

## A PROBLEMÁTICA DAS ENCHENTES E O PLANEJAMENTO URBANO

GEOGRAFIA, Rio Claro, 24(2): 65-73, agosto 1999

### INTRODUÇÃO

Nos países de clima temperado, a implantação e/ou expansão do urbano desde os seus primórdios, está inerentemente associada a transformações do entorno dos cursos fluviais como por exemplo o dos rios Sena na França, Tâmsa na Inglaterra e Reno na Alemanha.

Verifica-se que, quase de forma orgânica, esse modelo foi incorporado nos projetos urbanísticos de países posicionados na faixa intertropical do globo.

No Brasil, a aplicação do modelo é observada a partir dos primeiros decênios do século atual, com a urbanização de áreas posicionadas ao longo dos rios, como se pode observar pelo processo de urbanização ao longo do rio Tietê, na cidade de São Paulo.

Os questionamentos relativos à adoção de modelos de urbanização similares em áreas de características climáticas diversas, sempre foram restritos e pontuais. Um nome a ser destacado, dentre os que têm restrições ao modelo é o do engenheiro Saturnino de Brito que, no início do século atual, propôs a criação, na calha fluvial, de lagos ao longo do trecho urbanizado do Tietê. Esta proposta ultrapassa ao mero caráter estético-paisagístico, a partir do momento em que são indicados como objetivos fundamentais para implantação de tais feições hídricas, a utilização destas áreas de retenção do fluxo inerente às intensas e frequentes precipitações pluviais, características da zona intertropical, na qual se encontra inserido o nosso país. Por sua visão profissional, o referido engenheiro se impõe como referencial para profissionais que atuam em quaisquer das áreas do conhecimento, em especial para aqueles cujo objeto de estudo repousa sobre os elementos que integram o sistema ambiental.

O contato com avanços tecnológicos desenvolvidos na sua área de atuação é imperativo para todo profissional. Entretanto, ele não se pode furtar a desenvolver uma análise crítico-avaliativa no que concerne à aplicação, em território diverso, da tecnologia de ponta, detentora de profundo sucesso no seu país ou região de origem. Esta análise é, no mínimo, de vital importância, para o estabelecimento de fundamentais ajustes que possibilitarão o sucesso do empreendimento.

Entretanto, tem-se consciência de que, na maioria das vezes, mesmo de posse de parâmetros críticos balizados, o profissional se vê impedido de pôr em prática os ajustes por ele desenvolvidos. Essas situações são experienciadas com frequência por profissionais que, atuando na esfera pública ou privada, vêem-se desprovidos de poder de decisão. Situação não menos dolorosa é vivenciada por aqueles que, ao encontrarem o modelo implantado, têm como árduo encargo, a solução e/ou mitigação dos problemas inerentes à execução, manutenção e funcionalidade da obra de engenharia.

Paralelamente e não dissociado do contexto até então apresentado, constata-se que o período Pós - Segunda Guerra Mundial foi marcado por processos de transformações econômicas, culminando com uma nova dinâmica de ocupação, uso e organização do espaço territorial em âmbito mundial. Diversos países assistem a um aumento demográfico considerável, uma acelera-

ção da mobilidade das populações e conquistas de novos espaços, migrações brutais e um acentuado processo de urbanização.

Para compreender-se como essa dinâmica da urbanização observada em âmbito global ocorreu em nosso país, fazem-se necessárias algumas considerações.

Até o final da década de 40 e início dos anos 50, verifica-se que a política econômica vigente no Brasil, privilegia a atividade rural. A partir da construção de Volta Redonda, nos anos 40, e do processo de modernização empreendido pelo Governo de Juscelino Kubitschek, em meados dos anos 50, em consonância com as transformações do contexto mundial, passou-se a valorizar a atividade industrial em detrimento da rural.

Uma das principais conseqüências da alteração do modelo econômico vigente foi a implacável redução de incentivos ao desenvolvimento da agricultura e da pecuária, manifestada, entre outras providências no aumento extraordinário dos juros para o financiamento de tais atividades. O ápice da valorização da atividade industrial ocorreu nos anos 70, quando a política do "Milagre Brasileiro" estimulou a implantação de distritos industriais.

Em decorrência de fatos como esse, verificou-se um grande volume de expropriação de terras, forçando trabalhadores e pequenos a médios proprietários rurais a migrarem para as cidades em busca de melhores condições de sobrevivência.

