
O USO DE GRANDES RESERVATÓRIOS PARA A ARMAZENAGEM DA ÁGUA DA CHUVA NO CONTROLE DE ENCHENTES URBANAS

THE USE OF LARGE RESERVOIRS FOR THE STORAGE OF RAINWATER IN THE CONTROL OF URBAN FLOODS

Alexander Josef Sá Tobias da Costa¹
Ítalo Vinicius da Silva Rocha²

RESUMO: O crescimento urbano, apoiado em intensas alterações nos sistemas naturais, causa consequências negativas para o ambiente, gerando, por exemplo, mudanças na circulação da água na superfície. Essas mudanças implicam em inundações urbanas, que geram diversos impactos socioambientais nas cidades. O artigo analisa uma contribuição para a solução/minimização dos problemas das inundações urbanas, que são os reservatórios para armazenamento da água das chuvas. Esses reservatórios têm sido utilizados em várias cidades do mundo, transformando-se em uma das mais frequentes medidas estruturais adotadas. Observa-se que longe de ser considerada como “a” solução para os recorrentes problemas das inundações urbanas, a construção de reservatórios de armazenamento envolve diversos outros fatores estruturais e não-estruturais, que, quando desconsiderados, podem ocasionar o sucesso relativo (ou mesmo nulo) dessa intervenção urbana de grande porte.

Palavras-chave: Inundações urbanas. Reservatórios de armazenamento. Urbanização. Medidas estruturais. Impactos socioambientais.

ABSTRACT: Urban growth, supported by intense changes in natural systems, because adverse consequences for the environment, generating, for example, changes in the circulation of water on the surface. These changes imply urban floods, which generate several social and environmental impacts in cities. The article analyzes a contribution to the solution / minimization of urban flooding problems, which are the reservoirs for storage of rain water. These reservoirs have been used in cities around the world, becoming one of the most frequent structural measures adopted. It is observed that far from being considered as “the” solution to the recurrent problems of urban flooding, the construction of storage

1 Professor Adjunto – IGEOG/PPGEO – UERJ. E-mail: ajcostageo@gmail.com.

2 Mestre em Geografia – PPGEO/UERJ. E-mail: italotijuca@gmail.com.

Artigo recebido em abril de 2019 e aceito para publicação em maio de 2019.

tanks involves several other structural and non-structural factors, which, when ignored, may lead to the relative (or even null) success of this large urban intervention

Keywords: Urban flooding. Storage tanks. Urbanization. Structural measures. Social and environmental impacts.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização ocorre em todos os continentes do planeta, ainda que com intensidades diferenciadas. O crescimento da população urbana - e, conseqüentemente, das áreas ocupadas pelas cidades - mostra-se nos dias atuais como uma tendência em todos os países do mundo, ocasionado por movimentos migratórios campo-cidade que são responsáveis pelo aporte de milhões de novos habitantes nos ambientes urbanos. Além de problemas socioeconômicos, também as questões socioambientais devem merecer a atenção do poder público e igualmente de pesquisadores.

Em nações subdesenvolvidas, a infraestrutura urbana fica quase sempre sobrecarregada com o crescimento das cidades, visto que esse processo gera grande concentração populacional em pequenas áreas, com deficiência no sistema de transporte, falta de abastecimento e saneamento, poluição do ar e água, além das inundações. As condições ambientais inadequadas prejudicam as condições de saúde e qualidade de vida da população, o que aumenta os impactos ambientais, que se tornam limitadores de desenvolvimento (TUCCI, 2005).

Algumas das modificações comuns observadas nas cidades estão ligadas a impermeabilização do solo urbano, ocupação das encostas e canalização dos rios. Tais alterações se relacionam com o aumento do escoamento superficial das águas, principalmente aquelas provenientes das chuvas. As conseqüências ocorrem principalmente a jusante, pois passam a ser as áreas que mais sofrem com enchentes e inundações. Os rios canalizados têm a vazão potencializada e perdem sua planície de inundação devido à alteração de suas margens e áreas ao redor.

No ambiente urbano, a alteração antrópica promove alterações no uso e ocupação do solo e diretamente nos cursos d'água. Fatores ou elementos do meio físico, como, relevo (forma e ângulo das vertentes), cobertura vegetal, precipitação, volume de água, tipo e morfometria do canal, são tradicionalmente apontados como elementos que influenciam diretamente na ocorrência de cheias ou inundações nos baixos cursos dos rios (ROCHA, 2015; OLIVEIRA, 2011; COSTA, 2010; AMANTE, 2006).

