

ESTUDO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO DE AMORTECIMENTO DE CHEIAS DO RIACHO ALAGADIÇO, UTILIZANDO O HEC-HMS.

*Raquel Jucá de Moraes Sales*¹; *Juliana Alencar Firmo de Araújo*² & *Marco Aurélio Holanda de Castro*³

RESUMO - Esta pesquisa trata da aplicação do software HEC-HMS para a análise das suas aplicabilidades no estudo hidráulico-hidrológico de amortecimento de cheias em uma das áreas críticas sujeitas a alagamento no município de Fortaleza. Com a intenção de verificar a atenuação dos picos de chuva da área, foram feitas simulações com e sem o uso de reservatórios de detenção para os tempos de recorrência de 20, 50 e 100 anos. Dos resultados, observou-se que, com a inserção de dois reservatórios, houve uma diminuição considerável para a minimização dos problemas de inundação da bacia, sendo obtida uma redução do pico de cheias de até 24%. Confirma-se a credibilidade no uso do HEC-HMS, com níveis bastante relevantes de detalhamento da bacia. Contudo, verificou-se que estudo de propagação das ondas de cheias não é tão precisa com o uso deste software, haja vista que este programa não deve ser utilizado para regularização de vazões e sim para pico de cheias. Este estudo é um passo inicial para o desenvolvimento de novos projetos de infraestrutura como o uso de modelos computacionais hidráulico-hidrológicos.

ABSTRACT - This research concerns about the application of the software HEC-HMS for the analysis of its applicability in the hydraulic-hydrologic study of floods control in one of the critical areas subject to flooding in the district of Fortaleza. With the intention of verifying the reduction of the picks of rain of the area, it was made simulations within and without the use of detention reservoirs for the return periods of 20, 50 and 100 years. Through the results, it was observed that, with the insert of two reservoirs, there was a considerable decrease for the minimization of the problems of flood of the basin, being obtained a reduction of the pick flood of up to 24%. Finally, the credibility of the use of HEC-HMS was confirmed, with quite relevant levels of details of the basin. However, it was verified that study of propagation of flood waves with the application of this software is not so precisely, considering that this program should not be used for regularization of flows and yes for pick of floods. This study is an initial step for the development of new project of infrastructure as the use of hydraulic-hydrological computational models.

Palavras-Chave – drenagem urbana, amortecimento de cheias, HEC-HMS.

1) Mestre e doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará e bolsista do CNPq. Campos do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: raqueljuca@gmail.com;

2) Mestre e doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará e bolsista do CAPES. Campos do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [judiaraujo@yahoo.com.br](mailto:juliaraujo@yahoo.com.br);

3) Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bloco 713, Fortaleza – Ceará, Brasil, CEP 60445-760, Fone: (85) 3366. 9492, e-mail: marco@ufc.br.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

O acelerado processo de urbanização um dos principais fatores responsáveis pelo agravamento dos problemas relacionados às inundações nas cidades. Outro agravante é a ocorrência de eventos extremos com precipitações elevadas em um curto espaço de tempo.

Para a minimização destes entraves, são necessárias técnicas alternativas ou compensatórias que controlem esses excedentes de água, evitando a sua transferência rápida para jusante e adequando-se às capacidades das canalizações. O uso de ferramentas computacionais, com modelos detalhados e otimização de dados, torna-se uma opção econômica e rápida para o desenvolvimento de projetos.

Sabendo que cada modelo é adequado em diferentes ambientes e sob diferentes condições, a sua escolha recai sobre o conhecimento das bacias hidrográficas, do estudo hidrológico e objetivos do projeto. Uma vez que a drenagem urbana é uma plataforma integrada onde se pode trabalhar em conjunto o monitoramento, a programação visual e o sistema de planejamento, combinando-se a ferramentas computacionais de simulação, é capaz de ser desenvolvida uma plataforma com informações dinâmicas, cálculos e análise da rede.

Softwares que possuem recursos de modelagem hidrológica e hidráulica, tais como o Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), com plataforma amigável e de fácil utilização, permitem definir relações entre os elementos dos dados de projeto, sendo ferramentas atraentes para um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU).