Não se insere neste contexto a discussão do problema da qualificação profissional dos migrantes, mas é procedente uma abordagem da forma abrupta como as cidades passaram a ter sua população aumentada, uma vez que tal fenômeno propiciou o desencadeamento de situações vinculadas à ausência de planejamento para subsidiar o processo de expansão urbana.

A análise dos cenários urbanos brasileiros revela a forma desordenada de apropriação do espaço, norteadas pela ausência de um planejamento que considere o disciplinamento do uso e ocupação do solo como prerrogativa básica de seu ordenamento. Essa ocupação desordenada, traz como conseqüências níveis abusivos de degradação ambiental evidentes no cotidiano urbano.

Nesse contexto, a urbanização dos vales fluviais, se processa comumente sobre áreas de planícies de inundação ou várzeas, terraços fluviais recentes e sub recentes e até mesmo sobre o leito normal dos cursos de drenagem, de forma que são ocupados setores, cujas características oferecem condições inóspitas, ou mesmo de risco de vida, para os que ali residem.

Nesses casos, o poder público tem comumente, uma atuação tímida em relação ao problema, e adota, até mesmo em função de limitações financeiras, medidas que invariavelmente priorizam resultados imediatos, como é o caso da remoção temporária da comunidade das áreas alagadas, desassoreamento de canais fluviais, etc.

Cabe ressaltar, ainda, a adoção de medidas estruturais, algumas adotadas no Brasil em larga escala, as quais destinam-se, através da execução de obras de engenharia, a reter, confinar, desviar ou escoar, com maior rapidez, o volume de água das áreas inundadas.

Nesse âmbito destaca-se a utilização de barragens e/ou similares, além da retificação, canalização de cursos fluviais e redimensionamento de galerias, procedimentos que podem representar grave impacto à dinâmica ambiental, além de significar altos custos aos cofres públicos.

As medidas não estruturais para contenção de enchentes devem constituir-se elementos de análise e proposição a serem tratadas na fase de planejamento, podendo ser representadas por procedimentos que visam ao aumento do tempo de concentração de água em alguns setores da bacia, de modo a favorecer a maior quantidade possível de infiltração.

Têm-se, nessa linha, procedimentos como: zoneamento de áreas inundáveis; políticas de uso e ocupação, que definem maior índice de área permeável em locais onde a topografia favoreça a infiltração; maior fiscalização, visando ao cumprimento dos índices de permeabilidade definidos no Código Sanitário; leis de incentivo fiscal para preservação de áreas verdes em propriedades

particulares; programas de educação ambiental visando a reduzir, por exemplo, o lançamento de lixo em vias públicas para impedir a obstrução de galerias e bocas de lobo; e, ainda, o uso de reservatórios de contenção nas residências.

Considerando tais reflexões, neste trabalho apresentam-se aspectos vinculados à problemática das enchentes urbanas e a importância da compatibilização da adoção de medidas estruturais e não estruturais para contenção de cheias em áreas urbanas.

### Enchentes Urbanas: causas e efeitos

As enchentes urbanas constituem-se, atualmente, um dos impactos ambientais mais pronunciados, uma vez que a urbanização, ao ocupar as áreas de fundo de vale, planícies de inundação e vertentes, cria condições favoráveis ao desencadeamento do processo.

Há que se considerar, ainda, a dinâmica processual do vale fluvial, a qual envolve a atuação do curso d'água e os processos morfogenéticos atuantes na esculturação das formas de relevo dos interflúvios, que representam a ação dinâmica externa sobre topos e vertentes. Desse modo, o vale não se restringe a receber as influências do fluxo que ali escoou, mas expressa as influências advindas das forças morfogenéticas que atuam nas suas margens, e interferem, também, na dinamização das vertentes.