Tucci et al. (1995), afirma que a ocorrência de enchentes no Brasil é fruto principalmente de uma gerência inadequada do planejamento de drenagem e de uma filosofia errônea, onde uma boa drenagem é aquela que permite escoar rapidamente a água precipitada sobre a área de estudo. No entanto, diz Tucci, a melhor drenagem é aquela que drena o escoamento sem produzir impactos nem no local, nem a jusante.

Canholi (2005) menciona que em antigas soluções estruturais na drenagem urbana eram implantadas obras de canalização dos rios para assim acelerar o escoamento e o afastamento rápido dos picos de cheias para os corpos d'água de jusante.

Porém, os conceitos sobre drenagem se modificaram; novos conceitos têm sido adotados para a readequação ou o aumento da eficiência hidráulica dos sistemas de drenagem que visam retardar os escoamentos, de forma a aumentar os tempos de concentração e reduzir as vazões máximas instantâneas; amortecer os picos de vazão e reduzir os volumes de enchentes; e conter, tanto quanto possível, o escoamento superficial no local da precipitação, pela melhoria das condições de infiltração, ou ainda outros métodos como reservatórios para armazenamento da água (CANHOLI, 2005).

MEDIDAS ESTRUTURAIS E MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

Em drenagem urbana, existem medidas que merecem atenção especial devido à importância que têm para o desenvolvimento, consolidação e manutenção de um projeto, isto é, as medidas de controle.

Medidas de controle podem ser divididas em medidas estruturais e não estruturais. Existem diferentes formas de se defini-las, mas a ideia central é sempre a mesma: em documento elaborado para o I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, realizado na cidade de Florianópolis em 2004, Tucci definiu as Medidas de Controle da seguinte forma:

“Medidas estruturais são obras que alteram o rio ou a bacia, portanto o homem modifica o sistema natural. Podem ser divididas em medidas extensivas, quando as medidas são sobre a bacia: reflorestamento, alteração no tipo de plantio; e medidas intensivas, quando são sobre o rio, barragem, diques, mudança de leito etc. Medidas não estruturais são medidas de convivência com o rio: alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco, seguro e proteção individual etc.” (TUCCI, 2004, p.20)

A Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (fundação criada para colaborar com instituições públicas e privadas do estado de São Paulo em áreas como de engenharia ambiental e de recursos hídricos), realizou junto com a Prefeitura de São Paulo um estudo sobre projetos de drenagem urbana no município, e definiu tais medidas da seguinte forma:

“Medidas Estruturais são constituídas por medidas físicas de engenharia destinadas a desviar, deter, reduzir ou escoar com maior rapidez e menores níveis as águas do escoamento superficial direto, evitando assim os danos e interrupções das atividades causadas pelas inundações. Envolve, em sua maioria, obras hidráulicas de porte com aplicação maciça de recursos. Entretanto, não são projetadas para propiciar proteção absoluta, pois estas seriam física e economicamente inviáveis na maioria das situações. Medidas Não Estruturais não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas, basicamente, por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações.” (PMSP/FCTH, 1999, p.19)

Santos (2012) afirma que para a obtenção de resultados confiáveis, o ideal no combate às enchentes urbanas seria utilizar concomitantemente o que ele considera como as duas grandes frentes técnicas:

- A primeira, diz respeito às medidas hidráulicas estruturais, que o autor define como aquelas diretamente vinculadas ao sistema natural e construído de drenagem, correspondendo às obras de desassoreamento dos rios, córregos e drenagens construídas, além de seu alargamento e aprofundamento quando necessário, e à eliminação de pontos de estrangulamento representados por pontes, galerias e sistemas de drenagem antigos que já não suportam mais as vazões a que são submetidos;
- E a segunda frente é representada pelo conjunto de medidas não estruturais, que possuem ação fora das calhas hidrográficas atuando diretamente sobre as causas, ou seja,

expedientes voltados ao aumento da capacidade de retenção de águas pluviais nas sub-bacias afluentes: reservatórios domésticos e empresariais de acumulação e/ou infiltração de águas de chuva; disseminação de bosques florestados, calçadas, valetas, pavimentos e pátios drenantes, etc; ações voltadas a reduzir ao máximo o assoreamento das drenagens naturais e construídas, através da redução da erosão nas frentes de expansão metropolitana do lançamento irregular do lixo urbano e do entulho de construção civil; medidas de planejamento urbano em atendimento à necessidade de se conter a forte tendência de espraiamento geográfico, onde áreas naturais são incorporadas à mancha urbana, implicando sucessivas sobrecargas ao sistema urbano de drenagem.