Na intenção de facilitar projetos de drenagem na obtenção de resultados mais detalhados de projetos, o presente estudo analisa a aplicabilidade do software HEC-HMS, comparando os seus níveis de detalhamento da bacia. Para tanto, foi realizado o estudo hidráulico-hidrológico de amortecimento de cheias no riacho Alagadiço, Fortaleza, CE, como alternativa de mitigar a ocorrência de pico de cheias. O estudo toma com base fundamentos hidráulico-hidrológico de amortecimento de cheias no riacho Alagadiço, Fortaleza, CE, obtendo as vazões máximas referentes aos períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos, analisando a viabilidade da construção de reservatórios na bacia, como alternativa de mitigar a ocorrência de pico de cheias.

1.2 Fundamentação teórica

Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações. A velocidade do processo de adensamento e urbanização, a precariedade da infra-estrutura existente, associada à falta de planejamento urbano e a carência de recursos, são fatores que dificultam projetos de drenagem.

No entanto, a drenagem urbana não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações as quais a sociedade está sujeita.

Fernandes (2002) afirma que quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente. Desta maneira, é conveniente que a área urbana seja planejada de forma integrada, através de uma equipe multidisciplinar composta por urbanistas, economistas, sociólogos, paisagistas, engenheiro hidráulico entre outros, compatibilizando demais planos regionais, estaduais ou federais com planos de desenvolvimento urbano.

Geralmente, os projetos de esgotamento pluvial são elaborados para drenar a água de um determinado loteamento, não sendo ampliada a capacidade da macrodrenagem, acarretando o aumento da probabilidade da ocorrência de enchentes, com perdas sociais e econômicas. Uma vez que os impactos relacionados ao aumento da vazão máxima sobre o restante da bacia não são avaliados, é gerada uma sobrecarga da microdrenagem sobre a macrodrenagem, fazendo-se necessário o estudo de amortecimento de cheias. A impermeabilização e canalização levam a vazões cada vez maiores e à adoção de métodos que atenuem os picos dessas vazões, permitindo compatibilizar os efluentes com a capacidade de escoamento da rede de drenagem natural ou artificial existente a jusante. Uma das soluções que já vêm sendo empregada em todo o mundo é a construção de reservatórios de retenção de cheias.

Na Região Metropolitana de Fortaleza, uma das áreas sujeitas a alagamento é a bacia hidrográfica do riacho Alagadiço, que abrange os corpos hídricos Açude João Lopes e riacho Alagadiço, ambos inseridos no Plano Diretor de Fortaleza como Área de Proteção Ambiental – APA.

As águas do riacho Alagadiço são escoadas à Foz do rio Ceará através dos afluentes Maranguapinho e Sangradouro do Açude Santo Anastácio. O Polo de Lazer da Av. Sargento Hermínio

é a maior área verde ainda existente na bacia hidrográfica do riacho Alagadiço, mas parte dessa área verde foi invadida (THEOPHILO, 2006).

Para diagnosticar problemas nos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem, com propostas de soluções para diferentes cenários futuros, a modelagem se propõe a analisar e verificar diversas condições de funcionamento dos sistemas de drenagem, bem como a avaliação de todas as respostas da bacia, como parte da estratégia e planejamento detalhado do sistema, avaliação da poluição, gerenciamento operacional, controle em tempo real e análise de interação entre sub-bacias (MAKSIMOVIC, 2001). Apesar das dificuldades na representação matemática de alguns processos físicos e da necessidade da discretização de processos contínuos, os modelos matemáticos têm a vantagem de permitir a geração de resultados para diferentes situações com alta velocidade de resposta (Tucci, 1998).

Uma ferramenta computacional amplamente utilizada em estudos hidrológicos, cuja aplicação se destina a transformação chuva-vazão, determinando hidrogramas sintéticos e dados de volume de cheia esperado e pico de vazão em função da chuva, é o Hydrologic Modeling System do Hydrologic Engineering (HEC-HMS).

Desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE – U.S. Army Corps of Engineers) (USACE-HEC, 2008), esta ferramenta computacional simula processos de precipitação em bacias hidrográficas, incluindo rios de abastecimento de água, hidrologia da bacia de inundação e de bacias hidrográficas urbanas ou naturais de escoamento de pequeno porte. A partir do comportamento hidrológico da bacia, este modelo gera hidrogramas, informações de volume de escoamento e vazões de pico e tempo de escoamento, podendo ser amplamente utilizado em drenagem urbana, impacto de urbanização, dimensionamento de vertedores em barragens, etc.

