

# ESTUDO DA CAPACIDADE DE DRENAGEM NATURAL DE UMA BACIA AO ZONEAMENTO DO SOLO URBANO

## STUDY OF THE NATURAL DRAINAGE CAPACITY OF A WATERSHED BY ZONING THE URBAN LAND

### **Andreza Tacyana Felix Carvalho**

Geógrafa, Mestre e Doutoranda em Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - PPGEC, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE /// E-mail: andreza.recursos\_hidricos@gmail.com

### **Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral**

Professor titular do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. /// E-mail: jcabral@ufpe.br

### **Matheus Martins de Sousa**

Engenheiro Civil, Mestre e Doutorando em Engenharia Civil pelo Programa Pós-graduação de Engenharia Civil da COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) /// E-mail: matheus@hidro.ufrj.br

**RESUMO:** O município brasileiro através da prefixação da Taxa de Solo Natural para ocupação dos lotes urbanos procura garantir que através da manutenção de área permeável, haja infiltração de uma parcela da água gerada no lote. No entanto, a ocupação do solo prevista em zoneamento urbano associado à ocupação de áreas indevidas, intervenções em cursos d'água e a projetos tradicionais de drenagem, vem contribuindo significativamente aos problemas de inundações urbanas. Desse modo, o referido trabalho tem como objetivo demonstrar através da simulação hidrodinâmica da bacia do rio Arrombados, localizada no município do Cabo de Santo Agostinho – PE, a importância da definição do grau de densidade urbana por zonas de ocupação urbana considerando majoritariamente a capacidade hidráulica da bacia como modo de prevenção de inundações.

**Palavras-chave:** taxa de solo natural, Plano Diretor Urbano, inundações urbanas, modelo de células de escoamento

*ABSTRACT: The Brazilian municipality by fixing of Natural Soil percentage for occupation of urban plots seeks to ensure that through the permeable area maintenance, there is infiltration of a portion of rain water at the plot. However, the land occupation provided in zoning associated with the occupation of undue areas, interventions in water courses and the traditional drainage projects contributes significantly to urban flooding problems. Thus, the present work aims to demonstrate using hydrodynamic simulation of "Arrombados" River basin, located in the municipality of Cabo de Santo Agostinho - PE, the importance of defining the degree of urban density for urban occupation zones mainly considering the hydraulic capacity of the basin as a means of flood prevention.*

*Keywords: natural rate of soil, stream channeling, Urban Master Plan, alternative techniques of urban drainage, flow cell model*

## 1. INTRODUÇÃO

O poder público municipal brasileiro, através da adoção da obrigatoriedade de área permeável ao lote urbano definida em lei, permite que uma parte das águas da chuva seja absorvida pelo solo. No entanto, perante a realidade de determinadas áreas urbanas, a determinação pode não ser suficiente à prevenção de inundações, já que, grande parte das ocupações urbanas brasileiras ainda ocorre de forma espontânea sem o devido ordenamento, negligenciando inclusive, a capacidade hidráulica dos cursos d'água para eventos chuvosos característicos da região.

Conforme Yannopoulos *et al.* (2013); Maus *et al.* (2007), o processo de urbanização faz a superfície da área urbana menos permeável, causando alterações significativas nas características do hidrograma de enchente (aumento do fluxo de pico e dos volumes de escoamento, a diminuição no tempo de concentração) podendo ainda serem intensificadas por ações de intervenções urbanas como retificações e canalizações do curso d'água.

Diante da problemática, faz-se necessário o desenvolvimento de um planejamento urbano voltado ao manejo das águas pluviais. Como cita Kellagher (2012), o desenvolvimento que não controla o escoamento das águas de chuva no local, reflete na geração de maiores volumes de escoamento para sua área, logo, necessitando aplicar técnicas de drenagem que compensem o incremento de escoamento gerado pelo estado de pós desenvolvimento urbano.

Miguez *et al.* (2011), defende que para enfrentar este desafio, uma abordagem sistêmica deve considerar toda a interação da bacia. Ações adequadas distribuídas pela bacia colaboram com o sistema de drenagem a fim de controlar a geração de fluxo. Além disso, os sistemas de drenagem têm de ser concebidos de fim de minimizar os impactos da urbanização sobre os padrões de fluxo naturais.

Logo, este trabalho tem como objetivo demonstrar através da simulação hidrodinâmica da bacia do rio Arrombados, localizada no município do Cabo de Santo Agostinho – PE, a importância da definição do grau de densidade urbana por zonas de ocupação urbana considerando inicialmente a capacidade hidráulica da bacia como modo de prevenção de inundações.