A PMSP/FCTH (1999) destaca que a falta de suporte de medidas não estruturais é apontada como uma das maiores causas de problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. E Canholi (2005) afirma que as ações não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas. As medidas não estruturais estão ligadas, principalmente, a questão da consciência e educação ambiental da população dentro da temática de enchentes.

A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações.

RESERVATÓRIOS CONTRA ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Como forma de combate às enchentes, muitos mecanismos para detenção dos escoamentos estão sendo utilizados. Para Canholi (2005) “as obras e os dispositivos aplicados para favorecer a reserva dos escoamentos constituem o conceito mais significativo e de amplo espectro no campo das medidas inovadoras em drenagem urbana.”

As bacias hidrográficas localizadas em meio urbano têm a sua capacidade de armazenamento reduzida por conta dos efeitos da urbanização. Os reservatórios de detenção visam minimizar o impacto hidrológico da redução da capacidade de armazenamento natural da bacia, amortecendo os picos de enchentes e retardando o escoamento, através do aumento no tempo de concentração, aliviando assim o funcionamento da rede de drenagem (TUCCI et al., 1995). Podem ter disposição e forma variada, de acordo com as características da bacia onde serão implantados.

Tucci et al. (1995) destaca que a utilização dos reservatórios é feita de acordo com o objetivo do controle desejado, e os controles podem ser divididos em:

- Controle da vazão máxima: Este é o tipo de controle dos efeitos de inundação sobre áreas urbanas. O reservatório é utilizado para amortecer o pico à jusante, reduzindo a seção hidráulica dos condutos e mantendo as condições de vazão preexistentes na área desenvolvida.
- Controle do volume: Normalmente, esse tipo de controle é utilizado quando os escoamentos cloacal e pluvial são transportados por condutos combinados ou quando recebe água de uma área sujeita a contaminação. Como a capacidade de uma estação de tratamento é limitada, é necessário armazenar o volume para que possa ser tratado. O reservatório também é utilizado para a deposição de sedimentos e depuração da qualidade da água, mantendo seu volume por mais tempo dentro do reservatório.
- Controle de material sólido: Quando a quantidade de sedimentos produzida é significativa, esse tipo de dispositivo pode reter parte dos sedimentos para que sejam retirados do sistema de drenagem.

Canholi (2005) diferenciou três tipos de bacias:

— Bacias de Retenção: Reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir a finalidades de lazer, paisagísticas, ou até para abastecimento de água, ou outras funções. O nível d'água eleva-se temporariamente acima dos níveis normais durante ou imediatamente após as cheias. Ou seja, os escoamentos são retidos não apenas para atender aos requisitos de controle da quantidade.

— Bacias de Detenção: Áreas normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas. O tempo de detenção guarda relação apenas com os picos máximos de vazão requeridos a jusante e com os volumes armazenados.

— Bacias de Sedimentação: Reservatórios com a função principal de reter sólidos em suspensão ou absorver poluentes carreados pelos escoamentos superficiais. A bacia de sedimentação pode ser parte de um reservatório com múltiplos usos, incluindo o de controle de cheias.

Cada tipo de reservatório também pode ser on-line e/ou off-line. Reservatórios on-line encontram-se na linha principal do sistema e restituem os escoamentos de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem, de maneira contínua, normalmente por gravidade. Os reservatórios off-line retêm volumes de água desviados da rede de drenagem principal quando ocorre à cheia, e os devolvem para o sistema, geralmente por bombeamento, ou por válvulas controladas, depois de obtido o alívio nos picos de vazão.

Quando a obra de reservação possui finalidade múltipla, incluindo o controle da qualidade da água, pode-se prever, em um mesmo ponto do sistema, os dois tipos de reservatórios, acoplando um reservatório off-line com a finalidade de reter os volumes iniciais do deflúvio, que contêm normalmente a maior carga de poluentes, provenientes da lavagem das ruas e edificações, ao reservatório permanente on-line (CANHOLI, 2005).