TUCCI et alii (1995) consideram que as enchentes em áreas urbanas decorrem, basicamente, de dois processos que podem ocorrer isoladamente ou em conjunto:

As Enchentes de áreas ribeirinhas: são enchentes naturais, que estão relacionadas a eventos de precipitação pluviométrica, nos quais o rio, obedecendo a um processo natural, com a ampliação do volume do seu fluxo, ocupa a área do seu "leito maior". Tal fenômeno, de acordo com os autores (op. cit.), ocorre, preferencialmente, em grandes bacias, vindo a atingir a população que ocupa, inadequadamente, essas áreas;

Enchentes devidas à urbanização: estão intimamente vinculadas ao processo de impermeabilização, característico de área urbana, que reduz a parcela de infiltração de água no solo, aumentando o escoamento superficial, alterando os parâmetros de retenção e rugosidade. Assim, os efeitos da urbanização sobre a rede hidrográfica estão no aumento da vazão máxima, na antecipação do pico de vazão e no aumento do volume do escoamento superficial.

As enchentes relacionadas à urbanização, esclarecem TUCCI et alii (1995), ocorrem em pequenas bacias de drenagem que, uma vez aliadas aos sistemas de macrodrenagem e à distribuição espacial da precipitação máxima, dão origem a tais inundações.

Conclui-se, portanto, que o planejamento do sistema de drenagem urbana deve estar previsto na fase inicial ou preliminar do planejamento urbano de desenvolvimento integrado.

O planejamento do sistema de drenagem, alertam os autores (op. cit.), deve considerar a preservação das condições naturais do relevo, quer pela construção de reservatórios naturais, que podem ser ocupados como áreas de lazer nas épocas de seca e como áreas de inundações periódicas nas épocas de cheia, quer pela manutenção de canais abertos de drenagem para diminuição e/ou eliminação da necessidade de instalação de tubulações enterradas.

De acordo com a CETESB (1986), antes mesmo de serem projetadas quadras e ruas nas áreas a serem ocupadas, devem-se projetar e instalar os sistemas de macro - e microdrenagem. Tais sistemas, ao envolver desde canais de maiores dimensões, até todo o complexo conjunto de obras vinculadas para receber a captação e escoamento das águas pluviais, quando bem planejados, minimizam consideráveis prejuízos futuros.

BARREIRO (1997) adverte que o sistema de drenagem a ser implantado em determinada rua deve depender do uso da via para o tráfego de veículos e de pedestres, do tipo de construção e de pavimentação adotado e da sua importância para o processo geral de drenagem da água na área urbana. Convém salientar que o relevo constitui-se um dos fatores determinantes na definição da importância de tal sistema de drenagem.

O autor (op. cit.) justifica a importância de um eficiente dimensionamento das obras de engenharia hidráulica no espaço urbano, porque as águas pluviais coletadas pelo sistema de bocas-de-lobo e conduzidas às galerias por tubulações subterrâneas são acrescidas por um volume significativo de águas servidas, as quais fluem pelas tubulações até o corpo d'água principal. Nesse sentido, BARREIRO (op. cit.) enfatiza que as bocas - de - lobo, ou bueiros como são comumente chamadas, devem ser implantadas nos cruzamentos de ruas, ou em pontos intermediários, quando o volume de vazão ou a declividade do terreno indiquem tal necessidade.

Portanto, o bom dimensionamento das obras hidráulicas no espaço urbano, considerando as necessidades a médio e longo prazo, favorecem a minimização de problemas como o das enchentes localizadas .

A bibliografia pertinente ao tema permite salientar que existem diversos tipos, ou modelos de bocas-de-lobo que são eficientemente adotados em função da necessidade para a qual foram instaladas. Contudo, seja qual for o modelo adotado, um dos graves problemas enfrentados tem sido a deterioração crescente do sistema de bocas de lobo em áreas urbanas, em decorrência da acumulação de tal componente do sistema de microdrenagem por lixo e entulho. Infelizmente, a presença de resíduos urbanos no interior dos bueiros é freqüentes em cidades brasileiras, sendo inegável o vínculo da origem destes produtos urbanos às deficiências da administração pública, no que concerne à competente coleta e disposição dos resíduos, e à implantação de uma política que vise à efetiva educação do cidadão quanto às suas relações com o meio em que vive.

Em decorrência de tais fatores determinantes, o lixo já faz parte da paisagem cotidiana da maior parte das cidades brasileiras e, pode-se afirmar, há uma convivência "harmônica" habitante/ resíduo. A atenção só é direcionada para os efeitos nefastos de tal convivência, quando o resíduo interfere nos meios de circulação de pedestres e veículos e, principalmente, quando ocorrem episódios de inundações.

