urbana na cidade de Porto Alegre, foi realizado um convênio entre o Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (DEP/PMPA) e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (BEMFICA, 2003).

Esse trabalho já analisou as bacias hidrográficas Moinho, Areia, Tamandaré, Passo das Pedras, Cavallhada e Capivara e, em 2009, a prefeitura iniciou o estudo para as demais bacias hidrográficas existentes no município (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

## O Plano Diretor de Drenagem Urbana e as Enchentes

Devido à ocorrência de uma série de graves enchentes, das quais a mais significativa foi a de maio de 1941, a cidade foi objeto de um grande projeto do extinto DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), na década de 1960. O sistema de macrodrenagem da cidade foi concebido a partir deste estudo.

As áreas da cidade situadas abaixo da cota 8,13m, denominadas pôlderes, são protegidas por diques. A drenagem destas áreas sofre a influência direta dos níveis do Lago Guaíba, apresentando escoamento por gravidade nos períodos de estiagem e através de casas de bombas nos períodos de cheias. As áreas mais altas (situadas acima da cota 8,13m) são drenadas através de condutos forçados e arroios para o lago. (EEC, 2003).

Foi ainda construído, na área central da cidade, o Muro da Mauá, com 3 metros abaixo do solo, 3 acima dele, 2.647 metros de comprimento e 6 de altura. Situado às margens do Guaíba, entre o Porto e a Av. Mauá, ele faz parte do Sistema de Proteção Contra Cheias, que é constituído pelo Muro, 68 quilômetros de diques, 14 comportas e 19 casas de bombas, e tem como objetivo proteger os principais prédios públicos da área central. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

A elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre teve início em 1999, com o objetivo de estabelecer diretrizes técnicas e ambientais para os problemas de drenagem do município.

## Primeira etapa

Na primeira fase do trabalho foram estudadas as bacias hidrográficas arroio Moinho, Areia e Tamandaré. Foram analisados os sistemas de macrodrenagem dessas bacias com simulação para diferentes cenários de uso e ocupação do solo, detectados os principais pontos críticos de alagamentos e as possíveis soluções para os problemas (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

Os aspectos técnicos, econômicos e práticos foram considerados e as soluções se basearam no uso de dispositivos de controle de escoamento. Nas bacias da Areia e Moinho, propuseram a implantação de reservatórios de amortecimentos de cheias, distribuídos por áreas verdes e praças. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2011).

A bacia Tamandaré apresenta uma urbanização já consolidada na área central da cidade. Nesta região, o Lago Guaíba sofre seu maior estreitamento. A combinação de ponto de maior represamento das águas e maior densidade urbana, gerou a preocupação com relação às enchentes urbanas. Como alternativa de controle, toda a bacia foi enquadrada na região de proteções contra enchentes, sendo isolada do Lago Guaíba por meio de um sistema de dique e cortina de proteção. A bacia possui poucas áreas possíveis de transformação em detenções e, ainda, as praças existentes não possuem cota adequada para o amortecimento das cheias. A solução encontrada foi então a ampliação da rede condutora, drenagem da vazão gerada na bacia até o Lago Guaíba por meio das casas de bomba (ALLASIA et. al. 2003).

## Segunda etapa

Na segunda etapa foram estudadas mais três bacias hidrográficas: arroios Passo das Pedras, Cavalhada e Capivara.

A bacia do arroio Passo das Pedras apresenta cotas altas a montante chegando a atingir cerca de 300 metros de altitude no seu ponto mais alto. Já a jusante da rede de drenagem apresenta regiões bastante planas na cota 2m. Depois de identificar os trechos de drenagem cuja capacidade era insuficiente para a atual urbanização, foram realizados novos diagnósticos, para os cenários futuros de ocupação, identificando os trechos que necessitariam ser ampliados para comportarem os acréscimos de vazão. A conclusão para esta análise foi a de que uma grande parte dos trechos deveria ser ampliada e ou deveriam ser implantados reservatórios de retenção (ALLASIA et. al. 2003).

De acordo com Allasia (et. al. 2003), na bacia arroio Capivara, a área a montante é muito pouco urbanizada, a jusante, próximo ao Lago Guaíba a densidade demográfica é maior. Em grande parte da sua extensão, o arroio não é canalizado, exceto nas seções em que cruza ruas e avenidas, e pequenas contenções perto da sua foz. O diagnóstico mostrou que ações de controle deveriam ser tomadas na bacia para o cenário futuro de ocupação mais adensada, propondo duas alternativas estruturais, a ampliação da rede de drenagem, mantendo as seções naturais do arroio, ou a implantação dos reservatórios de retenção, sendo que esta teria um menor custo de implantação.