Desse modo a partir da simulação de cenários é realizada a tentativa de se conhecer o comportamento do escoamento superficial na bacia de acordo com a ocupação urbana prevista em Plano Diretor Urbano.

Podendo assim, apresentar as implicações do zoneamento do solo municipal à drenagem da bacia relacionando-as a diferentes variações de chuvas intensas para diferentes tempos de retorno.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Arrombados é uma bacia costeira, localizada na Região Metropolitana do Recife – RMR, dentro do município do Cabo de Santo Agostinho. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1998), a bacia pertence ao Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos - GL2 e está limitada sob as coordenadas UTM 9080000 m Sul e 9082500 m Sul; 282500 m Leste e 286000 m Leste.

Possui área total de aproximadamente 2.47 km<sup>2</sup>, perímetro de 8.1 Km e densidade de drenagem segundo classificação de Horton de 0.00115. Geomorfologicamente é classificada como uma bacia do tipo exorreica, com drenagem consequente, foz vertendo ao mar e tempo de concentração [Tc] estimado de 56 minutos.

Seu único curso d'água é o rio Arrombados, conhecido popularmente como Canal da Praia do Boto; nasce em Zona de Preservação Ecológica, na Mata do Zumbi, atravessa o loteamento de Enseada dos Corais e desemboca diretamente na praia de Enseada dos Corais, antiga praia do Boto (Figura 1). O rio possui cerca de 3.0 Km de extensão, sendo este, configurado por regime de escoamento perene e morfologia natural tipo retilínea-meândrica.

De acordo com Assis (1999), a bacia do rio Arrombados está sobre área de planície e terras baixas costeiras englobadas na unidade fisiográfica Litoral/Mata, onde predomina o clima quente e úmido, tipo AS' de Köppen, com temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar é de 73.5%. A precipitação média anual do município segundo dados do Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE é da ordem de 2 301.1 mm com chuvas ocorrentes no período de fevereiro a agosto, sendo os meses mais chuvosos junho e julho. Conforme dados da Prefeitura municipal do Cabo de Santo Agostinho (2008), a ocupação da bacia deu-se a partir da década de 1980 com a implantação do loteamento de Enseada dos Corais voltado a períodos de veraneio, com área total de 108.93 ha. Apesar de apresentar-se como um loteamento regularizado perante os órgãos competentes (Agência Estadual

O texto deste artigo foi submetido para revisão e possível publicação em novembro de 2014, tendo sido aceite pela Comissão de Editores Científicos Associados em fevereiro de 2015. Este artigo é parte integrante da *Revista Recursos Hídricos*, Vol. 36, Nº 1, 59-67, maio de 2015.  
© APRH, ISSN 0870-1741 | DOI 10.5894/rh36n1-6



**Figura 1** – Delimitação da bacia do rio Arrombados.  
 Fonte: Santana, apud in Fraga, 2013.

de Meio Ambiente - CPRH, FIDEM, Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho - PMCSA e Cartório), considera-se que seu planejamento foi efetuado de forma inapropriada, desconsiderando diversos aspectos naturais da bacia, especialmente a hidrografia natural.

Como demonstração do fato citado, diversos pontos de estrangulamento são encontrados ao longo do rio, sendo estes provocados por erosão, assoreamento e invasão da área ribeirinha, sendo que em períodos de chuvas intensas algumas localidades sofrem com o transbordamento do rio e alagamento de diversas áreas.

