

ações integradas de manejo de águas pluviais no estado da Bahia: o estudo de caso do município de Lauro de Freitas / BA

INTEGRATED STOCK RAINWATER MANAGEMENT IN STATE OF BAHIA: THE STUDY LAURO DE FREITAS CITY CASE / BA

Renavan Andrade Sobrinho

Engenheiro Civil/Sanitarista e Ambiental pela UFBA, Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento, MBA em Gestão Empresarial e Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Professor Assistente, Universidade Federal da Bahia. (renavansobrinho@gmail.com).

Raimundo Freitas Neves

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia, Mestre em Administração Pública pela Universidade de Lisboa. Diretor de Águas Urbanas na Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Bahia. (raimundo.freitas@sihs.ba.gov.br)

RESUMO

As chuvas são eventos capazes de gerar muitas catástrofes em bacias hidrográficas, principalmente naquelas delimitadas em áreas urbanas, uma vez que a impermeabilização da superfície do solo impede a infiltração natural das águas provenientes das chuvas, além do fato de o desenvolvimento urbano das cidades ter intensificado a ocorrência dos desastres naturais, devido principalmente à ausência de planejamento, controle de uso do solo, ocupações de áreas de risco em fundo de vales e sistemas de drenagem inadequados. Esse é o caso do município de Lauro de Freitas/Ba. O governo do Estado da Bahia desenvolveu um projeto para mitigação das cheias nas áreas urbanas dessa cidade e considerou a implantação de reservatórios de amortecimento, objetivando diminuir as cheias que afluem à área urbana. O modelo apresentado busca uma inter-relação entre a necessidade de obras de intervenção nos cursos d'água urbanos, juntamente com a premente harmonização ao meio ambiente, cujas medidas mitigadoras adotadas levam em consideração a infiltração natural da bacia de drenagem, porém faltam no projeto analisado medidas não-estruturais para o controle de enchentes. Sugere-se que as ações estruturais e não-estruturais sejam realizadas de forma conjunta, o que realmente seria um grande avanço, pois ocorreria o planejamento da gestão territorial urbana, incluindo, aí, o saneamento, a mobilidade e a habitação.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatório de amortecimento, drenagem sustentável, Lauro de Freitas.

ABSTRACT

The rains are events capable of generating many disasters in river basins, especially those defined in urban areas, since the sealing of the soil surface prevents the natural infiltration of water from the rains, besides the fact that the urban development of cities have intensified the occurrence of natural disasters, mainly due to lack of planning, land use control, risk areas occupations in bottom valleys and inadequate drainage systems. This is the case in the city of Lauro de Freitas / Ba. The government of Bahia has developed a project for flood mitigation in urban areas of this city and considered the establishment of buffer reservoirs, aiming to reduce the flooding that flock to the urban area. The model seeks an interrelationship between the need for intervention works on urban water streams, along with the urgent harmonization of the environment, whose mitigating measures adopted take into account the natural infiltration of the drainage basin but lacking in the project analyzed non-structural measures for flood control. It is suggested that the structural and non-structural actions are carried out jointly, which really would be a breakthrough, as would occur planning of urban land management, including, then, sanitation, mobility and housing.

KEYWORDS: buffer tank, sustainable drainage, Lauro de Freitas.

1. INTRODUÇÃO

As chuvas são eventos capazes de gerar muitas catástrofes em bacias hidrográficas, principalmente naquelas delimitadas em áreas urbanas, uma vez que a impermeabilização da superfície do solo impede a infiltração natural das águas provenientes das chuvas. O efeito disso é o aumento dos escoamentos superficiais que podem causar prejuízos à população e ao poder público.

O desenvolvimento urbano das cidades tem intensificado a ocorrência dos desastres naturais, devido principalmente à ausência de planejamento, controle de uso do solo, ocupações de áreas de risco em fundo de vales e sistemas de drenagem inadequados.

Segundo Vicentini (2000), a ocupação desordenada das cidades ocorreu em virtude da falta de diretrizes urbanísticas e de controle na implantação dos loteamentos, fazendo com que a população se instalasse em áreas de risco. Já Souza (2008) afirma que a urbanização descontrolada e não planejada é responsável por gerar fatores responsáveis pelas modificações no ciclo hidrológico e no comportamento da micro e macrodrenagem.

