

# XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

## CONTROLE DE ENCHENTES COM A IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE AMORTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE LAURO DE FREITAS (BA)

Autor 1 – Tiago Rosário da Silva<sup>1</sup>; Co-Autor 1- José Mário Miranda;

Co-autor 2 - Renavan Andrade Sobrinho; Co-autor 3 - Raimundo Freitas Neves

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a proposta de implantação de reservatórios de amortecimento no município de Lauro de Freitas (BA), visando controlar as enchentes que frequentemente atingem a cidade. A concepção dos reservatórios foi baseada nos conceitos atuais da chamada drenagem urbana sustentável, respeitando os princípios do ciclo hidrológico, contrariando as proposições, muitas vezes equivocadas, da drenagem urbana convencional. Além disso, os reservatórios de amortecimento propostos estão associados à implantação de parques lineares inundáveis (áreas de lazer). Com isso, pretende-se realizar a interação da população local com o rio, além de evitar futuras ocupações nas áreas sujeitas a inundações. Os resultados obtidos com a introdução dos reservatórios foram bastante satisfatórios, pois dessa forma, constatou-se que é possível reduzir e minimizar os efeitos causados pelos desastres naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reservatório de Amortecimento, Controle de Enchentes, Inundações.

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to evaluate the deployment of tanks damping in Lauro de Freitas (BA) in order to control the flooding that has often plagued the city. The design of the tanks was based on current concepts of sustainable urban drainage

---

<sup>1</sup> Afiliação:

**Tiago Rosário da Silva** <sup>(1)</sup>Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

**José Mário Miranda** <sup>(2)</sup> - Engenheiro Civil, Especialista em Recursos Hídricos, Consultor.

**Renavan Andrade Sobrinho** <sup>(3)</sup> - Engenheiro Civil, Sanitarista e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Universidade Federal da Bahia. Superintendente de Saneamento da Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia.

**Raimundo Freitas Neves** <sup>(4)</sup> - 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. Tel.: 55 71 3118-3114. E-mail: raimundo.freitas@sedur.ba.gov.br  
Endereço(1): 5ª Avenida nº 550, 4º andar, Ala Sul, Centro Administrativo da Bahia - CAB - Salvador - Bahia - CEP: 41.745-004 - Brasil - Tel: +55 (71) 3118-3116 - e-mail: san.sedur@sedur.ba.gov.br  
e-mail: renavansobrinho@gmail.com

called, respecting the principles of the hydrologic cycle, contradicting propositions often misleading, conventional urban drainage. Moreover, the proposed buffer reservoirs are associated with the deployment of wetland linear parks. With this, we intend to perform the interaction of the local population with the river, and prevent future occupations at risk areas. The results obtained with the introduction of shells were satisfactory, since in this way it was found that it is possible to reduce and minimize the effects caused by natural disasters.

## **1 – INTRODUÇÃO**

O crescimento urbano das cidades tem intensificado a ocorrência dos desastres naturais, devido principalmente à ausência de planejamento, controle de uso do solo, ocupações inadequadas de áreas de risco sujeitas a alagamentos e sistemas de drenagem inadequados.

As ações antrópicas têm afetado drasticamente os processos que compõe o ciclo hidrológico – precipitação; evaporação e evapotranspiração; infiltração no solo; escoamento subterrâneo e superficial. Essas ações favorecem o aumento do escoamento superficial, encurtando o tempo de concentração e causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural. Segundo os estudos realizados por Tucci (1996), para uma bacia urbana de 42 km<sup>2</sup> com 60% de áreas permeáveis, a influência da urbanização no escoamento, pode ser bastante significativa, ocasionando o aumento das cheias em até sete vezes.

Assim, a fim de minimizar estes problemas faz-se necessário à 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 aquelas sujeitas às inundações são fundamentais para a prevenção destes desastres.

Neste sentido, este artigo visa analisar a implantação de reservatórios de amortecimento associados a parques lineares inundáveis (áreas de lazer) no município de Lauro de Freitas (BA), objetivando controlar as frequentes enchentes que ocorrem na cidade.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

O município de Lauro de Freitas faz parte da Região Metropolitana de Salvador, e situa-se numa faixa costeira do Estado da Bahia, com cerca de 184 mil habitantes, sendo que 100% da população do município é considerada urbana (IBGE, 2013).