Os estudos realizados por BERRIOS (1991), vinculados à produção de resíduos sólidos em áreas urbanas, revelaram que um habitante gera, em média, 550 gramas diárias de resíduos sólidos dentro de sua residência. Contudo, uma décima parte desse material produzido é depositado fora dela, ou seja, em lugares públicos. No caso da Grande São Paulo, esclarece o autor (op. cit.), tais cifras chegam a significativas 800 toneladas de lixo, jogadas diariamente em praças, ruas e logradouros, indevidamente depositadas. Dessas 800 toneladas, seguramente 90% são coletadas pelo sistema de limpeza pública, enquanto cerca de 10%, ou seja, 80 toneladas lixo/dia permanecem expostas nas vias públicas. As 1900 toneladas de resíduos dispostos nas ruas a cada mês, são conduzidas pelas águas das chuvas às tubulações de águas pluviais, entupindo ralos e bocas-de-lobo, agravando o processo de inundações urbanas.

Os danos decorrentes da deposição do lixo na rede de coleta de águas pluviais são muito diversos, variando em função do tipo, tamanho e composição do material depositado. Um objeto de metal pode permanecer por um longo tempo entulhado na rede de drenagem até que sofra oxidação; os resíduos de grande porte ficam presos nas galerias, retendo aqueles mais flexíveis, como papel, papelão, plástico, trapos etc, que passam a construir verdadeiras barreiras, represando as águas das enxurradas nos tubos e galerias subterrâneas, impedindo a circulação efetiva da água e alagando logradouros e vias públicas.

Os resíduos pequenos, como areias, saibros e materiais de construção fragmentados são transportados pelo fluxo e depositados na base dos condutos, produzindo o assoreamento dos corpos d'água e diminuindo sua vazão.

Nesse contexto, os processos desencadeadores das enchentes, apontados por TUCCI et alii (1995) e por BARREIRO (1997) em relação a importância deles no dimensionamento das obras de engenharia hidráulica no espaço urbano, comprovam que as articulações diárias do cotidiano urbano favorecem a ocorrência de fenômenos naturais agilizados pela ação antrópica. O sistema de drenagem urbana, com todas as suas consequências ambientais, quando fundamentado em planos, projetos, legislações e obras constituiu-se no modelo urbanístico como mitigador dos processos de inundações localizadas.

Diante do exposto, acredita-se que o plano de drenagem urbana deve embasar-se em critérios ambientais, sociais e econômicos, e não exclusivamente em projetos hidráulicos. Considera-se que a análise de variáveis como o uso do solo, o zoneamento, o sistema viário, etc, propiciam a elaboração de um plano que contemple a visão global do espaço e de suas necessidades como prerrogativas para a efetivação do processo.

A análise dos impactos da urbanização sobre o sistema hidrológico, em todos os seus níveis, tem levado a sociedade a uma tomada crescente de consciência sobre questões vinculadas à preservação ambiental, na busca de medidas que minimizem os impactos oriundos da intervenção antrópica.

A visão global do sistema urbano, contemplando as ações sociais e o arranjo dos atributos naturais no gerenciamento do território, vem garantir que as atividades antrópicas desenvolvam-se dentro de uma perspectiva equilibrada de uso, não como fator limitante a tais atividades, mas como prerrogativa para o desenvolvimento, em todas as suas instâncias.

É nesse sentido que o zoneamento, como instrumento político e normativo de disciplinamento de uso e ocupação do território a partir de parâmetros técnicos e legais, considera a interveniência no meio de múltiplos fatores, que exercem influências conflitantes, atenuadas pelo gerenciamento dos fenômenos e conflitos inerentes ao espaço.

O zoneamento compreende um conjunto de regras restritivas à ocupação, como por exemplo de áreas de maior e menor risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em decorrência das grandes cheias, estabelecendo-se nessas áreas normas que restrinjam o uso do solo, o zoneamento deve estar previsto no Plano (Processo) Diretor da Cidade e integrar-se a um plano de Desenvolvimento Urbano.

Nesse contexto desde 1965 a Legislação Federal Brasileira na Lei nº 4771 já contemplava o parcelamento do solo urbano com restrições a ocupação de áreas inundáveis, esta lei foi atualizada em 1979 com a Lei Federal de nº 6766.

Em 1989 a Lei 6766/79 é alterada impondo restrições por exemplo à ocupações de áreas inferiores a 30 metros da maior cota de inundação.

