

HYDROMETRIC LEVELS DESCRIPTION OF FLOODING EMERGENCY ALERT APPLICATED IN THE ÁGUAS VERMELHAS'S RIVER BASIN, JOINVILLE, SC.

Bianca Michels, Virgínia Grace Barros, Maiko Bindemann Richter, Dieter Klostermann
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Departamento de Engenharia Civil, Campus universitário – Joinville - SC
bianca.michels@hotmail.com

Abstract. *Natural disasters become more frequent in all around world and the flooding are those that cause more socioeconomic impacts. Based on that, discussions about related studies of flooding have been increased and are extremely important for the prevention and the reduction of its consequences. Furthermore the hydrologic availability and quality data is a limiting subject for the studies achievement. Based on that, the purpose of this article is to study the hydrometric standard levels related with the flooding emergency alert in the Águas Vermelhas's river basin, in the city of Joinville, SC, by the river's flow study in a section of the Águas Vermelhas river, in order to estimate the river's flows and critical flooding levels for the basin through adjusted equations. The article intends to promote the link between public institutions in order to stipulate resilience strategies before extreme events. The highest result of flow river calculated by the 2 adjusted equation during the measurement period was 29,214 m³/s featuring an emergency situation in the studied place, with a river level of 3,85 meters. This article showed the benefits of the conjunct job between public and private agencies and emphasized the matter of the flooding emergency management in the studied place.*

Palavras-chave: *Inundação, Vazão, níveis hidrométricos.*

1. INTRODUÇÃO

A influência das precipitações sobre o ambiente e suas consequências sobre as atividades humanas, de valor socioeconômico, principalmente, têm levado a uma crescente demanda pelas informações sobre o monitoramento regional da incidência das chuvas. Por outro lado, a disponibilidade e a qualidade de dados

hidrológicos é uma questão limitante para realização de estudos sobre a ocorrência de inundações e chuvas fortes. Como consequência, as ações de prevenção e resposta a eventos de inundações são prejudicadas, já que existem poucos dados confiáveis registrados para pesquisas Sampaio [4].

Dentro desse contexto, este artigo buscou desenvolver equações para previsão da vazão de uma seção do Rio Águas Vermelhas (RAV), localizado no Município de Joinville (SC), a partir de dados de níveis d'água. O RAV possui carência de dados hidrológicos confiáveis e atualizados e, está localizado numa região onde ocorrem frequentemente inundações quando aumenta o índice de precipitação na cidade, trazendo grandes prejuízos à população.

Para a consecução dos objetivos foi feita uma articulação interinstitucional envolvendo a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), a Defesa Civil do Município de Joinville e do Estado de Santa Catarina, a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) e o Corpo de Bombeiros Voluntários de Joinville. Essa articulação foi ratificada pela Conferência Intermunicipal de Proteção de Defesa Civil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O RAV, localizado na cidade de Joinville (SC), no bairro Nova Brasília, mais precisamente dentro da região do loteamento do Jativoca, é uma área sujeita a inundações

frequentes dentro da BHRAV, que possui uma área de 88,63 km² e é, na verdade, uma sub bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pirai (BHRP), sendo o Rio Águas Vermelhas um se seus principais afluentes, segundo Uberti [6] (Fig. 1).

O bairro Nova Brasília, onde está localizada a maior área de inundação do RAV, conta com uma população de 13.787 habitantes segundo IPPUJ [3], o que e traz grandes prejuízos socioeconômicos quando a ocorrência de inundações na região.