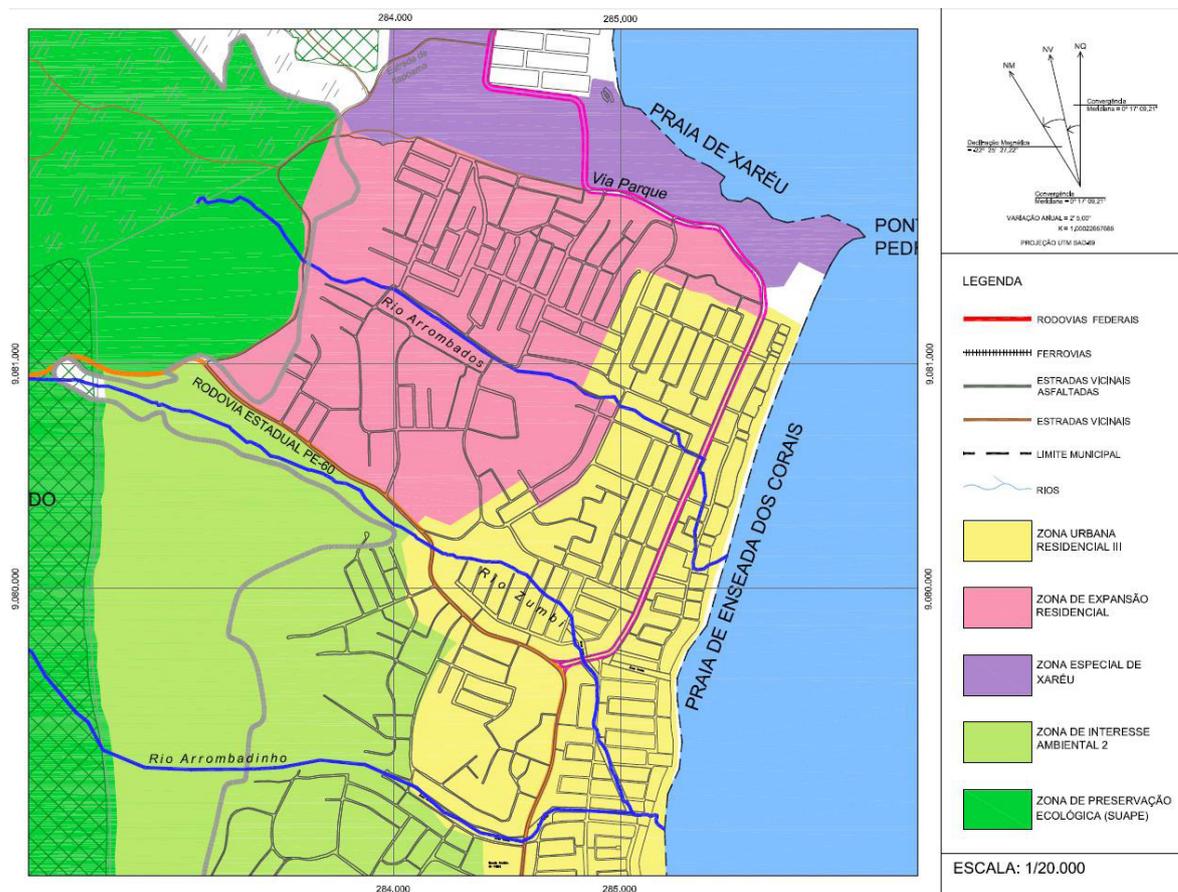
Atualmente baseado em Lei nº 2360/2006 a qual define as diretrizes gerais da Política Urbana e Ambiental, bem como, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Cabo de Santo Agostinho – PDUC, a área da bacia está dividida em três zonas de uso e ocupação urbana (Figura 2) e para cada zona são pré-fixados o valor de Taxa de Solo Natural - TSN a ser mantido por cada lote, são elas: Zona de Preservação Ecológica (Suape), 100% de TSN; Zona de Expansão Residencial, 40% de TSN e Zona Urbana Residencial III também com 40% de TSN.

## 2.2. Base de dados

As informações básicas utilizadas para a modelagem matemática da bacia foram os dados topográficos, hidrológicos e de uso e ocupação do solo através de pesquisa de campo e de gabinete. O trabalho de diagnóstico no campo foi realizado no mês de maio de 2013, percorrendo toda a extensão do curso, reconhecendo cenários de ocupações existentes e as características fisiográfica da bacia.

Após esta etapa, efetuada a análise da ocupação da área a partir da classificação do uso do solo com o objetivo de realizar o cruzamento de informações e delimitar cenários de ocupação predominantes. A área da bacia está delimitada a partir do mapa base do município do Cabo de Santo Agostinho com curvas de nível de 5m em 5m na escala 1:10 000, que, sobrepondo-o à malha urbana do loteamento, às imagens de satélite do Google Earth do ano de 2010 e o mapa de uso e ocupação do solo conforme o Plano Diretor do município, efetuou-se a divisão da bacia em duas áreas complementares: Área I e Área II.

A primeira, está restrita ao trecho do rio, objeto de canalização em forma de galeria, com extensão de



**Figura 2** – Região com zonas de ocupação determinadas pelo Plano Diretor Municipal na qual está inserida a bacia do rio Arroabados.

Fonte: Santana, apud in Fraga, 2013.