O modelo HEC-HMS inclui o método das perdas do número de escoamento (CN) do Natural Resources Conservation Service (NRCS), para transformação de precipitação em escoamento superficial. As equações do NRCS são utilizadas para os cálculos dos hidrogramas.

Este método determina a chuva excedente, ou seja, a parcela da chuva que efetivamente escoará superficialmente pela bacia, estabelecendo uma relação empírica entre a capacidade de armazenamento da bacia e o *curve number* (CN).

É uma ferramenta de modelagem hidráulico-hidrológica, já bastante consolidada. Entretanto, este modelo, segundo Milde et. al. (2002), possui algumas limitações tais como: As simulações devem preferencialmente referir-se a eventos de chuvas extremos individuais, devido ao fato de não ser feita nenhuma previsão para recuperação da umidade do solo durante períodos sem precipitação; Os resultados do modelo são em termos de descarga.

2. METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida a partir das diretrizes de projetos de drenagem urbana. Para tanto, seguiu-se os critérios: em primeiro, foram coletados dados específicos da bacia e dados pluviométricos, que serviram como base de cálculos da média das precipitações máximas da bacia, na seqüência, foram definidos os períodos de retorno estudados, para os cálculos das distribuições temporais das precipitações máximas esperadas, foram ainda estabelecidos os pontos de alagamento do terreno e, portanto, os possíveis locais para o acoplamento de reservatórios de amortecimento de cheias e, por fim a obtenção dos dados de escoamento superficial em relação às precipitações máximas, verificando a minimização de impactos devido à alocação dos possíveis reservatórios de amortecimento de cheias.

Para a captação dos dados pluviométricos, foram localizadas as estações pluviométricas próximas à bacia, verificando apenas a estação pluviométrica localizada dentro do Campus Universitário do Pici, na Estação Meteorológica do Departamento de Economia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará (UFC), sob coordenadas geográficas 3° 44' S de longitude e 38° 34' W de latitude. As medições foram realizadas entre os anos 1919 e 2010.

Seguindo-se as especificações técnicas dos estudos hidrológicos da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infra-Estrutura Seinf (SEINF), foram adotados os períodos de recorrência de 20, 50 e 100 anos. A escolha da alocação dos reservatórios foi feita de maneira arbitrária, levando-se em consideração os pontos de alagamento da bacia, as cotas do terreno e o seguimento do curso do rio, com diferença de elevação máxima de cinco metros para cada reservatório.

Na aplicação e desenvolvimento do estudo hidrológico foi utilizado, como ferramenta de modelagem, o software HEC-HMS.

2.1 Dados metodológicos

Abacia do riacho Alagadiço, Figura 1, pertencente à bacia hidrográfica do rio Ceará, através da sub-bacia do rio Maranguapinho, está inserida em sua totalidade, no lado oeste da cidade de Fortaleza. O riacho Alagadiço, onde as áreas verdes são poucas e dispersas, serve de sangradouro para o Açude João Lopes, Bairro Éllery, percorrendo vários quilômetros até chegar ao Parque Genibáu.



Figura 1 - Localização Hidrográfica da bacia do riacho Alagadiço.

Os estudos cartográficos foram desenvolvidos basicamente a partir de cartas topográficas da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), digitalizadas em escala 1:100.000 e com curvas de nível a cada 40 metros, e cartas topográficas da Secretaria de Infra Estrutura de Fortaleza (SEINF), específicas de Fortaleza, com escala de 1:5000 sobre as quais foi definida a localização do barramento, delimitação da área da bacia hidrográfica e demais parâmetros utilizando a compensação de áreas nos cálculos de declividade da bacia. Na Tabela 1 estão inseridas as características físicas da bacia, juntamente com a parametrização dos dados de transformação chuva-vazão do método NRCS.

Tabela 1 – Características físicas da bacia hidrográfica do riacho Alagadiço.