Grandes reservatórios de armazenamento de água têm como vantagem justamente o seu tamanho, pois o volume de água armazenado pode corresponder ao volume de uma enchente de grandes proporções, o que evitaria uma série de impactos que esse fenômeno causa.

Por outro lado, esse mecanismo também pode ser problemático. A urbanização diminuiu drasticamente as áreas livres nos grandes centros o que dificulta a implantação desses grandes reservatórios. Na maioria dos casos a opção mais indicada é procurar uma área subterrânea apropriada, o que também não é simples em grandes centros. E outro fator importante a ser observado é que geralmente grandes centros urbanos possuem altas taxas de poluição, inclusive em seus cursos d'água, o que exige uma manutenção extremamente eficaz nos reservatórios pois a quantidade de lixo e sedimentos carregada é enorme, e lixo armazenado por longo período de tempo pode tornar a área do reservatório propícia a proliferação de vetores de doenças.

O regime de chuvas da localidade também deve ser estudado minuciosamente porque se o reservatório atingir sua máxima capacidade de armazenamento e a cidade for seguidamente assolada por eventos críticos de chuva o reservatório se tornará obsoleto e a enchente ocorrerá da mesma forma.

EXEMPLOS DO USO DE RESERVATÓRIOS NO COMBATE A ENCHENTES

Serão descritos três casos em diferentes localidades onde há o uso de reservatórios contra enchentes. É interessante observar como cada localidade possui peculiaridades que permitem experiências distintas quanto ao uso desse tipo de mecanismo.

Região Metropolitana de São Paulo

Assim como em diversos estados brasileiros, São Paulo sofre todos os anos com fortes chuvas que provocam grandes estragos por conta das enchentes e inundações que se formam.

Durante a década de 1990, o engenheiro Aluísio Pardo Canholi desenvolveu estudos e conceitos em sua tese de doutorado, “Soluções Estruturais Não-Convencionais em Drenagem Urbana”, e levou algumas alternativas de solução aos órgãos responsáveis pelo gerenciamento de drenagem da cidade de São Paulo.

As soluções propostas pelo engenheiro resultaram na implantação na cidade de São Paulo de reservatórios para controle de cheias, também conhecidos como piscinões. Com a implantação dos primeiros projetos, após a publicação de sua tese de doutorado (1995), Canholi coordenou, a partir de 1998, o PDMAT (Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê), projeto de alta complexidade devido aos sérios problemas de recursos hídricos da região do Alto Tietê.

Canholi em sua obra “Drenagem Urbana e Controle de Enchentes” de 2005, inspirada em sua tese de doutorado, além de descrever sobre novas técnicas, metodologias e diretrizes adotadas nos atuais projetos de drenagem urbana, também analisa através de estudos de casos as obras e planos adotados em projetos realizados na região metropolitana de São Paulo. O autor explica através de dados comparativos como os projetos melhoram a drenagem das áreas modificadas em relação ao período anterior a implantação dos piscinões.

Apesar de estudos e métodos que mostram uma melhora nas condições de certas áreas em relação às enchentes, muitos questionam a eficiência dos reservatórios e a capacidade do governo de fazer corretamente sua manutenção. O questionamento se dá principalmente por conta de áreas que mesmo após a implantação dos piscinões continuam com problemas de enchentes.

Em alguns casos, por conta da modificação das áreas de implantação, novos problemas são gerados. Muitos piscinões não são fiscalizados adequadamente e se tornam até mesmo locais de moradores de rua e viciados em drogas, o que altera o cotidiano de moradores próximos pois há aumento do número de roubos e furtos ocasionados por usuários de drogas instalados nas áreas dos reservatórios.

Algumas das críticas feitas ao uso de reservatórios em São Paulo se referem aos altos custos de implantação, manutenção e operação, que podem ser superiores aos custos de soluções tradicionais de ampliação dos canais ou galerias.

A implantação de reservatórios para combater as enchentes em São Paulo é motivo de constantes debates, não só em torno da eficácia do projeto, mas também por questões políticas, pois órgãos municipais e estaduais divergem em relação a quem é responsável pela manutenção dos reservatórios.

