

## MODELAGEM CHUVA-VAZÃO DE DOIS RIACHOS URBANOS AFLUENTES DO BAIXO CAPIBARIBE

Gastão Cerquinha da Fonseca Neto<sup>1</sup>; Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil - CTG – UFPE; E-mail: gastaocerquinha@gmail.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Civil – CTG – UFPE; E-mail: jcabral@ufpe.br

**Sumário:** Este trabalho apresenta um estudo da drenagem dos riachos Parnamirim e Cavouco, ambos no baixo curso do rio Capibaribe em Recife-PE. A análise foi realizada através da utilização do programa SWMM (Storm Water Management Model) prevendo um evento extremo de chuva para a região. Como resultado busca-se prever os principais pontos de alagamento, possibilitando um controle mais adequado no manejo de águas pluviais. Para simulação dos eventos extremos e consequências para a drenagem urbana foi utilizado o software SWMM (Storm Water Management Model) que significa modelo de gestão de águas pluviais. O riacho Cavouco tem aproximadamente 5,5km de extensão, desde sua nascente, mais conhecida como laguinho da UFPE, até a sua jusante no rio Capibaribe, próximo ao parque do Caiara. O Riacho Parnamirim possui aproximadamente 2,8km, avaliado em seu curso original. O riacho sofreu muitas alterações ao longo do tempo, tendo hoje apenas 1km identificável. A modelagem apontou 4 pontos de alagamento no riacho Parnamirim e 5 pontos no riacho Cavouco.

**Palavras-chave:** chuva/vazão; drenagem urbana; riacho cavouco; riacho parnamirim

### INTRODUÇÃO

Recife sofre com inundações em vários pontos da cidade provocadas pela urbanização desordenada. No processo de urbanização, muitos riachos foram canalizados e suas respectivas áreas de várzea foram aterradas. Houve o estrangulamento da calha dos rios e riachos devido à ocupação irregular, e até formal de suas margens, processo contínuo, que põe em risco o sistema de drenagem natural (CABRAL et al., 2005). Com o crescimento urbano o solo foi vastamente impermeabilizado impedindo a infiltração natural das águas pluviais no solo. Essa alteração exige uma maior capacidade de escoamento, excedendo as seções do riacho (Tucci, 2001). A ocupação das áreas com potencial de inundação deve ser evitada através do planejamento do uso do solo, previsto no Plano Diretor Urbano (Tucci, 2001). Modificações artificiais em rios alteram o escoamento superficial. A construção de bacias de retenção, por exemplo, tende a distribuir o volume escoado. Já a canalização, acelera o escoamento e aumenta o pico de vazão, é o que acontece numa bacia urbana. Práticas de revitalização de riachos urbanos têm demonstrado ser uma boa alternativa para o resgate de suas funções hidráulica, hidrológica, ecológica e social nas cidades. Renaturalização das margens e desocupação de áreas ribeirinhas são ações cada vez mais comuns quanto à gestão dos riachos urbanos em países desenvolvidos. O presente sub-projeto de pesquisa pretende conhecer melhor o comportamento hidrológico de dois afluentes do baixo Capibaribe, na planície de Recife, analisando as suas respostas de acordo com precipitações pluviométricas de grande intensidade.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do trabalho foi utilizado o programa de modelagem Chuva/Vazão SWMM (Storm Water Management Model) desenvolvido pela Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA - Environmental Protection Agency). É

considerado um modelo de base física, emprega os princípios de conservação de massa, energia e momento. É comumente aplicado em áreas urbanas a fim de auxiliar no planejamento, análise e concepção de projetos de escoamentos de águas pluviais. Simula os fenômenos hidrológicos e hidráulicos fornece resultados relativos à qualidade e quantidade das águas do escoamento gerado a partir do sistema de galerias para a previsão de vazões, pontos de inundação e de poluentes. Os dados de entrada foram obtidos com a ajuda de SIG, associados a visitas de campo, dados do projeto Maplu (projeto da rede nacional de pesquisa em drenagem urbana) sobre a bacia, dados obtidos do programa Rios da Gente do Governo do Estado de Pernambuco, do projeto Parque Capibaribe (parceria UFPE e Prefeitura do Recife) e informações obtidas da Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Recife. Quanto às alternativas para os modelos do processo foram selecionadas as opções: Chuva/Vazão e Fluxo. Para o modelo de transporte foi utilizado a Onda Dinâmica porque leva em consideração todos os componentes da equação de Saint-Venant. As bacias hidrográficas em estudo foram divididas em sub-bacias, unidades hidrológicas superficiais, com características como permeabilidade, declividade e armazenamento consideradas homogêneas. Essa divisão foi realizada utilizando o critério de uso e ocupação do solo. Nessas sub-bacias a precipitação também é considerada uniformemente distribuída. Cada área drena suas águas para um ponto de descarga, os nós, onde ocorre o transporte pelo sistema de riachos ou galerias. Foram geradas, 8 sub-bacias para o riacho Parnamirim e 12 sub-bacias para o riacho Cavouco, ao todo são 31 condutos e 31 junções, direcionadas a um único exutório. O programa permite a simulação de todos os elementos integrados, sendo possível em uma única simulação a associação do curso principal e dos dois riachos em análise em um só modelo. Os dados de precipitação foram fornecidos em intensidade para um pluviômetro, e com o intervalo de tempo de 5 min. O tempo de retorno foi escolhido 10 anos aplicados na equação de intensidade de chuvas de Ramos e Azevedo (2010) (eq 1).