Parâmetros de estudo		
Área	8,56	km ²
Perímetro	23.485,30	M
Elevação máxima	22	M
Elevação mínima	6	M
Comprimento do rio principal	3.310,75	M
Declividade do rio principal	0,48	%
Declividade média da bacia	0,59	%
Coefficiente de compacidade	2,25	adimensional
Fator de forma	0,78	adimensional
ΔH	16	M
S	0,0048	m/m
t_r	0,07	H
t_c	1,30	H
t_{lag}	0,78	H
t_p	0,91	H
t_b	2,43	H
q_p	1,96	m ³ /s

Para a bacia do riacho Alagadiço foi adotado o nível de discretização em 11 sub-bacias com base na distribuição da rede de drenagem estimada, Figura 2. As características das sub-bacias para a discretização da bacia do riacho Alagadiço encontram-se discriminadas na Tabelas 2. Os dados das Tabelas 2 e 3 foram definidos a partir da ferramenta AutoCAD, de maneira que a representação do valor da largura de cada sub-bacia foi feita utilizando-se o valor da largura do retângulo equivalente (l_e), visto na Equação (1), onde o coeficiente de compacidade (k_c) é obtido pela Equação (2).

$$l_e = \frac{k_c \sqrt{A}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left[\frac{1,128}{k_c} \right]^3} \right] \quad (1)$$

$$k_c = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

l_e = largura do retângulo equivalente, m;

A = área da bacia hidrográfica, m^2 ;

k_c = coeficiente de compacidade;

P = perímetro da bacia hidrográfica, m.

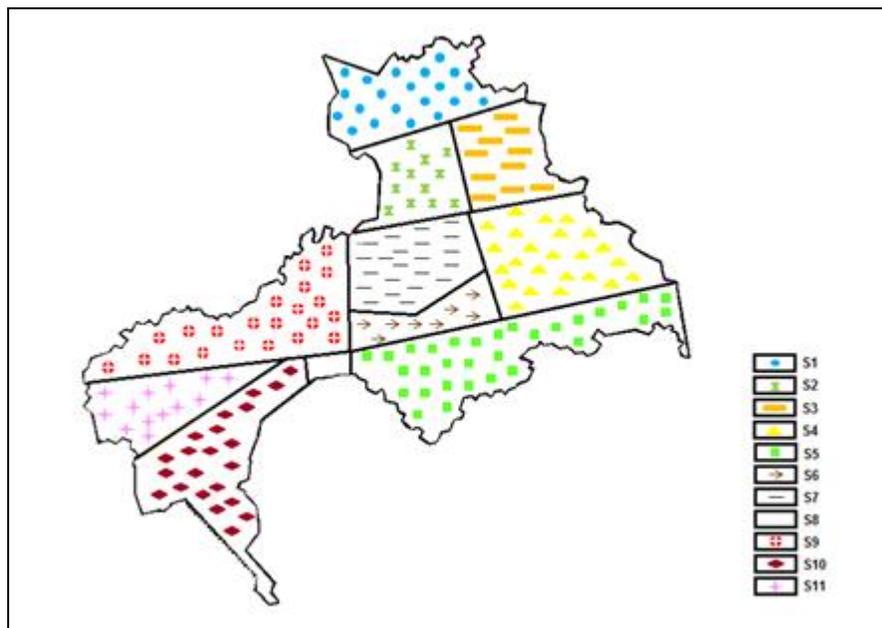


Figura 2 – Discretização da bacia em 11 sub bacias.

Tabela 2 – Características físicas da bacia hidrográfica do riacho Alagadiço.

Sub-bacia	Largura da sub-bacia (m)	Área (ha)	Declividade (m/m)
S1	374	86	0,0027
S2	372	56	0,0027
S3	446	60	0,0032
S4	634	106	0,0096
S5	387	136	0,0014
S6	623	59	0,0134
S7	275	39	0,0012
S8	289	25	0,0014
S9	293	83	0,0044
S10	379	115	0,0111
S11	358	46	0,0054

A discretização do arroio, subdividido em 10 seções representativas para os seus trechos, consistiu em 10 trechos e 10 nós, sendo classificados como condutos trapezoidais, com o valor do Coeficiente de rugosidade de Manning de 0,13.

Tabela 3 – Características físicas da bacia hidrográfica do riacho Alagadiço.