A bacia do arroio Cavalhada tem uma alta velocidade de resposta nas áreas da cabeceira, ao contrario da região plana, que apresenta baixa capacidade de drenagem, resultando em uma situação crítica para o escoamento, dado que as águas descem com alta velocidade,

sendo freadas na região plana de jusante, onde ainda existe o problema de remanso causado pelo lago Guaíba. Além disso, as margens dos arroios têm sido invadidas pela população. Para os cenários futuros de ocupação da bacia, a rede apresentou sérios problemas de drenagem e a melhor solução, do ponto de vista econômico e ecológico, seria a implantação de reservatórios de detenção (ALLASIA et. al. 2003).

## Terceira etapa

A terceira etapa do PDDrU tem o objetivo de dar continuidade ao trabalho, estudando as demais bacias hidrográficas do município, que são: Várzea do Gravataí, Humaitá, Arroio Santo Agostinho, Arroio Feijó, Arroio Dilúvio, Santa Tereza, Ponta do Meio, Sanga da Morte, Assunção, Arroio do Osso, Arroio Espírito Santo, Arroio Guarujá, Ponta da Serraria, Arroio do Salso, Ponta Grossa Norte, Ponta Grossa Sul, Arroio Guabiroba, Belém Novo, Ponta dos Coatis, Arroio Lami, Arroio Manecão e Arroio Chico Barcellos.



Autor da foto: André Oliveira

Parque Farroupilha em Porto Alegre, RS

## Resultados

De acordo com Allasia (et. al. 2003), ao longo da elaboração do PDDrU verificou-se que a melhor alternativa para o controle dos excessos nas bacias foi a implementação de reservatórios de retenção, frente à solução de ampliação das redes de drenagem.

Além de resolver os problemas da bacia de uma forma mais sustentável, seria possível manter as seções dos canais da forma mais próxima às características originais, reduzir significativamente as vazões de pico, e economicamente controlar as vazões com a metade do valor necessário para a ampliação da rede (ALLASIA et. al. 2003).

Para a implantação das medidas previstas no PDDrU, a primeira grande barreira encontrada pelo poder público é a escassez de verbas, tendo em vista que os investimentos necessários são bastante elevados (BEMFICA, 2003).

Além do estudo específico das bacias, o PDDrU segue os princípios econômicos, sociais e ambientais definidos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre. O PDDrU tem como principais produtos a regulamentação dos novos empreendimentos, que consiste de um decreto municipal que estabelece os critérios básicos para o desenvolvimento da drenagem urbana para novos empreendimentos na cidade. Esta regulamentação tem o objetivo de evitar que os impactos negativos, devidos à implantação da edificação e parcelamento do solo com drenagem inadequada, sejam gerados na cidade. Os planos de controle estrutural e não-estrutural para os impactos existentes nas bacias urbanas de Porto Alegre estabelecem as alternativas de controle de cada bacia da cidade, reduzindo o risco de ocorrência de inundação na mesma e o manual de drenagem urbana, que é um documento que orienta a implementação dos projetos de drenagem na cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005).

Sobre o parcelamento do solo, o art. 135 do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, nos parágrafos 3 e 6, define que os novos empreendimentos devem manter as condições hidrológicas originais da bacia, através de amortecimento da vazão pluvial (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2005).

## Aprendizados

Nos últimos anos, Porto Alegre vem enfrentando, assim como outras grandes metrópoles brasileiras, sérios problemas com relação à drenagem urbana. Diante disso, o desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana visa subsidiar o planejamento do sistema de drenagem pluvial do município.

Bemfica (2003), afirma que como esse é um conceito ainda novo no Brasil, para implantar essas medidas é necessário superar algumas dificuldades, relacionadas, sobretudo, à escassez de recursos financeiros, às dificuldades de utilização de áreas verdes e praças para implantação de reservatórios a céu aberto, principalmente devido à presença de efluentes cloacais e de resíduos sólidos no sistema de drenagem, a problemas de falta de equipes de manutenção, à falta de capacitação de profissionais da área e à necessidade de mudança de mentalidade, por parte de empreendedores e da população, que necessitam reconhecer a sua parcela de responsabilidade no aumento das inundações urbanas.