Para Tucci (2009), as consequências da urbanização que mais diretamente interferem na drenagem urbana são as alterações do escoamento superficial direto, sendo que, em casos extremos, verifica-se que o pico da cheia em uma bacia urbanizada pode chegar a ser seis vezes maior do que o pico desta mesma bacia em condições naturais

Vicentini (2000) afirma que a bacia hidrográfica deve ser utilizada como unidade de planejamento e gerenciamento, não só da água, mas, também, das atividades econômicas, sociais e dos interesses ambientais, de forma a se ter um gerenciamento integrado, com o intuito de os recursos hídricos serem utilizados de maneira sustentável. Para Campos (2009), a drenagem urbana com premissas ambientais contribui para reduzir os efeitos das chuvas, uma vez que é favorável à

manutenção de córregos naturais e ao armazenamento em bacias de retenção.

O gerenciamento da drenagem urbana, na maioria dos casos, se apresenta defasado ao aplicar o conceito de canalização em detrimento das concepções de infiltração e de reservação, uma vez que a utilização daquela abordagem aumenta a velocidade do escoamento e pode transferir os problemas de inundações para jusante. Neste sentido, a fim de minimizar esses problemas, faz-se necessário a adoção de ações estruturantes e não-estruturantes que levem em consideração a não transferência das vazões para jusante, propiciando a infiltração natural na bacia de drenagem. Além disso, o planejamento e ordenação das futuras ocupações urbanas, bem como a identificação das áreas de risco ou daquelas sujeitas a inundações são fundamentais para a prevenção destes desastres.

De acordo com Canholi (2005), os problemas de drenagem urbana nas grandes e médias cidades brasileiras que ainda experimentam grande expansão têm sido calamitosos, o que demonstra a necessidade de procurar soluções alternativas estruturais e não-estruturais, bem como de conhecer melhor a fenomenologia climatológica, ambiental, hidrológica e hidráulica do problema, além dos aspectos sociais e político-institucionais. De acordo com Guerra (2011), para se aumentar a eficiência dos sistemas de drenagem e evitar as inundações, deve-se realizar um manejo das águas pluviais. Para tanto, torna-se necessário o uso de dispositivos de retenção ou amortecimento da vazão das águas, a fim de atenuar sua energia e diminuir o carregamento de sedimentos para os corpos receptores.

Para Corsini (2011), os reservatórios para controle de cheias (popularmente conhecidos como "piscinões") são estruturas que funcionam para retenção ou retenção de água e têm a finalidade de reduzir o efeito das enchentes em áreas urbanas. Possui atuação na bacia hidrológica de uma região, redistribuindo os escoamentos no tempo e no espaço, além

de permitir recuperar, em parte, as características de armazenagem dessa bacia. Dessa forma, além de atuar no controle de cheias, os reservatórios urbanos, em alguns casos, podem ser usados para tratar a poluição carregada pela água nas cidades. Os mesmos podem, também, adquirir funções paisagísticas para se integrar mais harmoniosamente ao ambiente urbano.

No Brasil, os reservatórios para contenção de enchentes passaram a ser implantados na década de 1990. Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), tendo em vista o crescimento populacional acelerado e desordenado, ocupação das várzeas dos rios e a impermeabilização do solo, optou-se pela estratégia de retenção temporária da água, por meio da construção de Reservatórios de Contenção de Cheias, como medida mitigatória das enchentes. Em 2003, já existiam em operação 21 dessas unidades na RMSP, sendo quatorze no município de São Paulo (SIURB, 2003).

Para Canholi (1995), o importante em um reservatório de contenção de cheias é o volume e a forma de operação. Para o autor, os "piscinões" podem, ainda, ter reservatórios abertos ou fechados. Quando fechados, tendem a ser enterrados, dispendo de grandes volumes e, geralmente, necessitam de bombeamento para seu esvaziamento. Quando abertos, normalmente, são mais rasos e se comunicam diretamente com a rede de drenagem para descarregar por gravidade as águas que vão acumulando.

Outro tipo de construção desses reservatórios pode ser fora do leito do rio e revestido em concreto e, ao entorno, apresentar vegetação rasteira composta geralmente por gramíneas. O escoamento das águas retidas pode ser por gravidade e com auxílio de bombas elétricas (GIROLDO, 2003).

