



16, 17 e 18 de setembro de 2014  
Hotel Maksoud Plaza  
São Paulo – SP

## **ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA CONTROLE DE ENCHENTES APOIADO EM MODELAÇÃO MATEMÁTICA**

### **EVALUATION OF FLOOD CONTROL MEASURES SUPPORTED BY MATHEMATICAL MODELING**

**Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira<sup>1</sup>; Osvaldo de Moura Rezende<sup>1</sup>; Bruna Peres  
Battemarco<sup>1</sup>; Victor Souza Almeida Fernandes de Souza<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, krishnamurti@poli.ufrj.br.

*Palavras-Chave: Saracuruna; Controle de Enchentes; Modelação Matemática.*

*Key Words: Saracuruna; Flood Control; Mathematical Modeling.*

#### **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento desordenado e acelerado de áreas urbanas ocasiona, a partir do aumento do escoamento superficial gerado pela impermeabilização do solo e da ocupação das planícies de inundação, o aumento dos danos causados pelas cheias. Tais danos refletem em perdas materiais e humanas, na interrupção das atividades econômicas do local da inundação, na contaminação da água e no aumento de doenças por veiculação hídrica (TUCCI, 2007). A bacia do rio Saracuruna, em Duque de Caxias-RJ, sofre frequentes problemas de inundações, intensificados pela influência da maré e de um forte vetor de expansão urbana, muitas vezes sem controle ou planejamento do uso do solo. Nessa localidade, transbordamentos de rios geram severos impactos econômicos e sociais.

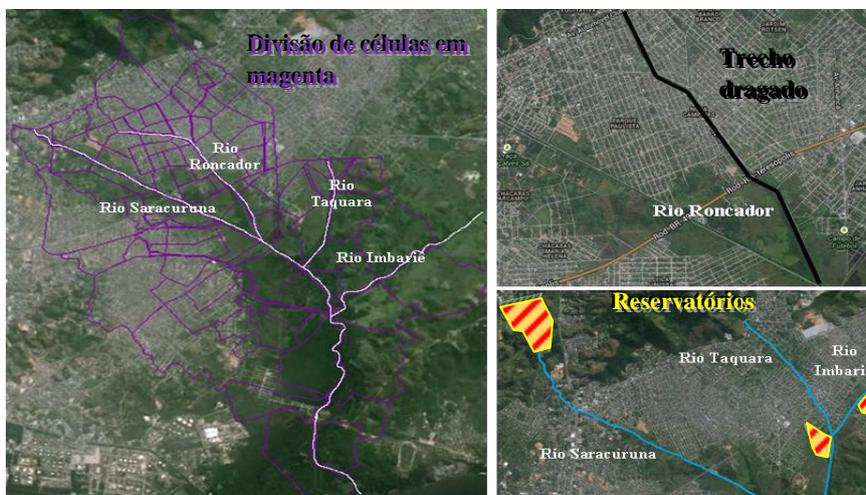
O presente trabalho tem como objetivo compreender a causa dos transbordamentos e propor soluções possíveis para o controle de inundações urbanas na região considerada. Serão estudadas medidas que priorizem a retenção e a infiltração das águas pluviais, buscando mitigar os efeitos negativos da urbanização sobre o ciclo hidrológico. Tais medidas incluem a criação de reservatórios de detenção nas encostas e na própria paisagem urbana, considerando o conceito de paisagens multifuncionais, e a preservação de áreas potencialmente alagáveis e das faixas marginais de proteção dos rios (RIGHETTO, 2009).

## 2. METODOLOGIA

Como ferramenta de modelagem matemática, para avaliação do problema, foi utilizado o MODCEL (Mascarenhas & Miguez, 2002; Miguez, 2001), Modelo de Células de Escoamento para cálculo de cheias em planícies de inundação.

Para aplicação do modelo hidrodinâmico, a bacia em estudo foi discretizada em 186 células de escoamento e foram simulados três cenários diferentes a fim de realizar uma análise comparativa entre os resultados. As células que representam a área urbana possuem uma curva *cota X área* que diferencia os diversos patamares encontrados na cidade, com as ruas em um nível mais baixo, seguido pelas calçadas, parques e estacionamentos e, por fim, o nível das construções. Essa configuração reduz eventuais distorções na profundidade de alagamento em consequência da adoção de células com grandes áreas superficiais. O tempo de recorrência adotado para a chuva de projeto foi de 25 anos e duração de 8 horas, proporcional ao tempo de concentração da bacia.

O Cenário 0 corresponde à situação atual da bacia, enquanto o Cenário 1 simula uma solução emergencial, com a realização de dragagem do rio Roncador, que apresenta maiores problemas de tranbordamento. O Cenário 2, por sua vez, conta com a implementação de três reservatórios de retenção nos rios Taquara, Imbariê e Saracuruna. Tais reservatórios possuem capacidade de 171 m<sup>3</sup> para o Taquara, de 80 m<sup>3</sup> para Imbariê e 790 m<sup>3</sup> para o Saracuruna. A divisão em células da bacia, bem como o trecho do rio Roncador a ser dragado no Cenário 1 e os reservatórios de retenção implementados no Cenário 2 (áreas hachuradas) são apresentados na Figura 1 a seguir.



**Figura 1 – Divisão em células e intervenções propostas nos Cenários 1e 2**

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos na modelação matemática, foi possível a elaboração de mapas de inundação, um para cada cenário proposto, apresentados nas Figuras 2 a 4. Nesses mapas, é possível observar as áreas mais susceptíveis a alagamentos através da avaliação do nível d'água em cada célula modelada.