Porém, apesar de todas as dificuldades enfrentadas, já foram alcançados resultados positivos. Há bacias de amortecimento (retenção e detenção) implantadas e em operação na cidade, proteções contra cheias e alagamentos, reservatórios em execução e outros que se encontram em fase de projeto executivo sobretudo em loteamentos. Com a elaboração do PDDrU e sua efetiva implantação, serão alcançados resultados concretos na solução dos problemas de inundações urbanas enfrentados pela cidade de Porto Alegre (BEMFICA, 2003).

A cidade de Porto Alegre, para garantir a participação social, também criou o Comitê Gestor de Educação Ambiental e a Assessoria de Educação Ambiental do DEP que atua com trabalhos de Educação Ambiental em escolas e comunidades, como por exemplo o projeto “Reviver das Águas”, e de limpeza e manutenção dos arroios da cidade.

## Aplicabilidade

Hoje há diversas evidências da necessidade de se adotar um planejamento integrado da drenagem urbana em consonância com o desenvolvimento das cidades. Um número significativo de países desenvolvidos já adotaram ou estão em fase de implementação dessa linha de planejamento (ALLASIA et. al. 2003).

Um grande número de cidades brasileiras enfrenta problemas relacionados à drenagem urbana e sofrem prejuízos significativos com a falta de planejamento e gestão adequada dos recursos hídricos. Torna-se cada vez mais evidente a necessidade dos governos locais se empenharem para trabalhar essas questões de forma integrada nas áreas urbanas.

Outras cidades brasileiras podem se basear na experiência de Porto Alegre a fim de desenvolverem seus respectivos Planos Diretores de Drenagem Urbana. Assim, possuirão um diagnóstico claro da situação da drenagem em suas bacias hidrográficas, os pontos mais críticos, as prioridades de intervenção, poderão planejar os cenários futuros de ocupação e também adotar novas práticas de menor impacto e de soluções a longo prazo.

## Referências

ALLASIA, D.G. et. al. Estudo de caso: plano diretor de drenagem urbana de Porto Alegre/RS. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XV, 2003, Curitiba. Porto Alegre: ABRH, 2003. Disponível em: <[www.rhama.net/download/artigos/artigo62.pdf](http://www.rhama.net/download/artigos/artigo62.pdf)>. Acesso em: 09 mai.2011

BEMFICA, D.C. Implantação de ações previstas pelo plano diretor de drenagem urbana de Porto Alegre. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <[http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab\\_109.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_109.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2011

CRUZ, M.A.S; TUCCI, C.E.M. Avaliação dos cenários de planejamento na drenagem urbana: Porto Alegre. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.13, n.3, jul./set. 2008. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/novo/download\\_file.php?filename=MDAwMDAoOTYuZmFydHxNaWNyb3NvZnQgV29yZC.](http://www.abrh.org.br/novo/download_file.php?filename=MDAwMDAoOTYuZmFydHxNaWNyb3NvZnQgV29yZC.)>. Acesso em: 09 mai. 2011.

ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL (EEC) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Drenagem Urbana Sustentável: Relatório do Workshop. Goiânia, 2003. Disponível em: <[http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs\\_resid\\_solidos/drenagem\\_urbana\\_no\\_Brasil-workshop\\_relatorio081003.pdf](http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/drenagem_urbana_no_Brasil-workshop_relatorio081003.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 10 mai. 2011.

ICLEI – GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. Manual para aproveitamento do biogás: volume dois, efluentes urbanos. São Paulo, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 10 mai. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Disponível em: <[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=66](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=66)>. Acesso em: 09 mai. 2011

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana. v. VI. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2005. Disponível em: <[http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_doc/manual\\_de\\_drenagem\\_ultima\\_versao.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2011

TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

|                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| <b>Autor:</b>                 | Sophia Picarelli                   |
| <b>Coordenação e Revisão:</b> | Florence Karine Laloë              |
| <b>Diagramação e edição:</b>  | Mary Paz Guillén e Isadora Marzano |

### Contato:

ICLEI LACS - Secretariado da America Latina e Caribe  
Escritório de Projetos no Brasil  
Av. IV Centenário, 1268, sala 215  
Portão 7A do Parque Ibirapuera  
CEP 04030-000 São Paulo, SP Brasil  
Tel: +55-11-5084 3079  
Fax: + 55-11-5084 3082  
Email: [iclei-lacsbrasil@iclei.org](mailto:iclei-lacsbrasil@iclei.org)  
<http://www.iclei.org/lacs/portugues>