Os reservatórios de contenção de cheias apresentam algumas vantagens durante a estiagem, quando permanecem secos, por possibilitarem o seu uso como área de lazer, tais como pista de "cooper", campo de futebol, quadra poliesportiva,

"playground" (CANHOLI, 1995). Por outro lado, no período chuvoso, essas unidades recebem imenso volume de água contendo matéria orgânica, lixo, os mais variados tipos de entulhos e animais mortos. Assim, nesses reservatórios, após o escoamento das águas, formam-se ambientes propícios aos microrganismos patogênicos e à fauna sinantrópica de roedores e insetos, como baratas, moscas e mosquitos (URBINATTI, 2007).

Este artigo visa analisar a solução proposta para a sede do município de Lauro de Freitas, pelo Governo do Estado da Bahia, que se refere à implantação de reservatórios de amortecimento de cheias ao longo do rio Ipitanga e seus efluentes.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Lauro de Freitas faz parte da Região Metropolitana de Salvador e situa-se numa faixa costeira do Estado da Bahia (Figura 1), com cerca de 184 mil habitantes (IBGE, 2013).

Os rios que cruzam o município de Lauro de Freitas não possuem sua foz no Oceano Atlântico, sendo o principal deles o rio Ipitanga. Esse rio corta o núcleo urbano de Lauro de Freitas, desde as imediações do Aeroporto Internacional Deputado Luiz Eduardo Magalhães até a sua foz, o rio Joanes, onde deságua após percorrer um trajeto da ordem de 8 km pelo interior da sede municipal.

Os problemas com as enchentes são frequentes no município de Lauro de Freitas, sendo as mais severas as ocorridas nos anos de 1999, 2003 e 2005. Recentemente, em 2010, ocorreu nova inundação, afetando milhares de pessoas. A Figura 2 apresenta algumas enchentes ocorridas, mostrando a magnitude do problema.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Adotou-se a metodologia analítica, modalidade de estudo de caso, tomando como referência os estudos desenvolvidos pelo Estado da Bahia, balizados para

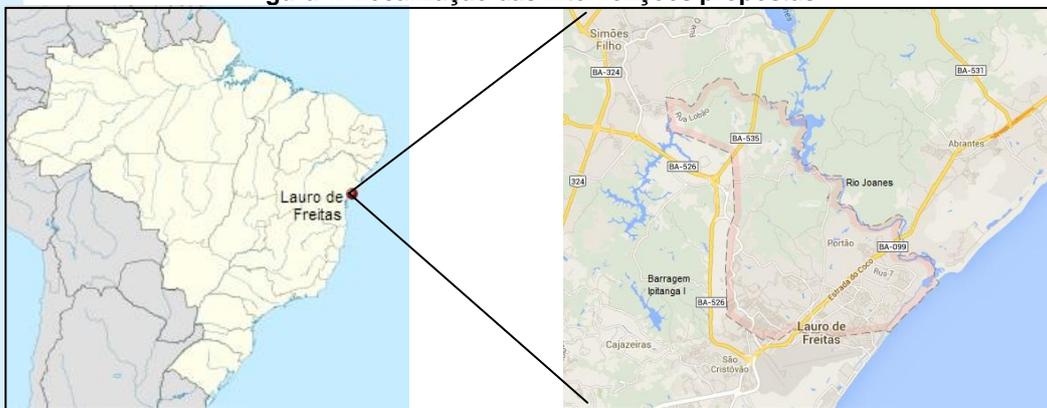
elaboração de ações mitigadoras ou redutivas dos impactos relacionados aos alagamentos urbanos, por meio da implantação de reservatórios de amortecimento.

Foram analisados os estudos realizados para avaliação da condição estrutural e a situação ocupacional do rio Ipitanga e dos canais urbanos, bem como as vazões contribuintes e a capacidade de escoamento. Neste sentido, baseando-se nos estudos efetuados pelo Governo do Estado da Bahia e enfatizando a importância da chamada “Drenagem

Sustentável”, buscou-se avaliar a natureza das ações preventivas e/ou mitigadoras que considerem a correção das vazões ao longo do curso d’água, de forma a propiciar a infiltração natural na bacia de drenagem.