Região Metropolitana de Tóquio

O desenvolvimento econômico do Japão aconteceu concomitantemente com seu processo de urbanização. Tais processos ocasionaram alto grau de impermeabilização do solo, o que agravou fortemente os impactos causados por alguns fenômenos enfrentados pelo Japão, como as enchentes e inundações.

Para enfrentar os impactos causados por inundações e enchentes os japoneses investiram em diversas soluções de diferentes níveis tecnológicos e de complexidade. Foram implantados desde calçadas permeáveis até um sistema subterrâneo de reservatórios interligados por quilômetros de túneis para dar vazão às águas das chuvas (VIANI et al, 2008).

A maior medida adotada pelos japoneses para se tentar conter o problema de enchentes de uma vez por todas, foi um gigantesco sistema de drenagem de águas pluviais. Este sistema impede o transbordamento dos sistemas de drenagem urbana, evitando as possíveis inundações. O sistema tem a capacidade de suportar o transbordamento dos cinco rios da periferia de Tóquio.

O G-CANS Project é considerado o maior sistema de drenagem do mundo. É composto por cinco reservatórios subterrâneos interligados por um túnel de 6,3 quilômetros de comprimento e 10 metros de diâmetro, enterrado a 50 metros de profundidade. O tanque principal possui uma capacidade de 340 mil metros cúbicos e dimensões de 177 metros de comprimento, 24 metros de altura e 77 metros de largura.

O funcionamento do sistema ocorre através do enchimento de um dos quatro primeiros reservatórios excedentes dos rios que beiram Tóquio. Depois a água vai para o reservatório principal onde é transferida para um tanque de decantação. O tanque está conectado a uma casa de operações onde dez turbinas bombeiam a água para o Rio Edogawa a uma velocidade de 200 mil litros de água por segundo.

Até o funcionamento do G-Cans Project, as obras de construção demoraram cerca de 15 anos, tendo início em 1992. Esta obra teve um custo aproximado de 1,5 milhões de euros. Durante o período de estiagem o G-Cans fica aberto para a visita no Museu Ryukyukan na cidade de Kasakube que pertence a província de Saitama (região metropolitana de Tóquio), pois o projeto é tratado como um monumento histórico para o Japão, sendo utilizado em alguns casos, como cenários de filmes e comerciais.

Em Tóquio, alguns piscinões são aproveitados como áreas de múltiplos usos (Figuras 1 e 2). Durante o período seco, utiliza-se o fundo do reservatório escavado como quadras esportivas e pátios de colégios, e durante as inundações os mesmos são ocupados pelas águas. Com isso, consegue-se potencializar a função social de uma construção cara e mal vista pela vizinhança, além de reduzir os custos com desapropriações (VIANI et al, 2008).



Fonte: Viani et al (2008)

Figura 1. Área de usos múltiplos em período de estiagem



Fonte: Viani et al (2008)

Figura 2. Áreas de usos múltiplos em momento de chuva forte

A experiência adquirida ao longo de sua história contribuiu para que o país aprendesse a se preparar de uma maneira que diminuísse ao máximo os danos possíveis causados por eventos de diferentes naturezas. Isso se dá através do uso correto de sua forte economia, onde há um grande investimento em tecnologia e na construção de uma infraestrutura que suporte esses fenômenos; e na disciplina de seu povo, que é bem preparado e orientado para lidar com tais acontecimentos.

Cidade do Rio de Janeiro

Muitas são as condicionantes naturais e antrópicas que favorecem a ocorrência de inundações na cidade do Rio de Janeiro. A disposição da cidade, em planícies costeiras entre montanhas, ocasiona, por um lado, a ocorrência de precipitações intensas, de efeito orográfico e, por outro lado, a formação de cheias devido às fortes declividades que resultam em escoamentos rápidos, com baixos tempos de concentração. A baixa permeabilidade, resultante de camadas pouco espessas de solos predominantemente argilosos sobre rocha, e grandes áreas de rocha sã, também vem contribuir para a formação dos picos de vazão, gerando grandes volumes de cheia nas áreas baixas. Além disso, o efeito da impermeabilização reduz a capacidade hidráulica dos canais nas partes mais baixas.