Conduto	Nó	Comprimento (m)	Declividade (m/m)
C1	J1	802,43	0,0025
C2	J2	99,21	0,0101
C3	J3	503,11	0,0179
C4	J4	396,34	0,0151
C5	J5	604,36	0,0033
C6	J6	632,23	0,0016
C7	J7	1052,10	0,0009
C8	J8	527,93	0,0038
C9	J9	324,97	0,0031
C10	J10	397,83	0,0025

No processo de simulação levou-se em consideração o topo dos reservatórios e as tomadas d'água, variando tanto o comprimento das saídas de água como também a profundidade dos reservatórios, de maneira a se obter a máxima redução do pico de cheias resultando, por conseguinte, a cota, a área hidráulica e o volume do reservatório, Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização dos reservatórios de contenção de cheias.

	Reservatório 1	Reservatório 2	Reservatório 3
Cota	18 m	14 m	14 m
Área hidráulica	9921 m ²	27004 m ²	20166 m ²
Volume de acumulação	49,61 (1000 m ³)	135,02 (1000m ³)	100,83 (1000 m ³)
Área da tomada d'água	0,5 m ²	0,5 m ²	0,5 m ²
Elevação da tomada d'água	0,01 m	0,01 m	0,01 m
Coeficiente da tomada d'água	0,8	0,8	0,8
Elevação do dam top	2 m	2 m	2 m
Comprimento do dam top	100 m	100 m	100 m
Coeficiente do dam top	1,9	1,9	1,9

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados a seguir apresentados caracterizam a avaliação do estudo de amortecimento de cheias na bacia do riacho Alagadiço, tendo como alternativa mitigadora do problema a inserção de reservatórios de detenção em pontos específicos do terreno.

3.1 Simulação da bacia sem a presença de reservatórios de detenção

Esta simulação foi feita sob as condições originais da bacia, sendo obtidos os seguintes resultados de vazões máximas, Tabela 5, para os tempos de recorrência de 20, 50 e 100 anos. A Figura 3 esboça o esquema hidrológico na bacia no HEC-HMS.

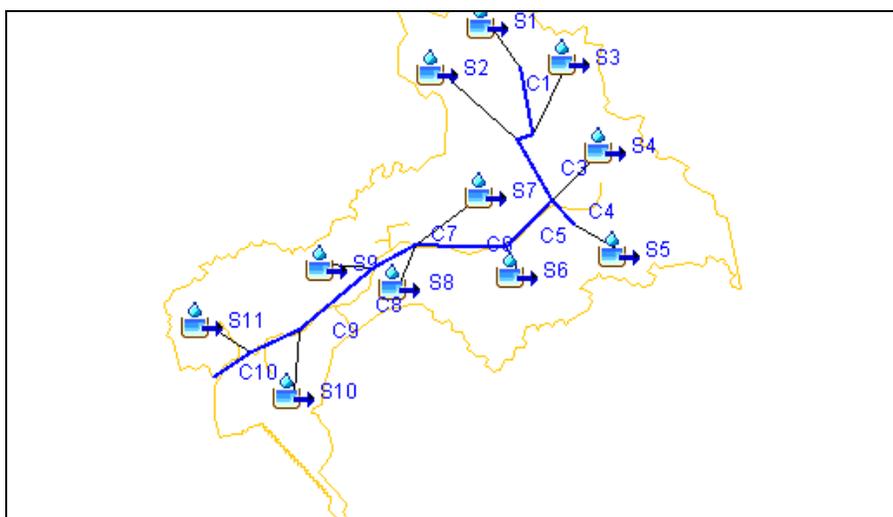


Figura 3 – Esquema hidrológico sob as condições originais da bacia, utilizando o HEC-HMS.

Tabela 5 – Vazões máximas da bacia sem a presença de reservatórios de detenção.

Períodos de recorrência	Vazões Máximas
20 anos	35,2 m ³ /s
50 anos	42,5 m ³ /s
100 anos	49,8 m ³ /s

3.2 Simulação da bacia com a inserção de reservatórios separadamente

A Figura 4 que se segue, ilustra o esquema hidrológico da bacia simulado no HEC HMS, com a inserção dos reservatórios 1, 2 e 3.

O resultado das vazões máximas, para os tempos de recorrência de 20, 50 e 100 anos, pode ser visualizado na Tabela 6.