Em virtude da topografia e de problemas estruturais ocasionados pela antropização desordenada, os rios que cortam a sede municipal possuem apenas uma saída para mar, por meio do rio Ipitanga que representa a principal linha de escape, desde as imediações do aeroporto Internacional de Salvador até a foz, no rio Joanes, onde deságua após percorrer um trajeto da ordem de 8 km pelo interior da cidade. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo, onde a área tracejada refere-se ao setor da cidade com maior contingente populacional, possuindo uma densidade demográfica de 301 a 500 habitantes por hectare, sendo que em algumas zonas a população relativa ultrapassa os 500 hab./ha.

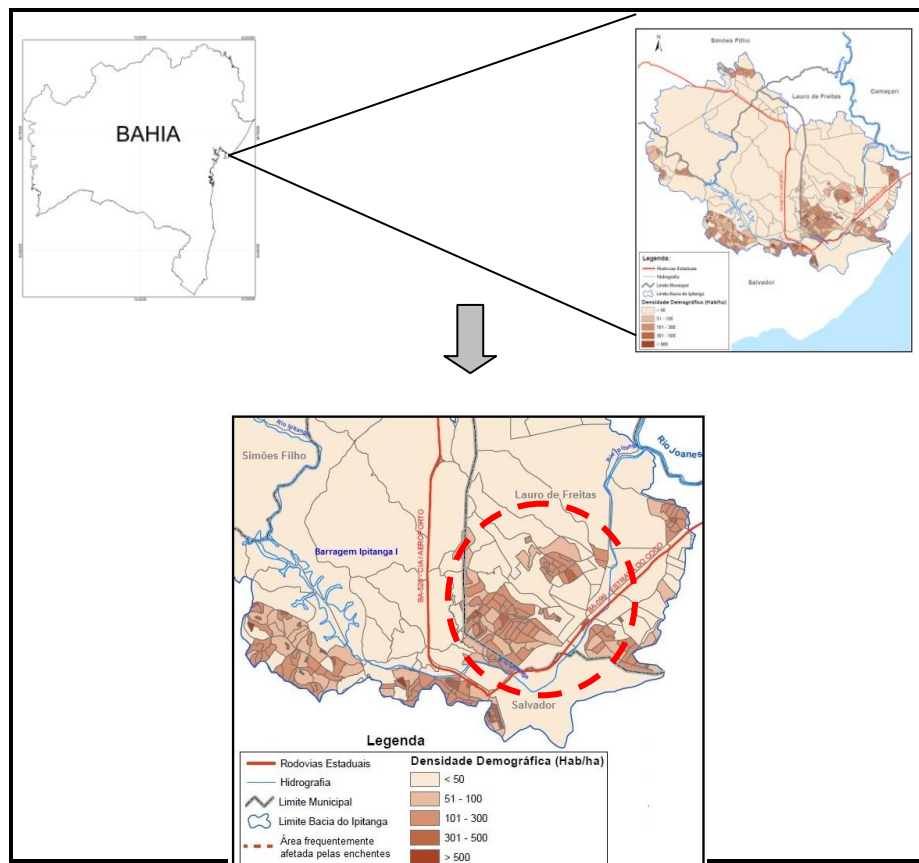


Figura 1. Localização da área de estudo

Fonte: BAHIA, 2012

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 as enchentes dos últimos anos, mostrando a magnitude do problema.



Figura 2: Registros das enchentes ocorridas em Lauro de Freitas.

Fonte: BAHIA, 2002

Neste sentido, baseando-se no Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais e Plano de Ações Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Lauro de Freitas e nos estudos desenvolvidos pelo Governo do Estado da Bahia, o presente artigo visa enfatizar a importância da chamada “Drenagem Urbana Sustentável”, apontando a necessidade da implementação de ações preventivas e/ou mitigadoras que considerem a correção das vazões ao longo do curso d’água, propiciando a infiltração natural na bacia de drenagem.

Segundo Pompêo (2000), a drenagem urbana sustentável leva em consideração os princípios do ciclo hidrológico, por meio de uma nova abordagem das ações, visando compreender a complexidade das relações entre: ecossistemas naturais, sistema urbano artificial e sociedade. Essa abordagem procura evitar os problemas decorrentes da drenagem

urbana convencional, que geralmente transfere o problema para jusante ou para o futuro. Assim, as ações propostas para a mitigação das cheias na cidade de Lauro de Freitas (BA) foram de implantar reservatórios de amortecimento, objetivando diminuir as cheias que afluem ao trecho mais crítico do município, isto é, o trecho entre a Barragem Ipitanga I e a segunda ponte da Estrada do Coco. Além disso, serão implantados parques lineares (áreas de lazer) nas bacias de detenção dos reservatórios, visando interagir a comunidade local com o curso d'água, bem como evitar futuras ocupações nestes locais.