Com relação às causas de natureza antrópica, pode-se citar, primeiramente, a ocupação das baixadas e áreas de várzea, que resultou em uma grande quantidade de interferências concentradas em faixas estreitas, como sistema viário, ferroviário e equipamentos urbanos. Some-se a isto que a expansão urbana ocorreu, principalmente, pela ocupação dos morros e pela construção de aterros sobre o mar e sobre áreas de mangue. A ocupação dos morros gerou incrementos na formação de sedimentos, com conseqüente assoreamento e redução de capacidade dos canais. A construção de aterros sobre o mar e áreas de manguezais implicou em obras de retificação e prolongamento dos canais em longos trechos com declividades muito baixas ou nulas. Em geral, essas obras de canalização resultaram na concentração dos pontos de lançamento, agravando a ocorrência de inundações em diversos pontos da cidade do Rio de Janeiro.

Em uma das áreas mais atingidas a prefeitura decidiu combater as enchentes através do reforço de galerias, desvio de canais e, principalmente, utilização de reservatórios de detenção.

Os locais escolhidos para a implantação de reservatórios estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, que é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, e está localizada na porção oeste da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. A Bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,43 km² e seus principais cursos d'água afluem para o Canal do Mangue (canal artificial criado para receber as águas dos rios da bacia em uma das tentativas de resolução dos problemas de drenagem da localidade) que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara.

A bacia é caracterizada por forte declividade, com cotas que variam entre 1022 metros, no alto do maciço da Tijuca, e -3 metros, na foz do Canal do Mangue, na Baía de Guanabara. Na bacia estão localizados importantes equipamentos urbanos, como a sede da Prefeitura Municipal, o estádio do Maracanã e o Sambódromo, além de sistemas viários fundamentais para a cidade, como a Avenida Radial Oeste, Avenida Presidente Vargas, Praça da Bandeira e linhas férreas de metrô e trem.

De acordo com a Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, a reservação na macrodrenagem constitui uma alternativa de solução estrutural que visa restituir ou fornecer à bacia um amortecimento dos picos dos hidrogramas e um retardo no tempo de concentração da bacia hidrográfica, a fim de promover uma adequação das vazões de projeto às capacidades de escoamento dos canais da macrodrenagem. A reservação artificial é feita por meio de reservatórios de detenção, que armazenam os volumes de cheia durante os eventos de maior intensidade, e devolvem estes volumes ao curso d'água, em condições condizentes com a capacidade da calha, por meio de gravidade (reservatórios on line) ou por bombeamento (reservatórios off line).

O reforço hidráulico de galerias e canais constitui uma alternativa hidráulica que visa aumentar a capacidade do canal, e que é viável quando há área disponível para tanto e, principalmente, quando sua aplicação não constitui incremento de vazões a jusante, agravando o problema de inundações em bacias adjacentes. No caso da Bacia do Canal do Mangue, cujo exutório é a Baía de Guanabara, a prefeitura da cidade afirma que esta alternativa se torna particularmente aplicável, uma vez que tem menor potencial para causar impacto negativo nas áreas de jusante. Da mesma forma, o desvio de cursos d'água com alteração de seu exutório para a baía, em lugar dos exutórios atuais, nos canais da macrodrenagem, também está sendo uma alternativa considerada.

A Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue tem suas principais restrições de escoamento nas áreas baixas e em seções restritivas nos canais da macrodrenagem, tais como pontes, travessias e trechos de galeria.

O projeto na cidade do Rio de Janeiro está em fase de implantação. O reforço de galerias ainda está sendo feito, e dos cinco reservatórios a serem implantados previstos no projeto apenas um já está em fase de funcionamento, e foi inaugurado em dezembro de 2013. A localidade onde está o único reservatório inaugurado ainda não recebeu altos índices de precipitações que costumam alagar a área, por isso ainda não se sabe se a eficiência do reservatório será satisfatória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em países pobres, diversos problemas socioeconômicos e socioambientais são gerados e incrementados a partir do crescimento da população urbana e das cidades, como, por exemplo, as enchentes urbanas, o que invariavelmente proporciona entraves à qualidade de vida desses novos habitantes das cidades,

Sendo em evento que abrange diversas áreas de conhecimento e envolve inúmeros fatores causais, não restam dúvidas que tratar a questão das enchentes urbanas implica em agregar diferentes profissionais técnicos e acadêmicos. Infelizmente, no Brasil, domina

o pensamento das autoridades públicas - e mesmo o senso comum - que a solução dos problemas causados pelas enchentes passa apenas pela realização de obras nos canais de drenagem – as chamadas medidas estruturais.