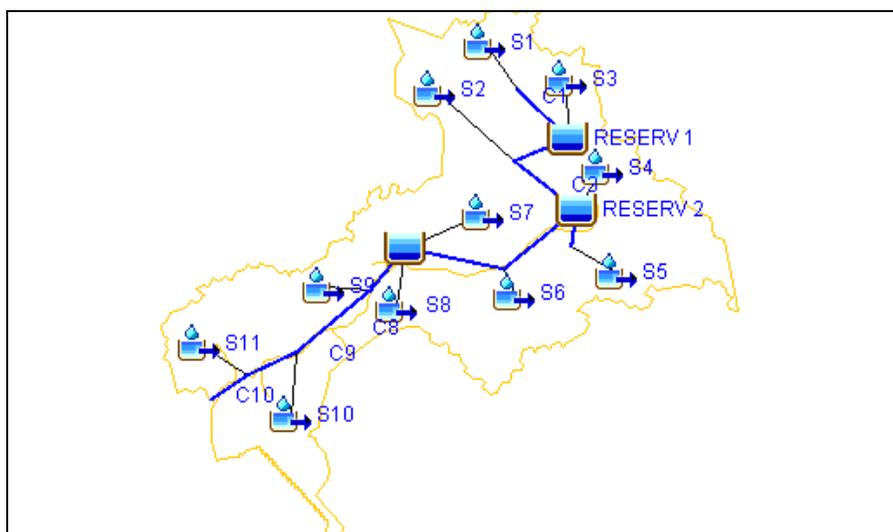


Figura 4 – Esquema hidrológico com a inserção dos reservatórios 1, 2 e 3, utilizando o HEC-HMS.

Tabela 6 – Vazões máximas da bacia com a presença de reservatórios de detenção.

	Períodos de recorrência (T)	Vazões Máximas
Reservatório 1	20 anos	34,1 m ³ /s
	50 anos	41,5 m ³ /s
	100 anos	48,4 m ³ /s
Reservatório 2	20 anos	30,9 m ³ /s
	50 anos	37,3 m ³ /s
	100 anos	42,9 m ³ /s
Reservatório 3	20 anos	30,6 m ³ /s
	50 anos	36,9 m ³ /s
	100 anos	42,6 m ³ /s

Comparando com os resultados anteriores, Tabela 5, verifica-se que a atenuação dos picos de cheias, com os reservatórios 2 e 3, são mais significativos, de maneira que amortizam o pico de cheias, respectivamente em 12% e 13% para T de 20 anos, também em 12% e 13% para T de 50 anos e 14% e 15% para T de 100 anos.

3.3 Simulação da bacia com dois reservatórios

Nestas simulações, os resultados foram obtidos com a inserção de dois reservatórios de maneira alternada, utilizando mutuamente os reservatórios 1 e 2, Tabela 7, os reservatórios 2 e 3, Tabela 8, e por último os reservatórios 1 e 3, Tabela 9. As características dos reservatórios permanecem as mesmas.

Tabela 7 – Vazões máximas da bacia alternando os reservatórios 1 e 2.

Períodos de recorrência	Vazões Máximas
20 anos	30,8 m ³ /s
50 anos	36,6 m ³ /s
100 anos	42,6 m ³ /s

Comparando as Tabelas 6 e 7, nota-se uma pequena diferença entre os resultados obtidos com a inserção apenas do reservatório 2, e os resultados inserindo os reservatórios 1 e 2 em conjunto.

Tabela 8 – Vazões máximas da bacia alternando os reservatórios 2 e 3.

Períodos de recorrência	Vazões Máximas
20 anos	26,8 m ³ /s
50 anos	33,1 m ³ /s
100 anos	38,4 m ³ /s

Quando inseridos os reservatórios 2 e 3, comparando os resultados das tabelas e 6 e 8, observa-se a máxima redução do pico de cheias, chegando a média de 23%.

Tabela 9 – Vazões máximas da bacia alternando os reservatórios 1 e 3.

Períodos de recorrência	Vazões Máximas
20 anos	29,9 m ³ /s
50 anos	36,0 m ³ /s
100 anos	41,5 m ³ /s

Fazendo a comparação entre os resultados das Tabelas 6 e 9, verifica-se também uma diferença mínima entre os resultados obtidos com a inserção dos reservatórios 1 e 3, e os resultados inserindo apenas o reservatório 3.