1 280 Km e toda sua área influente, a Zona urbana residencial III com área total de 0.783 Km<sup>2</sup>; quanto à segunda, a Área II engloba a parcela da bacia em que o rio não é objeto de intervenção urbana, com aproximadamente 1 828 Km, ou seja, a área da Zona de Preservação Ecológica e a Zona de Expansão Residencial, tendo a área de drenagem de 1 687 Km<sup>2</sup> (Figura 2).

Com relação aos dados de precipitação, pela insuficiência de dados de intensidade de chuva, ou seja, das séries históricas de pluviógrafos situados dentro do município do Cabo de Santo Agostinho, adota-se a entrada de dados de precipitação como chuva de projeto criada a partir da aplicação da equação de

chuvas intensas do município do Recife elaborada por Azevedo & Souza, 2014 in SOUZA (2014) [Equação 1] e sua separação como chuva efetiva efetuada através do Programa computacional Sistema Hidro-Flu, versão 2.0 da Universidade do Rio de Janeiro (2007):

$$i = \frac{1775.91 \times T^{0.1095}}{(t + 26)^{0.8040}} \quad (\text{mm/h}) \quad (1)$$

Onde,

- i* – intensidade (mm/h)
- T* – tempo de retorno (anos)
- t* – duração (min)

Quanto aos dados fluviográficos (locação do rio existente, cadastro da área do entorno e seções transversais e nivelamento e contranivelamento do perfil longitudinal do canal projetado), estes foram obtidos através de consulta ao projeto de canalização do rio Arrombados elaborado pela gestão municipal como proposta para resolver o problema de inundações no loteamento. Admite-se a vazão ou descarga de projeto a partir da aplicação do Método Racional e a vazão de entrada inicial gerada pela Área II.

Sendo assim, são determinados como chuvas de projeto os totais pluviométricos nos tempos de retorno de 5 anos e 25 anos, sendo esse último recomendado por muitos autores para obras de macrodrenagem. Para a duração dos eventos, são usados os intervalos de 30 e 180 minutos, o primeiro devido ao tempo de concentração da bacia e o segundo como representação de uma chuva intensa ocorrente no período de 3 horas nesse tipo de região (Tabela 1).

**Tabela 1** – Total pluviométrico da chuva na bacia do rio Arrombados em mm, determinado a partir da intensidade da chuva.

duração (min)	t (h)	Total Pluviométrico (mm) da chuva da cidade do Recife	
		T=5 anos	T=25 anos
30	0,5	41.63	49.65
180	3	87.65	104.54

Como se trata de uma bacia costeira, o nível d'água das marés é considerado na simulação como uma condição de contorno, sendo usados em função do tempo – Z (t). Os dados utilizados são dos dias 22 e 23 de julho de 2013 coletados a partir da Tábua de marés do ponto de medição situado no Porto de Suape – PE, operado pela Marinha do Brasil (2013) sob as coordenadas geográficas 8° 18' S e 34° 52' O, a aproximadamente 7.5 Km de distância da foz do rio Arrombados.

Por meio dos dados de níveis registrados, é efetuada a previsão de alteração de nível por minuto nos intervalos de tempo de 30 minutos e de 180 minutos ou 3 horas, a partir da interpolação dos valores de níveis de marés altas e baixas do período, tomando o nível inicial (Z0) de 1.25m como valor de transformação do nível de redução - NR para o nível médio local - NM.

### 2.3. Aplicação do Modelo de Células de Escoamento para Bacias Urbanas (ModCel)

Para realização da simulação hidráulica escolheu-se o uso do Modelo de Células de Escoamento - ModCel (MIGUEZ, 2001; MASCARENHAS e MIGUEZ 2011), modelo este, bastante difundido no meio técnico e científico especialista no Brasil. Para utilização no modelo, organizou-se os referidos dados nos seguintes arquivos: Arquivo de condições iniciais das células, Arquivo para a montagem da base de dados das células da planície, Arquivos de Precipitações e Arquivos de Condições de Contorno.

A partir das informações e dados obtidos através do trabalho de campo e do estudo dos mapas, elaborou-se um esquema topológico da bacia com o arquivo de dados gerais, com 60 segundos de intervalos de tempo para 180 intervalos de tempo, 61 células, subdivididos em 11 grupos baseado na Figura 3.