A ocupação de áreas de fundo de vale figura como um fator preocupante no que se refere às inundações. Contudo um planejamento que contemple a manutenção de canais e que permita o escoamento livre das cheias, mantendo-se condições mais próximas das naturais, pode minimizar os efeitos de tal ocupação. Portanto, a regulamentação do uso dessas áreas precisa especificar quais as condições naturais a serem mantidas, e quais os usos que a comunidade pode fazer, sem maiores riscos. A principal cautela na ocupação dessas áreas refere-se à delimitação de uma cota segura, acima do nível máximo da água esperado na época da cheia, sendo que esse procedimento é imprescindível, quando se trata de áreas já ocupadas, uma vez que as cheias apresentarão um pico alto, de pequena duração, enquanto as zonas de armazenamento temporário repercutem de forma mais acentuada. (CETESB, 1986).

É a partir do zoneamento de áreas inundáveis que os projetos de uso das áreas de fundo de vale ganham maior atenção quanto aos possíveis quadros de inundações em áreas já estabelecidas.

O zoneamento de risco dessas áreas depende de planos municipais, regionais e estaduais para o controle de enchentes, e confere poderes normativos em âmbito federal, estadual e municipal, os quais devem estar pautados por estudos de equipes multidisciplinares.

Nas áreas de ocupação urbana já consolidadas é comum a insuficiência do sistema de drenagem, ou seja, as galerias apresentam-se insuficientes para a condução das águas pluviais em razão do aumento do escoamento superficial, provocado, entre outros fatores, pelo aumento da impermeabilização, sendo necessária a ampliação do sistema de galerias, considerando que o planejamento do sistema de águas pluviais deve levar em conta tanto as chuvas mais frequentes, com um período de retorno de 2 a 10 anos, como as chuvas mais críticas, com período de retorno da ordem de 20 anos.

Na prática, o mau dimensionamento dos sistemas de drenagem, seja por erros técnicos, seja por não se considerar a dinâmica natural e socio-econômica do espaço, seja pela ausência de planejamentos que venham garantir o desenvolvimento social, pautado por uma visão qualitativa de uso e ocupação do espaço, com menor risco possível de eventos catastróficos, constitui a razão de grande parte dos problemas hoje vivenciados sobretudo no meio urbano. Sem uma visão global de ordenamento das ações no espaço, fica-se fadado a responder pelas drásticas consequências da intervenção antrópica sobre o meio natural.

O planejamento urbano deve tratar os projetos de uso das áreas de fundo de vale de forma integrada, considerando uma política adequada de desapropriação, quando necessário, e preservação dos rios e de suas várzeas, de modo que o escoamento de enchentes maiores que as previstas em projetos de inundação e armazenamento temporário, se faça em função da capacidade dos canais existentes ou projetados, levando-se em conta a implantação de áreas verdes inundáveis, com uso não conflitante com a atenuação dos picos de cheia.

Nas áreas ou trechos do canal onde não seja possível a preservação total dessas áreas, em virtude do adensamento urbano já consolidado, deve-se reservar um percentual significativo delas em condições de permeabilidade. Embora, advogue-se pela manutenção dos corpos d'água em seu leito natural, considera-se pertinente esclarecer, que a CETESB (1986) propõe que as obras de canalização devem ser capazes de promover vazão correspondente a 98% das enchentes ou, pelo menos, correspondente a uma enchente que desencadeie extravasamento ou inundações, cuja periodicidade de ocorrência seja de 50 e 100 anos. Deve-se, ainda, estudar as consequências de uma possível inundação, criando medidas que venham a atenuar os danos decorrentes desta. Essas medidas devem figurar como mecanismos de retardamento do pico de cheia na bacia ou interceptação e transporte dos excessos para bacias adjacentes.

A implantação de vias de tráfego locais e expressas, zonas comerciais e residências em áreas de fundo de vale devem-se fundamentar em criteriosos estudos que contemplem os aspectos naturais, econômicos e sociais, de modo a causar menor risco possível à população.

Freqüentemente as obras de canalização projetadas para dado grau de segurança contra inundações, considerando um determinado percentual de área permeável na bacia, vêem-se comprometidas pela ocupação fora dos níveis previstos e, substancialmente, pela impermeabilização advinda dessa ocupação. Assim, deve-se considerar no planejamento, o máximo possível, a conservação do traçado natural do rio, e a projeção máxima possível da evolução das áreas impermeáveis nas bacias.

