



II ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ESTIMATIVA DA CAPACIDADE MÁXIMA DE VAZÃO DE CALHAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ BATE ESTACAS

*Marilyse Moreira Ribeiro*¹
*Ana Cristina S. Strava Corrêa*²

1. INTRODUÇÃO

A urbanização desordenada e as conversões da floresta no entorno de Porto Velho vêm fazendo com que os desastres naturais sejam cada vez mais recorrentes. Tais fenômenos ocorrem normalmente associados a eventos pluviométricos intensos nos períodos chuvosos. Esses episódios tendem a provocar inundações, principalmente em áreas urbanas onde os sistemas de drenagem são menos eficazes devido à limitação da infiltração de água no solo, aumentando o escoamento superficial.

Segundo AKAN e HOUGHTALEN (2003 apud CANAL, 2011, p.20), “a cobertura e os tipos de uso do solo, além de seus efeitos sobre as condições de infiltração da água no solo, exercem importante influência na interceptação da água advinda da chuva.” Dessa forma os processos de interceptação, infiltração e evapotranspiração são parâmetros importantes na redução do escoamento superficial. Junto com as enchentes, vêm vários impactos negativos, como perdas econômicas, danos ao desenvolvimento ou mesmo perdas de vidas humanas. Segundo Tucci (2004), o desenvolvimento urbano, tem sido feito sem o devido planejamento da utilização do espaço. Este planejamento existe prioritariamente na área ocupada pela população de classes média e alta, enquanto na área ocupada pela população de baixa renda, na periferia, o processo de urbanização se dá de modo clandestino ou irregular. Para tentar conter grandes estragos, é necessária a adoção de medidas preventivas que amenizem esses efeitos, pois é impossível evitá-los ou minimizá-los sem que estas providências estejam associadas à gestão de riscos.

Nesse contexto, surgiu o Programa de Bacias Urbanas, um projeto elaborado para atendimento de uma demanda da Prefeitura Municipal de Porto Velho-RO, que contou com o apoio do CENSIPAM, visando à melhoria da gestão e do planejamento municipal. Este projeto identificou na cidade de Porto Velho vários pontos de alagamentos associados a travessias sobre os igarapés que estão subdimensionados. No presente trabalho o objetivo foi de analisar o comportamento de vazões de enchente na Bacia do Igarapé Bate Estacas, quanto à capacidade dos canais naturais. Após o diagnóstico dos riscos e a realização de um sistema de alerta a eventos extremos, as informações devem ser repassadas para a Defesa Civil, assim como, o desenvolvimento do zoneamento das áreas de risco para o planejamento urbano.

¹ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Rondônia – FARO – 2015-2

² Professora Orientadora da Faculdade de Rondônia – FARO – 2015-2

2. METODOLOGIA

A Bacia do Igarapé Bate Estacas, a escolhida para a realização deste trabalho de pesquisa, e seus tributários, foram caracterizados segundo os princípios hidrológicos, essenciais para a determinação das áreas de risco.

Avaliaram-se seis seções da drenagem natural da bacia do igarapé Bate-Estacas. A escolha dessas seções foi baseada no relatório do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2013, de onde foram obtidas as características físicas e hidráulicas das seções dos canais da bacia do Bate-Estacas. (Figura 1)



Figura 1: Mapa das bacias urbanas do Igarapé Bate Estacas e as seções de estudo plotado sobre a base do Google Earth 2015.

Já para a avaliação das precipitações que solicitam as drenagens naturais de Porto Velho foram avaliadas as séries históricas disponíveis tanto nos bancos de dados do INMET, da ANA e do próprio SIPAM.

O dimensionamento das capacidades dos canais foi realizado a partir dos princípios da hidráulica com a equação de Chézy – Manning.

Utilizando estas informações e os registros das séries históricas, foi possível determinar chuvas com retorno de 1, 5 e 10 anos, aplicando-se o método estatístico de Gumbel. Já para calcular as vazões relativas a essas intensidades, o método racional.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos registros horários máximos anuais da PCD da ANA, aplicou-se o método estatístico de Gumbel para obtenção do gráfico apresentado na Figura 2. Os valores máximos anuais foram validados a partir da comparação dos eventos extremos registrados nos

pluviógrafos da Prefeitura de Porto Velho e do INMET. Apenas os registros dos anos de 2011 e 2012 não foram confirmados devido a ocorrência de falhas nas séries históricas consultadas.



Figura: 2: Correlação entre Tempo de Retorno (ano) e intensidade de chuva (mm/h).

O estudo e validação da recorrência das chuvas máximas anuais permitiu a obtenção dos valores a serem utilizados na delimitação das áreas de risco de inundação baseado na classificação de risco integradas no manual do Ministério das Cidades (BRASIL, 2007). A Tabela 1 apresenta os eventos considerados nesse estudo e os resultados encontrados.

Tabela 1: Tempos de retorno e seus respectivos riscos de inundação.