Os cenários de simulação estão definidos dentro de dois grandes grupos associados aos eventos chuvosos da Tabela 1, adotando para aplicação do modelo as seguintes condições:

- ✓ **Condição 0** - Cenário atual, ocupação existente, coeficiente de escoamento de *run-off* de 0.20 em função do tipo de ocupação da Área II. Bacia desprovida de sistema convencional de microdrenagem, com rio canalizado na Área I, recebendo incremento de vazão gerada na Área II (Figura 4).
- ✓ **Condição 1** - Cenário considerando a ocupação de toda a bacia de acordo com projeto do loteamento e Plano Diretor Municipal (considerando a taxa de solo permeável), coeficiente de escoamento de *run-off* de 0.40 em função do tipo de ocupação da Área II. Manutenção da canalização do rio na Área I, este, recebendo incremento de vazão gerada na Área II, a qual cerca de 1158Km<sup>2</sup> de sua área está destinada à expansão urbana e o restante à manutenção da zona de preservação (Figura 5).

Dessa forma, ficam definidos os seguintes cenários para simulações apresentados nas Figuras 4 e 5.

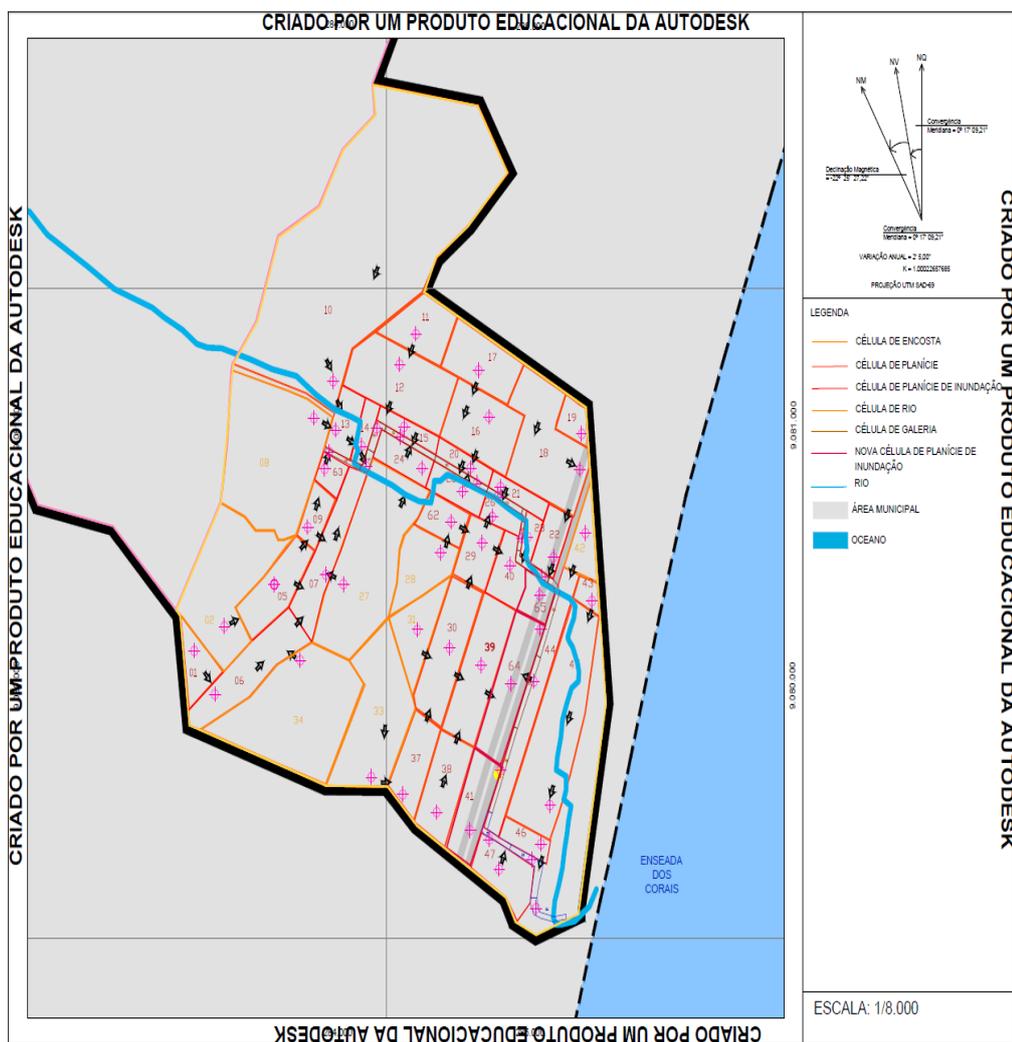


Figura 3 - Esquema de divisão de células da Área I.



Figura 4 - Cenários montados a partir da condição 0.