Uma vez instalado o problema, as medidas de contenção de enchentes, mesmo que de efeitos paliativos, envolvem custos onerosos à população, seja pela implantação de grandes obras de engenharia, seja pela desapropriação de residências.

Na grande maioria dos casos, as enchentes urbanas atingem áreas com adensamento urbano já bastante consolidado, o que resulta em um encaminhamento de medidas que inevitavelmente apresentam-se como de caráter mitigador, salvo exceções naquelas áreas onde a ocupação urbana ainda não se mostre pronunciada.

## Medidas de Contenção

As medidas mitigadoras de controle de enchentes em áreas urbanas são atividades que visam a promover a minimização dos impactos oriundos do fenômeno de cheias, podendo ser classificadas em estruturais e não estruturais.

TUCCI (1995) define medidas estruturais como obras de engenharia empregadas para reduzir o risco de enchentes, podendo ser extensivas, quando agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão; ou de caráter intensivo, quando agem diretamente no curso d'água, acelerando o escoamento superficial, como por exemplo, com a construção de diques e aumento da vazão. Com modificações na morfologia do canal fluvial (corte de meandros), alterando-se a velocidade da água no canal em virtude da redução da rugosidade, eliminando-se obstruções ao escoamento a partir de dragagens, aprofundamento do canal e aumento de declividades; ou, ainda, com a construção de reservatórios e bacias de amortecimento que agem como superfícies retentoras do volume de água, que reduzem a vazão natural.

As medidas não estruturais, alicerçando-se em um caráter preventivo e disciplinador, buscam, no gerenciamento do uso do solo, o seu principal objeto de análise, contemplando a ocupação do espaço urbano dentro de normas legais pré-estabelecidas e critérios de usos que considerem a dinâmica do meio físico e a forma de estruturação do urbano em um sistema hidrográfico. Para tanto, considera, entre outras, a adoção de medidas como o zoneamento de áreas inundáveis como fator básico na políticas de gerenciamento do uso do solo.

Os métodos adotados no controle das inundações são considerados de acordo como a área de abrangência do fenômeno, podendo ser classificados em controles distribuídos (controle na fonte), tendo como principais medidas técnicas, o aumento de áreas de infiltração, a percolação e o armazenamento temporário em residências e telhados. Essas medidas enquadram-se entre as não estruturais, atuando em toda a área da bacia, privilegiando ações que promovam a preservação da vegetação que permite maior infiltração a partir de condições mais próximas possíveis do natural; redução da poluição transportada para os rios e diminuição das vazões máximas à jusante, a partir do emprego de pequenos reservatórios.

Nesse sentido, o zoneamento de áreas inundáveis para fins de planejamento de uso do solo e mesmo na tomada de decisões quanto às medidas que venham a atenuar os efeitos catastróficos das inundações urbanas, constitui-se elemento determinante para um conhecimento prévio da vulnerabilidade do meio frente à intervenção antrópica.

As áreas de várzea assistem comumente a um processo antagonico no que diz respeito à dinâmica natural de frequência de cheias e à ocupação antrópica, que altera todo um processo estabelecido por leis naturais. O correto disciplinamento de uso do solo dessas áreas deve contemplar, evidentemente, um percentual significativo de áreas permeáveis. Contudo, quando o planejador se depara com uma situação de ocupação desordenada já consolidada, com índices de impermeabilização expressivos, deve considerar medidas alternativas que atenuem o pico de vazão a partir de reservatórios ou de estruturas que permitam maior índice de infiltração.

Considerando que as áreas de várzeas devam ter um uso compatível com suas características físicas, a utilização delas como áreas verdes destinadas à recreação, conservando-se suas características naturais que contribuem para atenuação dos picos de cheia, constituem-se uma boa opção, uma vez que estas permanecem perfeitamente integradas à paisagem urbana, produzindo, não apenas a redução do custo de sistemas de drenagem, como o emprego de onerosas medidas estruturais.