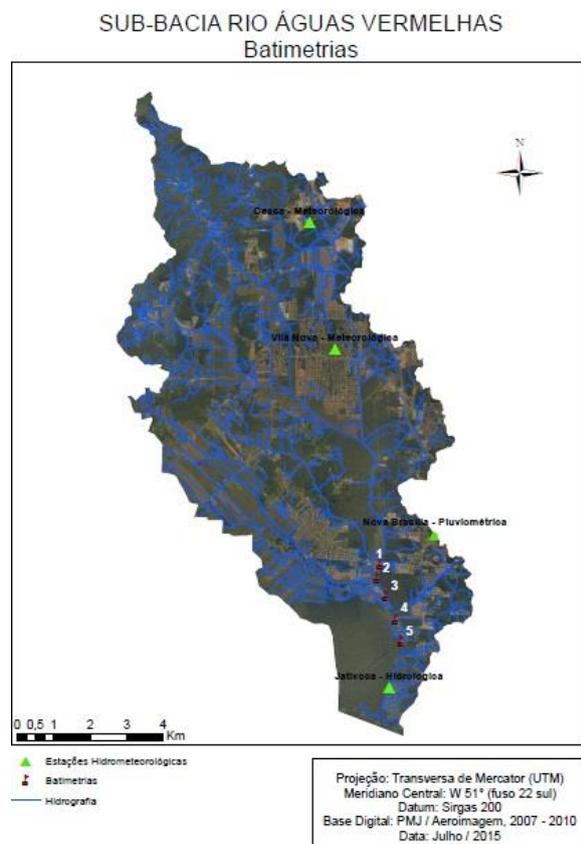


Figura 1 - Delimitação da Sub-bacia do Rio Águas Vermelhas (Joinville – SC).

2.2 Levantamento de dados de vazão e níveis hidrométricos

Para ajuste das equações, foram primeiramente realizadas 6 saídas de campo até a seção de interesse do RAV, onde se localiza a estação hidrométrica do Jativoca, pertencente à Defesa Civil de Joinville, de modo a realizar as medições de vazão e

observar os níveis hidrométricos registrados pela estação.

Os aparelhos utilizados nas medições foram o ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) pertencente a Prefeitura Municipal de Joinville, e o Fluxômetro pertencente ao laboratório de hidrologia da UDESC. Devido a problemas de transmissão de dados ocorridos com o ADCP em três medições, só foram possíveis utilizar nesse trabalho os valores relativos a três medições de vazão no total.

2.3 Ajuste das equações

Após determinados os dados de vazão e níveis hidrométricos do RAV em campo, foram realizados ajustes de equações teóricas com o objetivo de relacionar as variáveis envolvidas (vazões, níveis e declividades), com base na fórmula de Manning (Eq. 1), descrita por Chow, Maidment e Mays [1].

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * R^{2/3} * S^{1/2} \quad (1)$$

Para a obtenção da melhor relação entre as variáveis que compõe o regime e as características da seção estudada, realizou-se o ajuste de uma equação para cada dia de medição de vazão, com a utilização dos dados medidos para cada dia de saídas de campo (largura da seção, área molhada, perímetro molhado e velocidade média). Esses dados, para os dias de medição com o ADCP foram diretamente obtidos através do cálculo efetuado pelo programa *RiverSurveyor*, no momento da medição e, calculados através do método da meia seção para o dia de medição com o Fluxômetro descrito por Santos *et al.* [5].

Desse modo, foram ajustadas 3 equações diferentes, de modo a apresentar maiores resultados com o intuito de se escolher futuramente, qual equação se adequaria melhor a relação entre vazão e nível hidrométrico registrado pela estação.

2.4 Parâmetros relacionados ao sistema de alerta e emergência na bacia hidrográfica do rio águas vermelhas

Juntamente com a Defesa Civil Municipal, realizou-se um levantamento de níveis hidrométricos da bacia de modo a serem considerados como níveis de atenção, alerta e emergência, de modo a facilitar a gestão e alerta da população quando a ocorrência de inundações.

Foram também analisados dados que relacionavam a data com o nível registrado pela estação, de modo a levantar o número de dias que ocorreram situações de atenção, alerta e emergência na bacia.

3. RESULTADOS

3.1 Ajuste das equações

Os resultados médios de vazão e níveis hidrométricos medidos em campo estão representados na Tab.1.

Tabela 1. Resultados medidos de vazão e níveis hidrométricos para a seção do RAV

Dia	Nível hidrométrico registrado pela estação (m)	Vazão (m ³ /s)
24/08/15	0,47	1,27
01/09/15	0,43	1,45
02/10/15	0,92	3,20

O ajuste das equações, que demonstram a relação da vazão (Q) com o nível hidrométrico registrado pela estação (H, em metros), para cada um dos dias de medição, está apresentado na Tab. 2.

Tabela 2. Equações de vazão ajustadas para cada dia de medição

Dia	Eq.	Vazão (m ³ /s)
24/08	1	$Q = V * \{6 + [8,37 * (H - 0,47)]\}$
01/09	2	$Q = V * \{5 + [9,11 * (H - 0,43)]\}$
02/10	3	$Q = V * \{12,02 + [9 * (H - 0,92)]\}$

O valor de declividade do canal (fundo do rio) foi determinado a partir do cálculo da declividade S1 de Álveo, descrito por FCAV/UNESP [2], utilizando dados do projeto de dragagem do RAV, realizado no ano de 2014 pela SEINFRA, representados na Fig. 1 já apresentada.