$$i = \frac{1423,97 T^{0,1124}}{(t+21)^{0,7721}} \quad \text{equação 1}$$

0:00	0:05	0:10	0:15	0:20	0:25	0:30	0:35	0:40	0:45	0:50	0:55	1:00	1:05	1:10	1:15	1:20	1:25	1:30
9.48	10.00	10.58	11.24	11.99	12.85	13.86	15.04	16.46	18.18	20.31	23.01	26.54	31.32	38.10	48.37	65.38	97.73	175.80

1:35	1:40	1:45	1:50	1:55	2:00	2:05	2:10	2:15	2:20	2:25	2:30	2:35	2:40	2:45	2:50	2:55	3:00	
97.73	65.38	48.37	38.10	31.32	26.54	23.01	20.31	18.18	16.46	15.04	13.86	12.85	11.99	11.24	10.58	10.00	9.48	

Tabela 1- Tempo e intensidade de chuva para tempo de retorno 10 anos

## RESULTADOS

O riacho Cavouco apresenta suas margens requalificadas por um longo trecho. A requalificação constou de paredes de meia altura nas laterais da calha principal e a partir da parede inicia um talude gramado que se estende até a calçada dos pedestres caracterizando uma calha ampliada para vazões em épocas de chuvas intensas. Quando natural possui suas margens ocupadas por habitações de nível econômico baixo, à exceção de um trecho de próximo ao rio Capibaribe. No trecho que separa os bairros da Iputinga e Cordeiro possui ciclovias e pista de Cooper onde no início da manhã e no fim da tarde muitas pessoas fazem suas caminhadas de lazer ou terapêuticas nas passarelas.

O riacho Parnamirim encontra-se amplamente canalizado, com algumas pequenas exceções que somadas chegam a 165m. O Parnamirim tem sua principal nascente indicada na parte alta do bairro do Monteiro. Deste ponto até a Rua Jerônimo de Albuquerque o

riacho é tratado como microdrenagem, sendo uma grande extensão interpretada como coberto por via de circulação.

O modelo Computacional SWMM usa a formulação matemática para um sistema natural que leva em consideração diversos aspectos relacionados à propagação de vazão. Entre eles, devemos estar atentos às variações horárias da maré que são responsáveis pelo fenômeno de remanso segundo o qual interferem nas condições de escoamento das águas nos riachos. A seguir temos um exemplo da vazão obtida no cálculo do riacho Cavouco.

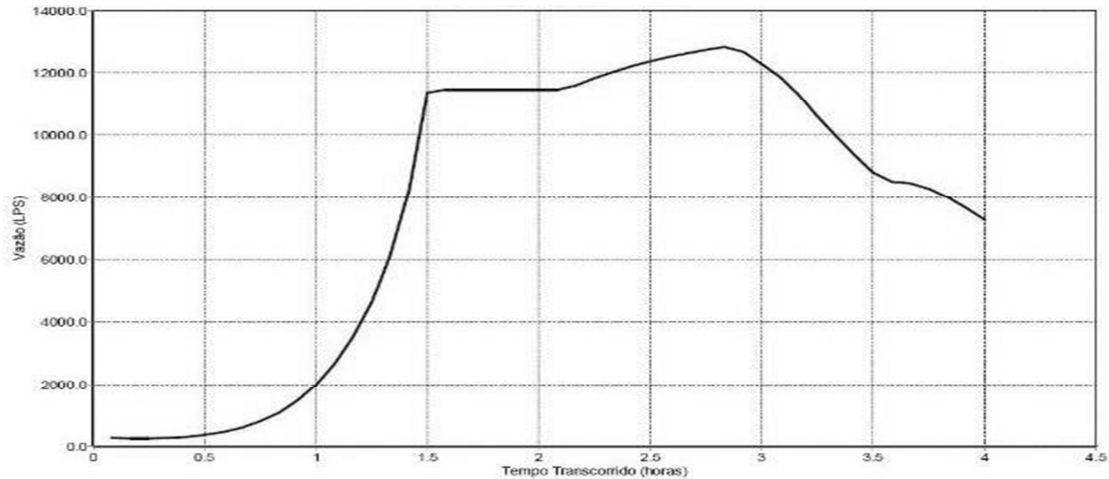


Figura 1 - Vazão do Riacho Cavouco para duração de 90 minutos e tempo de retorno de 10 anos

O modelo nos mostra que há 4 nós no riacho Parnamirim vulneráveis a alagamentos (P25, P27, P28, P30), assim como 5 nós no riacho Cavouco (C15, C21, C22, C23, C24). Abaixo temos o perfil longitudinal do Riacho Cavouco.