A drenagem sustentável leva em consideração os princípios do ciclo hidrológico, promovendo sua manutenção, no tempo, no espaço e em relação à qualidade da água. Essa abordagem procura evitar os problemas decorrentes da drenagem convencional que, geralmente, é mais onerosa no processo de instalação.

Figura 1: Localização das intervenções propostas



Fonte: BAHIA, 2012.

Figura 2: Registros das enchentes ocorridas em Lauro de Freitas



Fonte: BAHIA, 2012.

4. ANÁLISE DO PROJETO PROPOSTO

O projeto proposto para mitigação das cheias nas áreas urbanas da cidade de Lauro de Freitas (BA) considerou a implantação de reservatórios de amortecimento, objetivando diminuir as cheias que afluem à área urbana, isto é, o trecho entre a Barragem Ipitanga I e a

segunda ponte da Rodovia BA-099 (Estrada do Coco), localizada no Km 5. A partir deste ponto até a foz no rio Joanes, foi proposta efetuar intervenções que aumentem a capacidade de escoamento do rio, por meio do aumento e desassoreamento da calha principal do curso d'água, conforme apresenta a Figura 3 (BAHIA, 2012).

Figura 3: Localização dos reservatórios de amortecimento propostos



Fonte: BAHIA, 2012.

Os reservatórios de amortecimento seguem uma "linha" ao longo do rio Ipitanga e também em alguns afluentes como o rio Itinga, o rio Caji e o rio Picuaia, desenvolvendo um corredor verde, formado por sua mata ciliar, o qual protege e recupera os ecossistemas, diminui o impacto das enchentes e melhora a qualidade de vida das comunidades que vivem no entorno dos mananciais, restaurando sua importância ambiental e criando uma paisagem de boa convivência com a natureza (BAHIA, 2012).

O barramento foi estruturalmente projetado em gabiões, com condutos assentados no vale do rio, atravessando a seção do barramento e funcionando como descarga de fundo, o que propicia o escoamento das vazões naturais. Além

disso, no corpo do barramento, serão implantados vertedores que promoverão o escoamento das vazões na ocasião das enchentes. Dessa forma, os reservatórios acumularão, temporariamente, as águas pluviais, amortecendo as cheias a partir de dois efeitos conjugados: a redução das vazões, devido à elevação do nível das águas nas bacias de detenção, e o retardamento do pico da onda de cheia por conta do volume armazenado (BAHIA, 2012).

Nas áreas das bacias de detenção, serão implantados parques lineares que poderão ser utilizados como áreas de lazer pelas comunidades locais (quadras de esporte, jardins etc.). Por ocasião das enchentes, as áreas serão inundadas e, posteriormente à passagem das cheias, o

volume acumulado escoará, através das tubulações previstas no fundo do barramento, e as áreas inundáveis voltarão a ficar disponíveis para o uso da população (BAHIA, 2012).

Entre o Reservatório de amortecimento 4 e a foz no rio Joanes, trecho mais crítico caracterizado por frequentes alagamentos, o estudo realizou simulações hidrodinâmicas – por meio do software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) –, em regime permanente, para as cheias, com tempo de retorno de 25 anos. As condições foram identificadas para as vazões de projeto, caracterizando possíveis seções ou trechos que estejam limitando a passagem dos caudais, o que ocasiona atualmente o extravasamento da calha do rio e, conseqüentemente, as inundações.