Figura 5 - Cenários montados a partir da condição 1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como citado anteriormente, os cenários montados recebem inclusive, a vazão da Área II na entrada e a variação do nível de marés em sua foz. Na ocorrência de diferentes eventos chuvosos, a vazão gerada na Área I somada a tais incrementos, intensifica a dinâmica de inundação em algumas localidades ao longo do rio dentro da Área I.

Observa-se através das Figuras 6 e 7, o comportamento do escoamento superficial na Área I a partir da vazão de saída de cada cenário montado com nível máximo de água ao longo do trecho do rio Arrombados, onde os 1.000 metros iniciais de sua extensão estão em plano de galeria e os demais, em canalização aberta.

Analisando ainda as figuras, nota-se que o trecho do rio localizado na Área I é capaz de suportar a vazão gerada pela bacia para os eventos de chuvas intensas apenas com duração de 30 minutos e tempo de retorno de 5 anos, seja em condições atuais de urbanização ou em condições futuras de expansão conforme define o PDUC. Nos demais cenários, o sistema de drenagem trabalha de forma crítica; as galerias funcionam sob pressão e diversos pontos de inundações são formados às margens do rio. O caso torna-se ainda mais grave, quando este evento ocorre na bacia com suas características físicas naturais alteradas pela expansão urbana na Área II. A vazão gerada nesta área basicamente duplicará e deverá acentuar as inundações nas localidades à jusante.

Percebe-se a partir de então, que a expansão urbana da bacia não foi planejada de acordo com a sua capacidade hidrológica, hidráulica e ambiental, contudo, a dinâmica

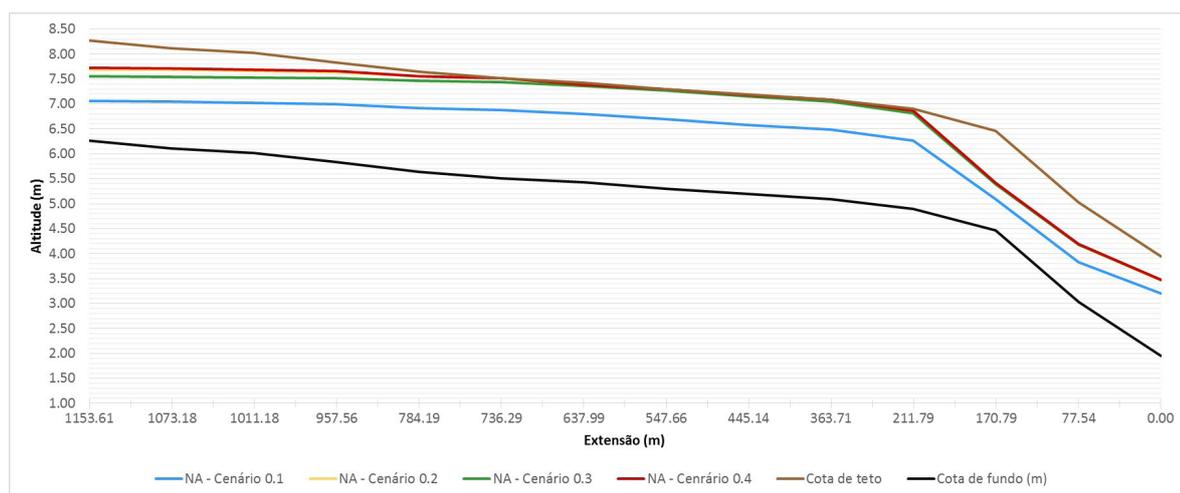
fluvial do Arrombados resiste a ocupação ribeirinha existente, e que apesar de impactado, o processo de inundação continua por ocorrer em determinados pontos, afetando diretamente a população margeante do trecho do médio curso.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