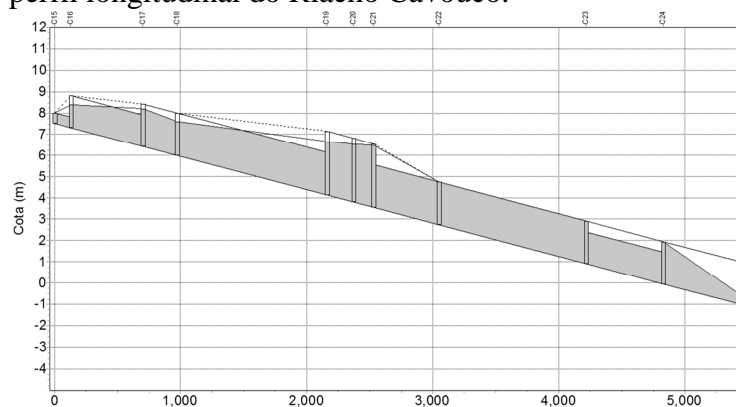


Figura 2 - Perfil longitudinal do Riacho Cavouco para duração de 90 minutos e tempo de retorno de 10 anos

A seguir temos a lâmina d'água para o Cavouco resultado do modelo.



Figura 3 - Lâmina de alagamento, Riacho Cavouco (Av. Caxangá em preto tracejado)

## **DISCUSSÃO**

Recife passou por históricas enchentes do Rio Capibaribe. Hoje após as construções de barragens ao longo da bacia, outros fatores causam transtornos de menor impacto, porém de maior frequência o que por vezes prejudica, principalmente, a mobilidade, a infraestrutura da cidade e bens particulares. Este trabalho é importante, pois com seus resultados podemos compreender melhor a dinâmica das águas urbanas e pensar soluções a fim de fazer a cidade entrar em sintonia com a natureza. Os resultados podem ser considerados satisfatórios, entretanto, para haver maior segurança o modelo ainda pode passar por calibração. O SWMM já é um programa bastante difundido e utilizado como base para diversos estudos na área e ainda possui um módulo de desenvolvimento de baixo impacto (LID, do inglês low impact development) e um módulo que avalia contaminação dos cursos d'água. Assim, como sugestão para mais estudos temos a aplicação destes métodos para análise de first flush (primeira água da chuva que arrasta contaminantes para os riachos).

## **CONCLUSÕES**

Os riachos urbanos possuem relevante participação na drenagem de Recife, sendo responsáveis pelo correto escoamento das águas pluviais. A gestão de bacias hidrográficas deve visar a redução de áreas impermeáveis de forma a contribuir para o rebaixamento do pico de vazão. Deve-se também, evitar o estrangulamento das seções, ampliando as áreas marginais dos riachos e como consequência reduzir os alagamentos. Os riachos de Recife recebem um grande volume de resíduos sólidos e efluentes domésticos o que afeta o sistema natural, prejudica o aspecto visual e produz odores que afastam as pessoas desses locais. O SWMM é uma ferramenta poderosa para o cálculo das lâminas d'água e vazões, permitindo avaliar vários parâmetros em diferentes perspectivas.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Pernambuco, ao departamento de engenharia civil e aos professores que propiciaram a fundamentação acadêmica. Ao CNPq pelo amparo financeiro da bolsa de iniciação científica. À Prefeitura do Recife e ao Governo do Estado por disponibilizar informações que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

- Ramos, M. A. & Azevedo, J. R. G. 2010. Nova equação de chuvas intensas para a cidade de Recife-Pernambuco. X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Fortaleza/Ceará.
- Tucci, C. E. M. 2001. Hidrologia: ciência e aplicação. Organizado por Carlos E. M. Tucci. -2.ed.; 2.reimp. - Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH.
- Cabral, J. J. S. P. ; Alencar, A.V. 2005. Recife e a Convivência com as Águas. In: Hydroaid (Itália), PMSS/ Ministério das Cidades. (Org.). Gestão do Território e Manejo Integrado das Águas Urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2005, v. , p. 111-130.