TUCCI (1995) considera que a abordagem da construção e eficácia de reservatórios muitas vezes atingem uma conotação equivocada, sendo sempre aliada a grandes e onerosas construções de engenharia. Contudo, a prática tem revelado que reservatórios construídos em

áreas urbanizadas, com a função primordial de armazenar parte da água pluvial, podem representar uma pequena superfície de pequeno volume, integrando a área de um condomínio, ou mesmo uma área pública, consideradas as características das cheias urbanas em geral que apresentam um alto pico e pequeno volume. Portanto, um reservatório, ainda que pequeno, será suficiente para atenuar o pico de vazão máxima.

As medidas que visam a promover a redução do pico de vazão, através do amortecimento da onda de cheia ou armazenamento dos volumes escoados, podem tornar-se de uso comunitário, seja integrando áreas de recreação seja em usos domésticos.

A bibliografia relacionada ao tema considera que diversas medidas de controle de cheias, principalmente em áreas urbanizadas ou de contenção na fonte ou à jusante, deva ser empregada de acordo com as características estruturais levantadas no projeto.

Essas medidas foram classificadas por Urbonas & Stolher (1992 apud CANHOLI, 1995) em dois grupos principais de acordo com sua localização no sistema de drenagem: de contenção na fonte, compreendendo pequenas dimensões e localizadas próximas aos locais onde os escoamentos são produzidos, permitindo maior aproveitamento de condução do fluxo à jusante; e contenção a jusante, que compreende os reservatórios que visam a controlar os deflúvios provenientes de partes significativas da bacia.

O uso de medidas não estruturais tem mostrado na prática resultados importantes, embora se aconselhe o uso simultâneo de duas ou mais medidas. Ou seja, a progressiva redução do pico de cheia de uma área pode estar relacionada não apenas ao planejamento do uso do solo, como à ocorrência de áreas verdes e reservatórios.

Assim, a tomada de decisão quanto as medidas de contenção de inundações a serem adotadas devem estar contidas nos planos de disciplinamento do uso do solo urbano para as áreas já ocupadas e aquelas em processo de ocupação, como medidas que venham minimizar o quadro de impactos oriundos da intervenção antrópica.

## Conclusões

A inabilidade do homem na gerência do espaço promove cenários conflitantes no que concerne ao uso e ocupação do solo, e resulta em situações problemáticas, agravadas pela intensificação dos fenômenos naturais, potencializados pela ação antrópica.

Dentre os diversos cenários conflitantes da paisagem urbana, a ocupação desordenada do espaço, aliada a ausência de um planejamento que contemple as restrições oferecidas pelo meio natural, tem resultado em ocupação de áreas periodicamente atingidas por enchentes, que podem representar perdas materiais e humanas incalculáveis.

Em países como o Brasil, a adoção de medidas estruturais em contenção de enchentes, adotadas freqüentemente quando o problema já se mostra bastante pronunciado, faz parte do cenário urbano, que, na grande maioria das vezes, não atende as expectativas de viabilidade econômica, sendo questionada também sua viabilidade técnica. Esse quadro revela a ausência de um planejamento que contemple os atributos básicos de uso e ocupação do solo, descritos exaustivamente em planos de disciplinamento de uso do solo.

Outro fator a ser considerado, é que a maioria das Prefeituras Municipais brasileiras não dispõem de um orçamento voltado à adoção de medidas de alto custo, o que torna justificável a compatibilização de medidas não estruturais e estruturais integradas para minimizar os graves efeitos decorrentes das cheias.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARREIRO, C.H. Tópicos sobre observação de drenagem superficial de vias urbanas . São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 143p., 1997.

BERRIOS, M.R. Os resíduos sólidos e as enchentes urbanas. In.: Anais do 3. Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, vol. 1 - Comunicações, Londrina- PR, p. 608 - 622, 1991.

BRASIL - Constituição da República Federativa do Brasil (1988).

CANHOLI, A. P. Soluções Estruturais não convencionais em Drenagem Urbana. São Paulo. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.

CETESB Drenagem Urbana. Manual de Projetos - São Paulo, 1986.

TUCCI, C.E.M. Drenagem Urbana Porto Alegre: Editora da Universidade - UFRGS, p. 15 - 37, 1995.

REGINA CÉLIA DE OLIVEIRA

Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento / Doutoranda em Geociências e Meio Ambiente/ UNESP/Rio Claro (SP).  
Laboratório de Geomorfologia / Departamento de Planejamento Territorial e de Geoprocessamento