A relação obtida, portanto, entre os valores de vazão medidas em campo e de vazões calculadas, para cada equação ajustada, estão representadas na Tab. 3.

Tabela 3. Relação entre vazões calculadas e medidas em campo

Dia	Q medida (m ³ /s)	Equação 1	Equação 2	Equação 3
		Q calculada (m ³ /s)	Q calculada (m ³ /s)	Q calculada (m ³ /s)
24/08/2015	1,270	1,281	1,628	1,748
01/09/2015	1,450	1,169	1,454	1,628
02/10/2015	3,200	2,744	3,997	3,263

3.2 Parâmetros relacionados ao sistema de alerta e emergência na bacia hidrográfica do rio águas vermelhas

O levantamento realizado juntamente com a Defesa Civil Municipal referente às situações de atenção, alerta e emergência para a ocorrência de inundações estão representadas na Tab. 4 com as respectivas cores que caracterizam cada situação.

Tabela 4. Cotas relacionadas às situações de atenção, alerta e emergência

Situação	Cota (m)
Atenção	3,00
Alerta	3,30
Emergência	3,80

A Tab. 5 apresenta os dados pertencentes a Defesa Civil, que relacionam os dias com os níveis registrados pela estação para o período entre 19 de abril de 2012 e 05 de novembro de 2015, para os dias em que ocorreram situações de atenção, alerta e emergência na bacia.

Tabela 5. Cotas registradas que caracterizaram situações de atenção, alerta e emergência.

Dia	Nível máximo atingido (m)	Nível mínimo atingido (m)
28/04/12	3,584	3,4701
29/04/12	3,475	3,112
30/04/12	3,234	3,103
06/06/12	3,698	3,427
07/06/12	3,651	3,253
23/06/13	3,565	3,399
23/07/13	3,244	3,043
23/09/13	3,436	3,075
24/09/13	3,497	3,344
13/12/13	3,336	3,223
06/01/14	3,391	3,230
09/06/14	4,211	3,572
10/06/14	4,213	4,072
11/06/14	4,074	3,805
12/06/14	3,805	3,484
13/06/14	3,485	3,286
24/10/15	3,855	3,639
25/10/15	3,643	3,146
04/11/15	3,327	3,151
05/11/15	3,602	3,081

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BHRAV apresenta características que favorecem eventos de inundação que devem ser levadas em consideração para estudos e acompanhamento da Defesa Civil de modo a alertar e preparar a população para a ocorrência desses eventos.

Nas saídas a campo foi observada a grande variação dos níveis do RAV em função da influência dos tributários sobre o rio principal.

A partir da aplicação da equação de Manning, a vazão máxima que pode ter ocorrido durante o período de medições do trabalho foi de 29,114 m³/s, através da utilização da equação 2 ajustada, referente a um nível hidrométrico registrado de 3,85 metros, que indicou a necessidade de alerta de emergência de inundação.

O artigo demonstrou os benefícios do exercício em equipe entre órgãos públicos e privados de diferentes esferas na defesa e segurança da população.

Agradecimentos

À Defesa Civil e ao Corpo de Bombeiros Voluntários da cidade de Joinville.

REFERÊNCIAS

[1] CHOW, Ven Te; MAIDMENT, David R.; MAYS, Larry W. **Applied Hydrology**. United States of America: McGraw-Hill, 1988.

[2] FCAV/UNESP. **Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/luizfabianopalaretti/bacia-hidrografica.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2015.

[3] FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE - IPPUJ. **Joinville Bairro a Bairro**. Joinville: Prefeitura Municipal, 2015.

[4] SAMPAIO, Marcela Vilar. **Determinação e Espacialização das Equações de Chuvas Intensas em Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

[5] SANTOS, I. ; FILL, H.D.A. ; SUGAI, M.R.B. ; BUBA, H. ; KISHI, R.T. ; MARONE, E. ; LAUTERT, L.F.C. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Latec, 2001. v. 1. 372 p.

[6] UBERTI, Antônio Ayrton Auzani. **Boletim Técnico do Levantamento da Cobertura Pedológica e da Aptidão Agrícola das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Piraí**. Joinville, Santa Catarina, 2011.