3.4 Simulação da bacia com a inserção dos três reservatórios

Na inserção dos três reservatórios, foram encontrados os seguintes resultados de vazões máximas, Tabela 10.

Tabela 10 – Vazões máximas da bacia com a inserção de três reservatórios.

Períodos de recorrência	Vazões Máximas
20 anos	26,5 m ³ /s
50 anos	32,8 m ³ /s
100 anos	38,1 m ³ /s

Esta última simulação apresentou o valor de até 24% de redução do pico de cheias. Comparando com as simulações anteriormente citadas, nota-se que a diferença é mínima em relação à utilização do reservatório 1 em conjunto ou isolado, o que confirma, na aplicação deste software, que o mais viável economicamente e satisfatoriamente, como medida mitigadora para a minimização de alagamentos na bacia do riacho Alagadiço, e a inserção dos reservatórios 2 e 3, nas proporções aplicadas na pesquisa.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, chegou-se às seguintes conclusões:

Ao simular o modelo com a inserção dos reservatórios separadamente, verifica-se que o reservatório 1, localizado no Açude João Lopes, tem baixa influência sobre o amortecimento de cheias para os três períodos de recorrência. Isto se deve ao fato de não haver disponibilidade de espaço para suas ampliações, uma vez que as áreas de contribuição são grandes em relação à área do reservatório, ou ainda ao posicionamento em que ele foi alocado. Já os reservatórios 2 e 3, localizados no Parque Rachel de Queiroz e Polo de Lazer da Sargento Hermínio, amortizam o pico de cheias em até 23%.

Os resultados do HEC-HMS, em função da rede de drenagem, são obtidos pelo método de Muskingum-Cunge. Comparando os resultados deste estudo com outras metodologias, Cysne (2004), que chegou a valores de 19 m³/s, para o tempo de recorrência de 20 anos; e o método racional, utilizando o “C” igual a 0,19, para o tempo de recorrência de 50 anos, a vazão foi de 27,65 m³/s, entende-se que o método de propagação da onda não é tão preciso com o HEC-HMS e, portanto, não é tão confiável para simulações em bacias urbanas.

Por fim, confirma-se a credibilidade quanto ao uso do HEC-HMS em estudos hidráulico-hidrológicos de projeto. Contudo, devem ser observadas as considerações quanto ao uso do HEC-HMS em bacias urbanas.

BIBLIOGRAFIA

CYSNE, A.P. (2004). Estudo comparativo das enchentes nas bacias dos rios Maranguapinho e Cocó empregando o modelo HMS-HYDROLOGIC MODELING SYSTEM. Monografia UNIFOR – Fortaleza, CE.

FERNANDES, C. MICRODRENAGEM. (2002). *Um Estudo Inicial*, DEC/CCT/UFPB. Campina Grande, PB. 196p.

MAKSIMOVIC, C. (2002). *General overview of urban drainage principles and practice*. In: *Urban drainage in Specific climate*. Volume 1: urban drainage in humid tropics. 227p. Unesco: Paris.

MILDE, L.C.E.; MORAES, J.M.; MORTATTI, J.; FERRAZ, F.F.B.; GROPPPO, JULIANO. (2002). *Modelo Espaço-temporal HEC-HMS: avaliação na Bacia de Drenagem de Analândia*. Revista de Ciência & Tecnologia, V. 10, nº 19 – pp. 61-69.

NASCIMENTO, N. O. & BAPTISTA, M. B. (1998). *Contribuição para um Enfoque Ampliado do Uso de Bacias de Detenção em Meio Urbano*. In: BRAGA, B.; TUCCI, C. E. M.; TOZZI, M. Drenagem Urbana-Gerenciamento, Simulação e Controle. ABRH. Porto Alegre: Universidade-UFRGS. p. 189-203.

TEOPHILO, R.A.M. (2006). Disponível em: <http://www.riachoalagadico.blogspot.com.br/2006_05_01_archive.html>. Acessado em 2011.

TUCCI, C.E.M. (1998). *Modelos Hidrológicos*. 2ª edição, Editora da UFRGS, Porto Alegre. 678 p.

USACE-HEC – Hydrologic Modeling System, HEC-HMS. (2000). *Technical Reference Manual*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.