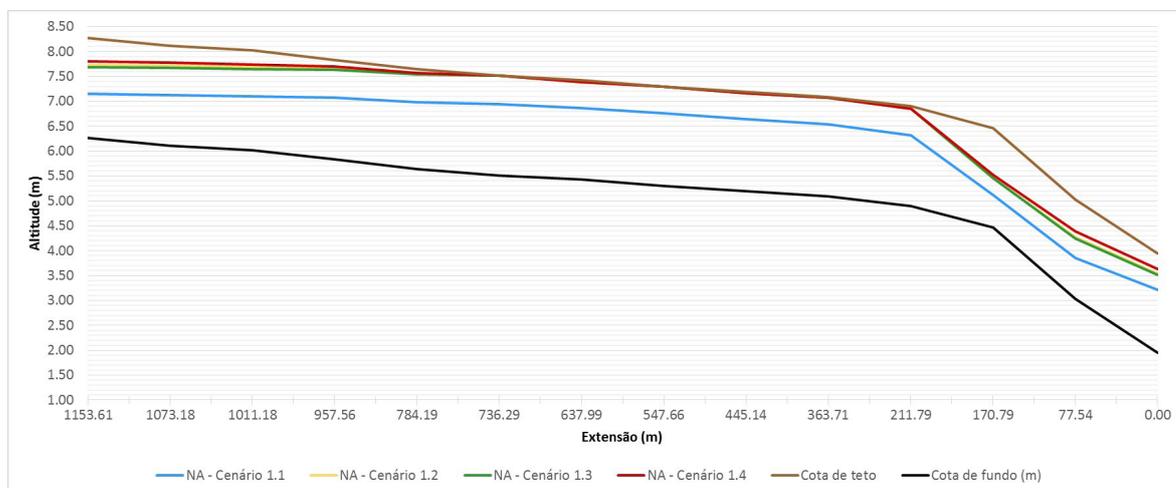
As áreas de inundações identificadas destacam-se que, fundamentalmente trata-se de um processo natural do rio, que apesar das intervenções na calha, sua ocorrência ainda se faz presente, atingindo a então ocupação ribeirinha. Como medida efetiva em conformidade com as condições ambientais e a legislação brasileira vigente, o ideal para solucionar o problema deve ser a retirada da cobertura da calha do rio, deixando seção aberta, bem como a desocupação dos lotes localizados na área marginal da Área I.

No mais, em caso da gestão municipal por motivos diversos optar por medidas para mitigação dos impactos, mantendo e privilegiando a ocupação já existente, recomenda-se:

- Aplicação de medidas de correção e prevenção determinadas através da criação de regras de planejamento urbano ambiental municipal e/ou estadual, podendo ser exigidas e implementadas para o controle de drenagem no lote gerador;
- O município como corresponsável pelo dano, pode intervir implementando medidas de controle na macrodrenagem à montante da bacia, de forma



**Figura 6** – Nível máximo de água ao longo do rio Arrombados no trecho localizado na Área I para os cenários da Condição 0 (fluxo da água da esquerda para direita).



**Figura 7** – Nível máximo de água ao longo do rio Arrombados no trecho localizado na Área I para os cenários da Condição 1 (fluxo da água da esquerda para direita).

a amenizar os impactos provocados pela vazão gerada da Área II no cenário de pós-urbanização e

- Além disso, deve ser elaborado um Plano Diretor de Drenagem Urbana, além de um Manual Específico para Projeto e Operação dos dispositivos de drenagem, ambos inexistentes no Município, ressaltando que apenas com o esforço conjunto do Poder Público e da sociedade será possível solucionar ou pelo menos mitigar os problemas oriundos do excesso de escoamento superficial proporcionado pela chuva associados ao uso do solo.

Em casos como este, onde a área da bacia ainda está em processo de ocupação, sugere-se a aplicação de medidas de controle de escoamento superficial na bacia, de maneira que, na Área II após a urbanização seja possível manter uma vazão igual a de pré-urbanização da parcela, bem como, na Área I, a aplicação de técnicas que mitiguem os efeitos apresentados nos cenários para os tempos de retorno de 5 e 25 anos, no entanto, reforça-se por fim, que:

- Ao se planejar a ocupação urbana de uma área, todos os corpos hídricos devem ser respeitados no ordenamento e zoneamento territorial conforme Lei Federal nº 12 651/2012 que estabelece inclusive, normas gerais sobre as Áreas de Preservação Permanente – APP;
- Na elaboração do Plano Diretor Urbano, independente de possuir Plano Diretor de

Drenagem Urbana, o município em seu zoneamento deve observar e prevenir impactos de escoamento das águas pluviais em relação ao ambiente urbano na bacia, de maneira que, o escoamento seja eficaz propiciando segurança e conforto aos habitantes e edificações e mantendo o ambiente hidrológico em condições ambientais aceitáveis;

- É fundamental a mudança de paradigmas de todos os atores sociais quanto ao conceito de drenagem urbana e sua responsabilidade ambiental;
- O município através de instrumento regulador deve exigir e supervisionar a manutenção de área permeável no lote urbano de acordo com as características naturais da bacia, fazendo com que, essa diretriz embase o zoneamento da área;
- As intervenções de obras hidráulicas deverão ser pensadas de maneira integrada no âmbito da unidade da bacia, favorecendo o planejamento sustentável do ambiente urbano com aplicação de técnicas compensatórias de escoamento de águas pluviais e
- A propagação da conscientização ambiental por meio de práticas sustentáveis com relação às ocupações urbanas pode ser objeto de ações de todas as esferas governamentais, o que pode vir a contribuir de maneira importante na composição de novos cenários urbanos, garantindo inclusive, a conservação dos corpos hídricos.