Tempo de Retorno (Ano)	Intensidade (mm/h)	Riscos
1	16,219	Alto Risco
5	117,2917009	Médio Risco
10	160,8213438	Baixo Risco

As principais diferenças entre a nova Curva de Gumbel aqui apresentada e o trabalho de SOUZA, 2011 foi a máxima anual com recorrência de um ano que baixou de 40 mm/h para 16 mm/h não sendo encontradas alterações significativas para maiores tempos de retorno.

De acordo com a Tabela 1 e utilizando os princípios da hidráulica foi possível encontrar os parâmetros necessários para o dimensionamento das seções analisadas, como é exibido na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros hidráulicos das seções.

	A (km ²)	At (m ²)	Pm (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q _{máx} (m ³ /s)	i (mm/h)
BTE_C2	22,70	8,33	10,54	0,79	7,47	62,15	12,32
BTE_C7	50,54	15,40	20,21	0,76	5,10	78,50	6,99
BTE_C8	55,65	27,40	19,75	1,39	11,51	316,58	25,60
BTE_C9	58,65	13,23	15,03	0,88	5,83	77,11	5,92
BTE_C10	1,81	8,40	9,06	0,93	1,91	16,04	39,81
BTE_C11	0,74	19,13	16,67	1,15	5,84	111,77	680,78

Onde A= área de contribuição da seção; At = área transversal da seção; Pm= Perímetro molhado; Rh= raio hidráulico; V= velocidade; Q_{máx}= vazão máxima suportada no canal e i= intensidade de chuva.

Por meio da modelagem de Gumbel e a obtenção das intensidades de precipitação que atinge as áreas de alto risco e suas respectivas recorrências, pode-se apontar a vazão excedente para cada caso, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Vazões excedentes para cada recorrência (m³/s).

	1 cheia/ano	1 cheia em 5 anos	1 cheia em 10 anos
BTE_C2	18,55	528	749,94
BTE_C7	101,21	1235,63	1729,83
BTE_C8	Sem excedente	1130,36	1674,50
BTE_C9	131,42	1447,76	2021,22
BTE_C10	Sem excedente	31,11	48,84
BTE_C11	Sem excedente	Sem excedente	Sem excedente

Dos resultados obtidos, observa-se que a seção C11 correspondente a uma trecho bem encaixado, com área transversal de 19,13 m², capaz de dar vazão a 111,77 m³/s. Note-se que para atingir esse fluxo, a área de contribuição da bacia precisa ser atingida por uma chuva de 680,78 mm/h, cuja recorrência ultrapassa o limite aqui estabelecido como "baixo risco", ou 10 anos de recorrência. Por outro lado, as seções denominadas como C2, C7 e C9, apresentaram alto risco de inundação, sendo esperado o transbordamento das calhas todos os anos. Já os episódios de chuvas com recorrências entre 1 a 5 anos provocam inundações na maior parte dos canais estudados, sendo necessária a avaliação das áreas de inundação ao longo dos canais.

4. CONCLUSÕES

A bacia do Igarapé Bate Estacas foi tomada como bacia de estudo por ainda possuir grandes áreas de cobertura natural, fazendo o limite entre a área urbana e a rural, ao sul do município de Porto Velho. Dessa forma, pode-se avaliar a interferência da urbanização na capacidade de fluxo dos canais. Os resultados obtidos apontam que em alguns trechos o volume de escoamento superficial excede a capacidade dos canais, provocando o transbordamento com chuvas com recorrência de 1 ano. À medida que a urbanização sobre as áreas naturais avança, o problema poderá se agravar. Assim sendo, essa metodologia de análise pode ser aplicada com a validação das vazões em campo e a modelagem do coeficiente de deflúvio (C) acompanhando o processo de impermeabilização.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília, 2007 . Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-acionais/prog_ramasurbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos/publicacoes-institucionais/livro-mapeamento-de-riscos-em-encostas-de-margens-rios/LIVRO_Mapeamento%20de%20riscos.pdf/view>. Acesso em: 24 out. 10

CANAL, Fernando. **Estimativa de vazões de enchentes em bacias hidrográficas do espírito santo com o uso do modelo HEC-HMS**. Vitória, 2011. Disponível em: <<http://www.ct.ufes.br/dea/files/ESTIMATIVA%20DE%20VAZ%C3%95ES%20DE%20ENCHENTE%20EM%20BACIAS%20HIDROGR%C3%81FICAS%20DO%20ESP%C3%8DRITO%20SANTO%20COM%20O%20USO%20DO%20MODELO%20HEC-HMS1.PDF>>.

Acesso em: 08 jun. 15

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Levantamento batimétrico e medição de descarga líquida no Igarapé Bate Estacas em Porto Velho-RO**. Porto Velho, 2013. 11p. (Relatório da Residência de Porto Velho – REPO).

SOUZA, Nilena et al. Classificação de risco em áreas sujeitas à inundação nas bacias urbanas dos igarapés grande e santa bárbara – Porto Velho – RO. In: **XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**, Maceió-AL, 2011.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**. Porto Alegre, jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/reg/reg-1.pdf>>. Acesso em: 23 set. 10