No caso dos reservatórios para armazenagem de água das chuvas, observam-se situações distintas nos casos mencionados. No caso de São Paulo, os resultados obtidos não alcançaram o sucesso esperado no combate às enchentes. Uma série de fatores contribuiu para que os reservatórios não funcionassem da maneira que deveriam, porém, não há como condenar a escolha pela utilização dos reservatórios se estes não funcionaram em plena capacidade. Unicamente colocar os piscinões para receber as águas das chuvas não resolverá o impacto – é necessário implementar uma série de ações conjuntas por parte dos órgãos competentes. Se o plano conjunto for executado e mesmo assim não se alcançar o resultado aguardado, nesse caso sim, será mais prudente condenar o projeto.

No caso de Tóquio, o governo japonês conseguiu pôr em prática todo o plano previsto no projeto e assim observar os resultados de acordo com a metodologia proposta para assim classificar a experiência como positiva.

No Rio de Janeiro, há uma desconfiança de alguns estudiosos em relação a real intenção do governo em resolver as questões, pois a cidade vem sendo sede de diversos eventos de nível internacional, então não se sabe se as obras implantadas são para a cidade ou para os eventos. Contudo, ainda é cedo para se saber se o projeto alcançará o objetivo de eliminar definitivamente os problemas de enchentes da localidade.

A opção por implantação de reservatórios no combate a enchentes urbanas por muitas vezes é alvo de desconfiança de sua eficácia, devido à grande quantidade de fatores que envolvem grandes obras em espaços urbanos, como a falta de área livre e os impactos ambientais. Porém, com a exposição dos três casos anteriormente, entende-se que a distinção de localidades e situações permite concluir que a singularidade de cada caso vai contra uma postura de pré-julgamento negativo ou positivo sobre a utilização desse tipo de mecanismo. É importante compreender que projetos de drenagem urbana exigem uma visão integrada sobre as questões envolvidas, principalmente em relação a medidas estruturais e não estruturais.

O volume de água a ser contido para a não ocorrência da inundação ou enchente deve ser trabalhado junto a outras medidas, como: a desocupação das encostas; despoluição, desassoreamento dos rios e não destruição das matas ciliares; diminuição do solo urbano impermeabilizado e aumento da capacidade de infiltração da água; constante monitoramento da dinâmica climática; utilização de alertas e avisos a população sobre fortes chuvas; um plano de educação ambiental que trabalhe na população, dentre outras coisas, a importância do destino adequado do lixo; planejamento urbano e ambiental que adequa a cidade as suas reais condições, urbanas, sociais e climáticas; dentre muitas outras medidas estruturais ou não estruturais que podem ser de extrema importância em drenagem urbana.

Independentemente da alternativa escolhida para o combate às enchentes, sejam elas de cunho estrutural ou não estrutural, é fundamental que haja um ponto de vista holístico por parte dos envolvidos no projeto – nos quais, a inserção de profissionais de geografia é premente - e que o aspecto técnico de implantação não seja o único a ser estudado.

REFERÊNCIAS

AMANTE, F.O. **A água no espaço urbano: uma abordagem sócio-ambiental e sua aplicação à Grande Tijuca – Rio de Janeiro (RJ).** 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302p
- COSTA, A.J.S.T. **Os Caminhos da exclusão hidrológica no Rio de Janeiro (RJ)**. 2010. 210 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- OLIVEIRA, Bernardo Régis Guimarães. **Alterações antrópicas em cursos d'água em ambiente urbano: um estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue – Rio de Janeiro (RJ)**. 2011. 73 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2011.
- PMSP/FCTH. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: PMSP/FCTH, 1999. 289 p.
- ROCHA, I.V.S. **Enchente urbanas: a implantação de reservatórios de detenção na bacia do Canal do Mangue na cidade do Rio de Janeiro: um estudo de caso**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- SANTOS, A. R. dos. **Enchentes e deslizamentos: causas e soluções**. São Paulo: Pini, 2012. 128p.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005. 270 p.
- TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 1., 2004, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. CD-ROM. Florianópolis, 2004.
- TUCCI, C. E. M. et al. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. 428p.
- VIANI, G. S.; CESAR, R. T.; RODRIGUES, R. M. Seminário: **Experiências Internacionais para Gestão da Água: Japão**. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental, Excola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.