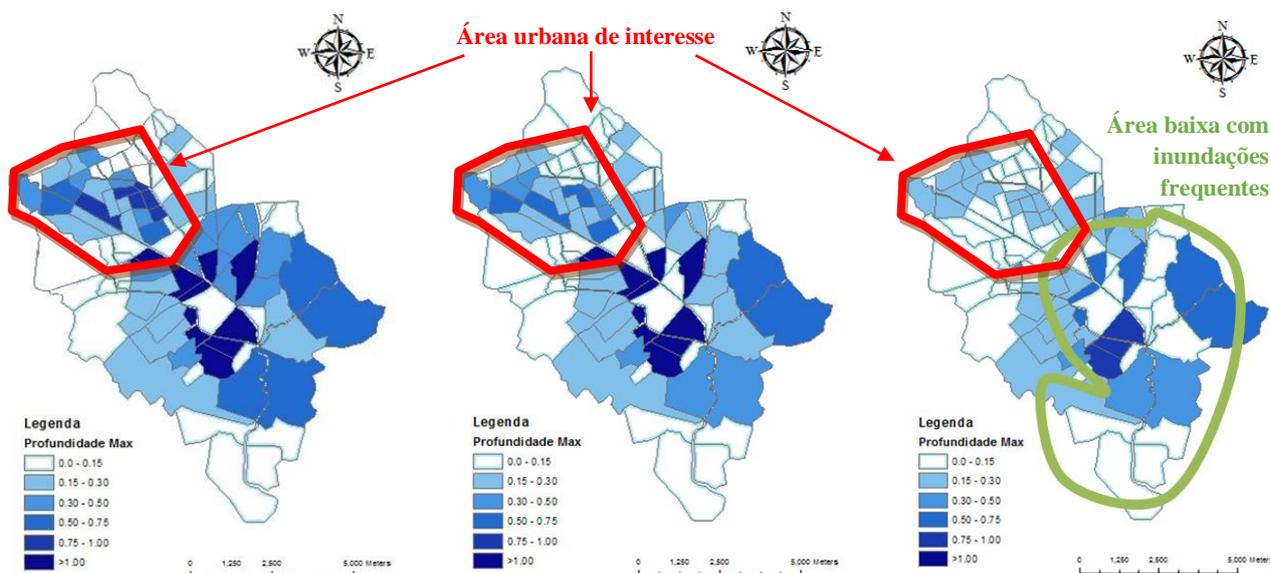


Figura 2 - Mancha de Alagamento: Cenário 0

Figura 3 - Mancha de Alagamento: Cenário 1

Figura 4 - Mancha de Alagamento: Cenário 2

A mancha de alagamento da Figura 3 (Cenário 1), após a dragagem do rio Roncador, demonstra uma melhora nas profundidades de inundação, quando comparada com a situação atual, apresentada na Figura 2 (Cenário 0). Tal melhora se deu de forma mais significativa no perímetro urbano, justamente a área de maior interesse para esta pesquisa, destacado em vermelho.

Com a implementação dos reservatórios de retenção, o amortecimento das vazões de cheia melhora a situação, como pode ser observado na Figura 4, indicando que os níveis máximos de água se tornaram aceitáveis, não ultrapassando os 30cm na região urbana. Destaca-se que a microdrenagem não foi simulada e os escoamentos superficiais seguem pelas ruas, havendo possibilidade de melhora significativa nos níveis d'água caso fossem consideradas as redes de microdrenagem. A existência de níveis d'água mais altos nas áreas mais baixas da bacia (região circundada em verde), onde se encontram meandros ainda naturais, configurando uma região de mangue, é vital não somente para colaborar com a diminuição das enchentes, mas também para a manutenção da biodiversidade local.



#### 4. CONCLUSÃO

A região de Saracuruna sofre um forte vetor de expansão urbana e, com isso, áreas que normalmente fariam parte da faixa de preservação do rio passam a ser habitadas, trazendo risco aos moradores durante eventos de chuvas intensas. Muitas vezes, a solução adotada é a simples canalização da macrodrenagem, visando o aumento da capacidade hidráulica do rio, o que resolve o problema localmente e provisoriamente, mas aumenta as velocidades do escoamento, prejudicando assim a população à jusante. À medida que mais áreas são ocupadas, mais água é drenada para a rede de macrodrenagem e a calha de projeto torna-se obsoleta, demandando novas intervenções.

Vimos que a dragagem do Rio Roncador no Cenário 1 diminui a lâmina d'água máxima das planícies adjacentes. Porém, é com a implantação dos três reservatórios no Cenário 2, que os níveis de inundações máximas são reduzidos significativamente sobretudo no perímetro urbano, área de motivação de estudo.

Entretanto, é necessário resaltar que, mais importante que as ações de mitigação, as restrições de construção nas áreas de preservação permanente do rio e nas áreas potencialmente alagáveis são fundamentais para a garantia do funcionamento correto do sistema de drenagem. O controle do uso e da ocupação do solo é imprescindível para reduzir problemas de inundações de forma sustentável ao longo do tempo.

#### REFERÊNCIAS

MASCARENHAS, F.C.B.; MIGUEZ, M.G. (2002). Urban Flood Control through a Mathematical Cell. *Water International*, 27; pp. 208-218.

MIGUEZ, M.G. (2001). *Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas*. Tese de doutorado. COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

RIGHETTO, A. M. (2009). *Manejo de Águas Pluviais Urbanas*.

TUCCI, C. E. M. (2007). *Inundações Urbanas*. 1 ed. Porto Alegre: ABRH/RHAMA.