## BIBLIOGRAFIA

Assis, H. M. B. (1999) - *Cartografia geomorfológica do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE*. 32p., Serviço Geológico do Brasil, Recife, Brasil.

Cabo de Santo Agostinho (2004) - Lei nº 2 179, de 12 de abril de 2004: Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município do Cabo de Santo Agostinho. 82p., Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho/Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Cabo de Santo Agostinho, PE, Brasil. (disponível em [www.cabo.pe.gov.br/Lei/Lei%20de%20Uso%20e%20Ocupação%20do%20Município](http://www.cabo.pe.gov.br/Lei/Lei%20de%20Uso%20e%20Ocupação%20do%20Município)).

Cabo de Santo Agostinho (2006) - Lei nº 2.360, de 29 de Dezembro de 2006: Política Urbana e Ambiental e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Cabo de Santo Agostinho. (s/p), Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho/Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Cabo de Santo Agostinho, PE, Brasil.

Fraga A. T. F. C. (2013) - *Interrelação entre o planejamento urbano, ocupação do solo e problemas de drenagem de águas pluviais na Bacia do Rio Arrombados (Cabo-PE)*. 200p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Governo do Estado de Pernambuco (2008) - Plano Estadual de Recursos Hídricos. 263p., Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife, PE, Brasil.

Instituto de Pesquisas Espaciais (s/d) - Dados históricos de precipitação e temperatura. Centro de previsão do tempo e estudos climáticos, Brasil. In: [http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento\\_brasil.shtml](http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento_brasil.shtml) (acedido em 15 de agosto de 2013).

Kellagher R. (2012) - Preliminary rainfall runoff management for developments. 132p., [http://www.uknuts.com/information/SR744\\_Flood%20Risk%20User%20Guide.pdf](http://www.uknuts.com/information/SR744_Flood%20Risk%20User%20Guide.pdf). Wallingford, Inglaterra.

Marinha do Brasil (2013) - Tábuas de Marés. Diretoria de Hidrografia e Navegação/Centro de Hidrografia da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>).

Maus V. W., Righes A. A. & Buriol G. A. (2007) - Pavimentos permeáveis e escoamento superficial

da água em áreas urbanas. *I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste*, 1-8. (disponível em [http://www.academia.edu/1491009/PAVIMENTOS\\_PERME%C3%81VEIS\\_E\\_ESCOAMENTO\\_SUPERFICIAL\\_DA\\_%C3%81GUA\\_EM\\_%C3%81REAS\\_URBANAS](http://www.academia.edu/1491009/PAVIMENTOS_PERME%C3%81VEIS_E_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL_DA_%C3%81GUA_EM_%C3%81REAS_URBANAS)).

Miguez, M. G. (2001) - *Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas*. 410p. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Miguez M. G., Mascarenhas F. C. B. & Veról, A. P. (2011) - MODCEL: A Mathematical Model for Urban Flood Simulation and Integrated Flood Control Design. *Acqua e Città - 4 Convegno Nazionale di Idraulica Urbana*, 1- 17.

Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho (2008) - Estudo hidrológico e projeto executivo do canal da Praia do Boto, loteamento Enseada dos Corais, município do Cabo de Santo Agostinho, Estado de Pernambuco. 75p., Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho, Cabo de Santo Agostinho, PE, Brasil.

República Federativa do Brasil (2012) - Lei nº 12 651, de 25 de maio de 2012: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9 393, de 19 de dezembro de 1996, e 11 428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4 771, de 15 de setembro de 1965, e 7 754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2 166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. (s/p), Presidência da República/Casa Civil, Brasília, DF, Brasil. (disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)).

Souza J. C. B. (2014) - *A Influência do método de escolha do parâmetro "C" na determinação de equações de chuvas intensas*. 230p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007) - Sistema Hidro-Flu (versão 2.0)., Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Yannopoulos S. I., Grivaki G., Giannopoulou I., Basbas S., Oikonomou E. K. (2013) - Environmental impacts and best management of urban stormwater runoff: measures and legislative framework. *Global NEST Journal*, Vol. 20 (10), 1-9.