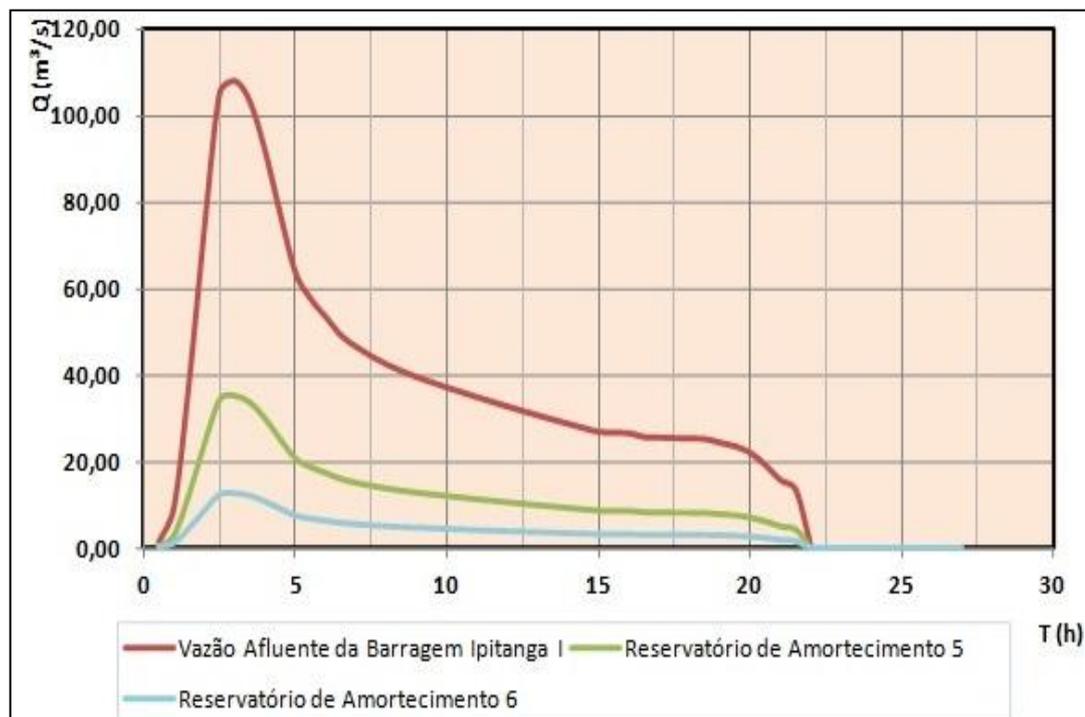
Para o desenvolvimento das simulações, utilizou-se a equação de Manning para o cálculo dos gradientes de energia ao longo do escoamento. O estudo definiu o coeficiente da Equação de

Manning, representativo para o canal em estudo, com valores de 0,030 para calha menor do rio e de 0,035 para as margens. Esta definição foi realizada a partir de comparação das condições locais com valores recomendados pelo IPH et al. (2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os resultados obtidos nas simulações hidrodinâmicas do trecho mais crítico, entre o Reservatório de Amortecimento 4 e a foz no rio Joanes, a partir dos dados hidrológicos – para o período de retorno de 25 anos – apresentados na Figura 4, constata-se que nas condições atuais a vazão afluente é muito alta, contrastando com a redução na capacidade de escoamento do rio Ipitanga nos trechos antropizados, devido à existência de seções estreitas, fato este que ocasiona a elevação da lâmina d'água e o afogamento das áreas marginais do rio.

Figura 4: Hidrogramas do rio Ipitanga (afluente à Barragem I), rio Itinga e rio Caji-Picuaia

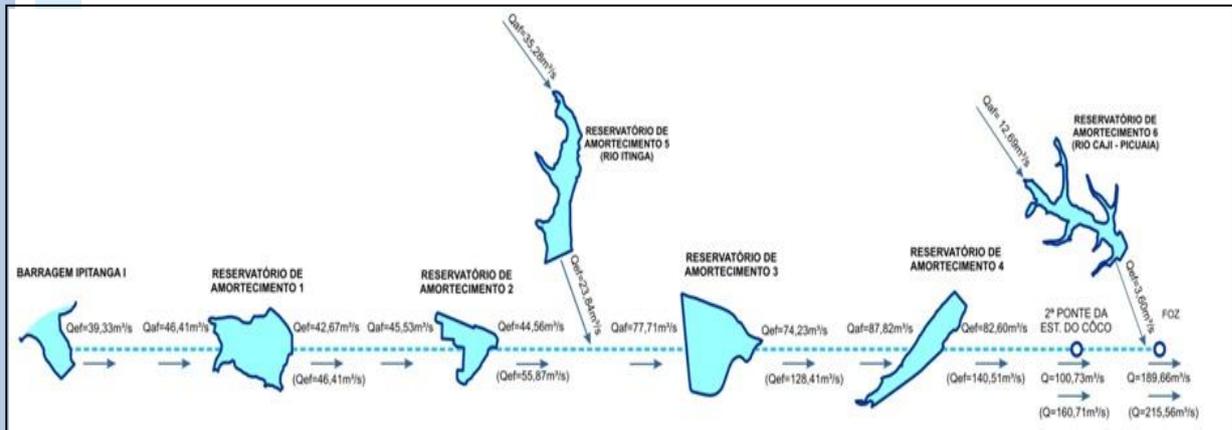


Fonte: BAHIA, 2012.