Segundo Bonduki (2006), os parques lineares são, na sua essência, equipamentos paisagísticos e de lazer, que seguem uma "linha" ao longo dos cursos d'água, desenvolvendo um corredor verde, formado por sua mata ciliar, que vem proteger e recuperar ecossistemas, diminuir o impacto das enchentes, melhorar a qualidade de vida das comunidades que vivem no entorno dos rios, restaurando sua importância ambiental e criando uma paisagem de boa convivência com a natureza.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reservatório de amortecimento, ou de detenção é um dispositivo hidráulico, aberto ou fechado, que objetiva regular a vazão de saída num valor desejado, de maneira a minimizar os efeitos a jusante da vazão de entrada (TOMAZ, 2002). Assim, a fim de minimizar os efeitos das frequentes enchentes na cidade de Lauro de Freitas, foram propostos seis reservatórios de amortecimento, que seguem uma "linha" ao longo do rio Ipitanga (ou dos seus afluentes; rio Itinga ou Caji-Picuaia), conforme apresenta a Figura 3.

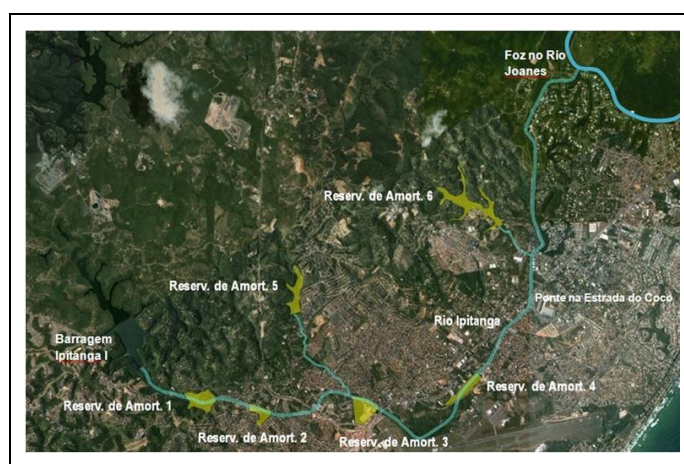


Figura 3. Localização dos Reservatórios de Amortecimento propostas

Fonte: BAHIA (2012)

Os reservatórios foram, estruturalmente, projetados em gabiões, para um tempo de recorrência de 25 anos - tomando-se como fonte de dados secundários os estudos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do rio Ipitanga, apresentados no “Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais e Plano de Ações Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Lauro de Freitas - MAP”, com condutos assentados no vale do rio, atravessando a seção do barramento, funcionando como descarga de fundo, propiciando o escoamento das vazões naturais. Além disso, no corpo do barramento, projetaram-se 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 pela elevação do nível das águas nas bacias de detenção e o retardamento do pico da onda de cheia pelo volume armazenado. (BAHIA, 2012). A Tabela 1 apresenta as dimensões dos seis reservatórios.

Tabela 1. Dimensões dos seis reservatórios de amortecimento

Reservatório de Amortecimento	Comprimento (m)	Altura máxima (m)	Volume máximo (m <sup>3</sup> )
1	310,0	2,0	273.766,0
2	60,0	2,5	136.624,0
3	34,0	1,5	188.785,0
4	114,0	3,0	323.592,0
5	198,0	3,0	173.912,0
6	103,0	3,5	179.131,0

Os resultados obtidos com a introdução dos reservatórios de amortecimento foram satisfatórios, conforme apresenta a Tabela 2, em que a vazão afluente refere-se aquela que aflui ao reservatório e a vazão efluente à que sai do mesmo.

Tabela 2. Eficiência dos Reservatórios de Amortecimento

Reservatório de Amortecimento	Vazão afluente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão efluente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Amortecida (m <sup>3</sup> /s)	Percentual de Amortecimento
1	46,41	42,67	3,74	8,1%
2	45,53	44,56	0,97	2,1%
3	77,71	74,23	3,48	4,5%
4	87,82	82,60	5,22	5,9%
5	35,28	23,84	11,44	32,4%
6	12,69	3,60	9,09	71,6%

Os reservatórios 5 e 6 foram os que apresentaram maior eficiência, com percentual de amortecimento de 32,4% e 71,6%, respectivamente. Estes dois reservatórios estão localizados nos dois principais afluentes do rio Ipitanga (Itinga e Caji-Picuaia) razão pela qual eles possuem maior percentual de amortecimento. Os demais reservatórios sofrem forte influencia da barragem Ipitanga I, localizado à montante, motivo pelo qual possuem menor percentual de amortecimento, uma vez que a barragem amortece grande parte da vazão de pico.