As soluções propostas chegaram a resultados bastante satisfatórios, pois os reservatórios reduzirão as cheias do rio Ipitanga na sua foz de 216 m³/s para 190 m³/s, sendo que, na seção mais crítica (segunda ponte da Estrada do Coco), a

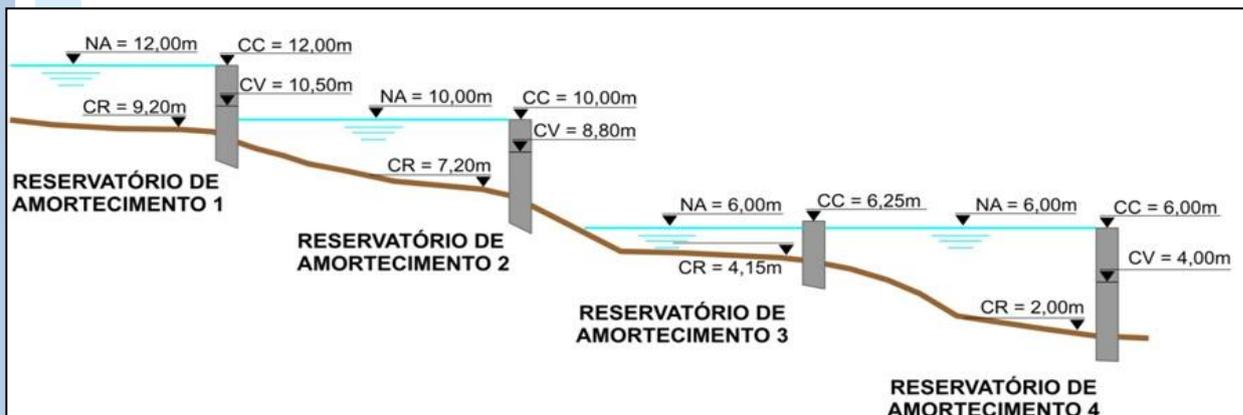
redução é de 160 m³/s para 100 m³/s, conforme apresentam as Figuras 5 e 6, em que as vazões entre parênteses representam a situação atual, sem os reservatórios de amortecimento.

Figura 5: Esquema geral dos impactos produzido pelos reservatórios de amortecimento propostos



Fonte: BAHIA, 2012.

Figura 6: Perfil esquemático dos reservatórios propostos ao longo do Rio Ipitanga



Fonte: BAHIA, 2012.

Com as intervenções propostas, para o tempo de retorno de 25 anos, as vazões no rio Ipitanga ocorrerão sem provocar inundações, principalmente no seu trecho médio e baixo, e quando não houver a simultaneidade das cheias no rio Ipitanga e no rio Joanes.

As medidas estruturais propostas correspondem às obras de engenharia que realmente são necessárias para prevenir os problemas decorrentes das enchentes, devido à ocupação do solo, com a redução excessiva das margens dos rios urbanos.

São medidas implementadas com o intuito de reduzir o risco de enchentes, modificando o sistema fluvial, e que não deixam de ser mais onerosas, porém, para o caso em estudo, imprescindíveis.

As medidas estruturais não devem acontecer sem que ocorram medidas não estruturais em paralelo. Estas, sim, podem ser promovidas por meio de ações de interesse social que busquem modificar os padrões de comportamento da população, tais como meios legais, sanções econômicas e programas educacionais. Para tanto, são necessárias a implantação,

por parte do município, de normas, regulamentos e programas que visem à educação ambiental, ao disciplinamento do uso e ocupação do solo, bem como à implementação de sistemas de alerta e à conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem implantados, não apenas dos reservatórios de amortecimento, mas também da microdrenagem.

6. CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido para o manejo de águas pluviais de Lauro de Freitas trata-se de experiência única no Estado da Bahia, em que há, pela primeira vez, um descolamento do modelo tradicional de drenagem urbana, que prezava apenas pela retificação e revestimento dos rios urbanos.

O modelo apresentado busca uma inter-relação entre a necessidade de obras de intervenção nos cursos d'água urbanos e a premência de harmonização com o meio ambiente, cujas medidas mitigadoras adotadas levem em consideração a infiltração natural da bacia de drenagem; porém, faltam no projeto analisado medidas não-estruturais para o controle de enchentes. Sugere-se que as ações estruturais e não-estruturais sejam realizadas de forma conjunta, o que realmente seria um grande avanço, pois haveria o planejamento da gestão territorial urbana, incluindo, aí, o saneamento, a mobilidade e a habitação.

As áreas de grande adensamento populacional e ocupadas de forma desordenada ao longo do tempo, em que as habitações se situam totalmente às margens do rio Ipitanga e afluentes, em alguns trechos, são fatores importantes nesse novo modelo de ação integrada, pois, em tais áreas, devem acontecer a relocação de casas e a implantação de equipamentos urbanos, evitando novas ocupações, bem como a construção de áreas de lazer para a comunidade. No que diz respeito ao saneamento, poderão ser realizados o esgotamento sanitário de parte da bacia hidrográfica, o que não era

possível devido à forma desordenada das habitações e à ocupação das margens dos rios, porém, não se observam atividades de educação ambiental e convivência da comunidade com os futuros equipamentos e nem medidas que informem a população da necessidade de desocupar as margens dos rios urbanos.

O modelo em questão vem sendo implantado em países da Europa e, no Brasil, mais precisamente, nos municípios de São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba, já há mais de duas décadas. Sabe-se que a implantação dos reservatórios de amortecimento de forma isolada tende a minimizar o problema das enchentes, porém, ocasiona outras questões ambientais, como a proliferação de vetores. Dessa forma, o estudo de caso de Lauro de Freitas pode, em pouco tempo, se tornar exemplo para a concepção de novas obras com esse modelo no Estado da Bahia, evitando-se a simples retificação do leito dos rios e a reversão do problema para jusante. No entanto, tal proposta deve, obrigatoriamente, ser complementada por ações não-estruturais.

A resolução dos problemas das enchentes vai além de uma questão técnica de engenharia. Ela envolve uma integralização entre o poder público e a comunidade, principalmente através de medidas não-estruturais, como a educação e conscientização dos habitantes. Tais medidas visam à melhor convivência da população com as enchentes, sendo fundamental a sua combinação com as medidas estruturais, podendo minimizar, significativamente, os prejuízos que hoje ocorrem no município de Lauro de Freitas por conta das recorrentes inundações.

7. REFERÊNCIAS

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Bahia – SEDUR. **Intervenções Integradas para o Manejo de Águas Pluviais no Município de Lauro de Freitas**. Não publicado e disponível para consulta. Salvador-BA, 2012

CAMPOS, E. F. **Avaliação da distribuição da chuva nas vazões máximas urbanas usando dados de radar e pluviógrafo**. 151f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

CANHOLI A.P. **Soluções estruturais não convencionais em drenagem urbana**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1995.

_____. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CORSINI R. **Piscinões para controle de cheias (dimensionamento, projeto, custos e manutenção de reservatórios de contenção de enchentes em espaços públicos)**. São Paulo: Editora PINI, 2011.

GIROLDO J. **Reservatórios de contenção de cheias existentes na R.M.S.P.: contribuição para análise de projeto, operação e manutenção**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2003.

GUERRA, A. E. Qualidade e eficiência dos serviços de saneamento. In: **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. p. 27-44.

IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

IPH; TUCCI, C. E. M.; VILLANUEVA, A. O N; TASSI, R.; NEVES, M. G. F. P.; ALLASIA, D. G. **Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre** - Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre - volume II. 2002.

SOUZA, T. F. **Drenagem urbana sob cenários de longo prazo visando incentivos ambientais**. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SIURB - Secretaria de Infra Estrutura Urbana do Município de São Paulo. **Drenagem urbana: as águas da cidade de São Paulo**. São Paulo, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: ABRH – Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

URBINATTI, P. R. Reservatório de contenção de cheias e a proliferação de mosquitos na capital paulista. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: SEB, 2007.

VICENTINI, T. A. **Análise do efeito da urbanização nas cheias urbanas – Monitoramento de bacias experimentais**. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.