A Figura 4 apresenta o esquema geral dos reservatórios de amortecimento, em que as vazões entre parênteses representam a situação atual, sem os reservatórios de amortecimento. Observa-se que os barramentos propostos reduzirão as cheias do rio Ipitanga na sua foz, de aproximadamente 216 m<sup>3</sup>/s para 190 m<sup>3</sup>/s (eficiência de 12,0%), sendo que, na seção mais crítica (segunda ponte da Estrada do Coco), a redução é de aproximadamente 161 m<sup>3</sup>/s para 101 m<sup>3</sup>/s (eficiência de 37,3%).

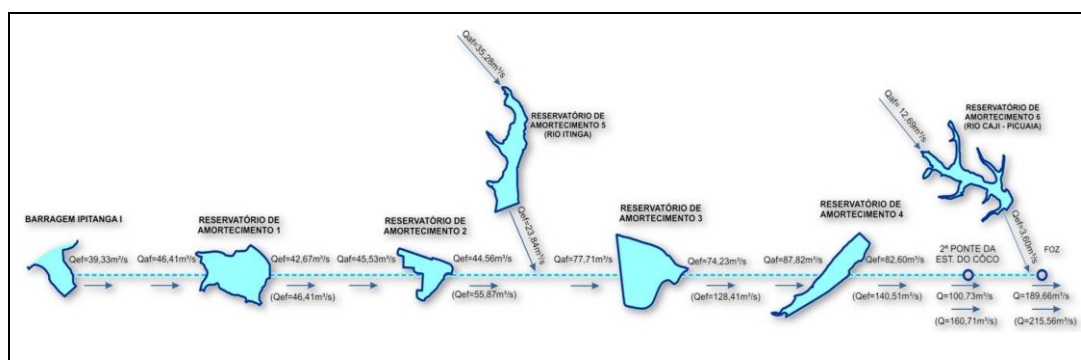


Figura 4. Esquema geral dos reservatórios de amortecimento propostos

Fonte: BAHIA (2012)

#### 4 – CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido para o manejo de águas pluviais na cidade de Lauro de Freitas trata-se de uma experiência única no Estado da Bahia, onde pela primeira vez, existe um descolamento do modelo tradicional de drenagem urbana, que prezava apenas pela retificação e revestimento dos rios urbanos. O modelo de solução apresentado busca uma interação entre a necessidade de intervenções nos cursos d'água urbanos, juntamente com a necessidade premente de harmonização com o meio ambiente, onde as medidas mitigadoras adotadas levem em consideração a infiltração natural da bacia de drenagem. Os resultados obtidos demonstraram que é possível a adoção de ações que respeitem os princípios do ciclo hidrológico, pois as intervenções propostas possibilitará o controle das enchentes no município de Lauro de Freitas. Além disso, a proposta de implementação de parques lineares

– equipamento paisagístico e de lazer, associados aos reservatórios de amortecimento, possibilitará a convivência da população local com o rio, apresentando, dessa forma, o curso d'água como uma solução de qualidade de vida e não como um problema.

## **5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Bahia – SEDUR. Intervenções Integradas Para o Manejo de Águas Pluviais no Município de Lauro de Freitas. Salvador-BA, 2012.

BONDUKI, N. G. . Pesquisa e Análise de Aplicação de Instrumentos em Planejamento Urbano Ambiental no Município de São Paulo. 2006.

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

POMPÊO, C. A. . Drenagem Urbana Sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS, v. 5, n.1, p. 15-24, 2000.

SEPLAN. Planos Diretor de Manejo de Águas Pluviais e de Ações Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Lauro de Freitas. Prefeitura Municipal de Lauro de Freitas, 2005.

TOMAZ, P. Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais. São Paulo: Navegar, 2002. p. 17- 32.

TUCCI, C. E. M.. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. 4. ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 194p.

TUCCI, C.E.M. Estudos hidrológicos-hidrodinâmicos do rio Iguazu na RMC. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral do Paraná. v.2. 1996.