

# REDE DE MONITORAMENTO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE HIDROLOGIA - ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADEIA

LAURA KERSTNER<sup>1</sup>; MAÍRA MARTIM DE MOURA<sup>2</sup>; MARCELLE MARTINS VARGAS<sup>3</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – laurakers@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – martimdemoura@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – marcellevarg@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – samuelbeskow@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

“Hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas” (Definição do United States Federal Council of Science and Technology, citada por Chow, (1964) e referenciada por TUCCI (2009)).

Segundo PINTO (2008), a importância da hidrologia é facilmente compreensível quando se considera o papel da água na vida humana, contudo, é uma ciência que se torna, muitas vezes, abstrata para os alunos, de modo que, faz-se necessário o uso de todas as ferramentas didáticas possíveis para obter um melhor entendimento, sendo uma delas, a rede de monitoramento hidrológico.

O que mais chama a atenção no monitoramento hidrológico no Brasil é o fato da carência de dados estar associada especialmente a pequenas bacias hidrográficas. Neste caso, na maioria das vezes, é dos grupos de pesquisa da área de recursos hídricos a responsabilidade destes monitoramentos (Beskow et al., 2009).

Visto que a precipitação é a principal entrada na bacia hidrográfica e varia no tempo e no espaço, é de suma importância que ela seja monitorada e estudada. Com uma rede de monitoramento mais densa, pode-se descrever com mais detalhamento as grandezas características da precipitação e, além disso, compreender sua variação. As quantidades relativas de chuva (volume), seu regime sazonal ou diário (distribuição temporal) e as intensidades de chuvas individuais (volume/duração) são algumas das características que afetam direta ou indiretamente a população, a economia e o meio ambiente (BRITTO et al., 2008).

Este trabalho tem como objetivo, a partir de dados reais de uma rede de monitoramento hidrológico, analisar o impacto de sua densidade, contextualizando com a variabilidade espacial e temporal da chuva, assim como a influência desta variação nos hidrogramas gerados em uma seção do Arroio Cadeia, sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP), enfatizando a importância de uma rede de monitoramento no estudo e compreensão da hidrologia.

## 2. METODOLOGIA

A bacia na qual o presente estudo foi realizado é a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadeia (BHAC), que por sua vez é uma das sub-bacias da Bacia

Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP). A BHAC possui área de drenagem de aproximadamente 121 km<sup>2</sup> e está localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul. (Figura 1)

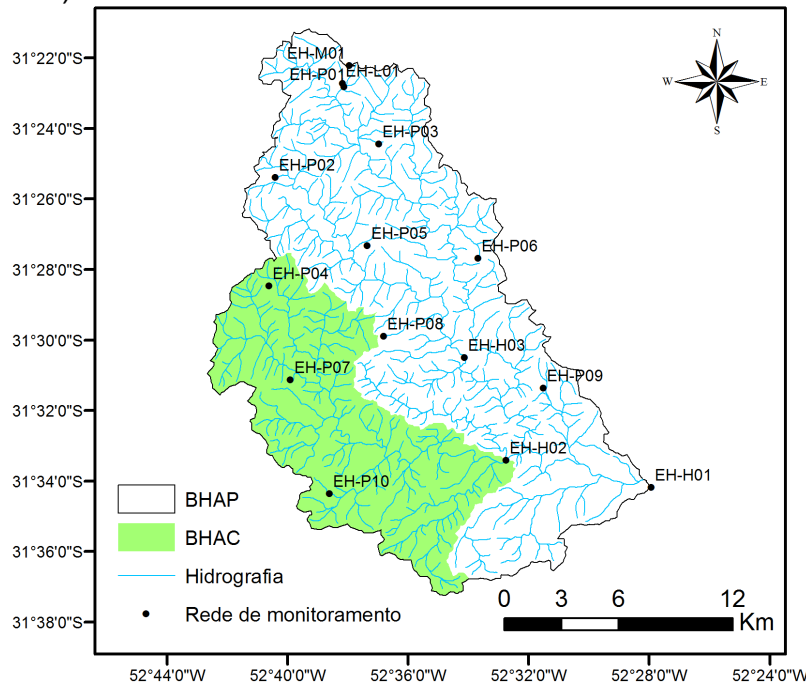


Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas à montante da Ponte Cordeiro de Farias, com destaque para a sub-bacia do Arroio Cadeia e para a rede de monitoramento.

Os dados de chuva e vazão empregados neste estudo foram utilizados em intervalos de 30 minutos e obtidos através da rede de monitoramento do grupo de pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas/CNPq.

As estações de influência foram definidas através do método dos polígonos de Thiessen, que permite determinar áreas de influência de um determinado posto pluviométrico, considerando a não uniformidade da distribuição espacial dos postos e também não levando em conta o relevo da bacia (TUCCI, 2004). Ao todo, foram utilizadas seis estações, sendo uma hidrológica e seis pluviométricas.

Foram analisados dois eventos de chuva, sendo o primeiro de 6 de setembro de 2015 e o segundo, de 4 de dezembro do mesmo ano, em dois cenários diferentes: o primeiro analisando somente a influência da EH-H02 (estação alocada no exutório da bacia), e o segundo analisando todas as estações de influência (inclusive a EH-H02).

A partir dos dados de chuva, foi calculada a intensidade de chuva em cada intervalo de tempo, em milímetros por hora e, com isso, foi possível plotar os hietogramas de cada estação de influência da bacia. Posteriormente, esses dados foram empregados para calcular a chuva e a intensidade média do evento, ponderando-as pela área de influência de cada estação.

A Figura 2 ilustra a resposta da bacia, usando o hidrograma como ferramenta de análise, ao evento de chuva representado pelo evento 2. O procedimento utilizado para separação dos escoamentos foi o da Reta AC, que segundo MELLO; SILVA (2013), consiste em considerar a linearidade do escoamento de base entre os pontos A e C, com alterações proporcionais à inclinação da reta AC. O escoamento superficial direto é resultante da subtração do escoamento total pelo de base.

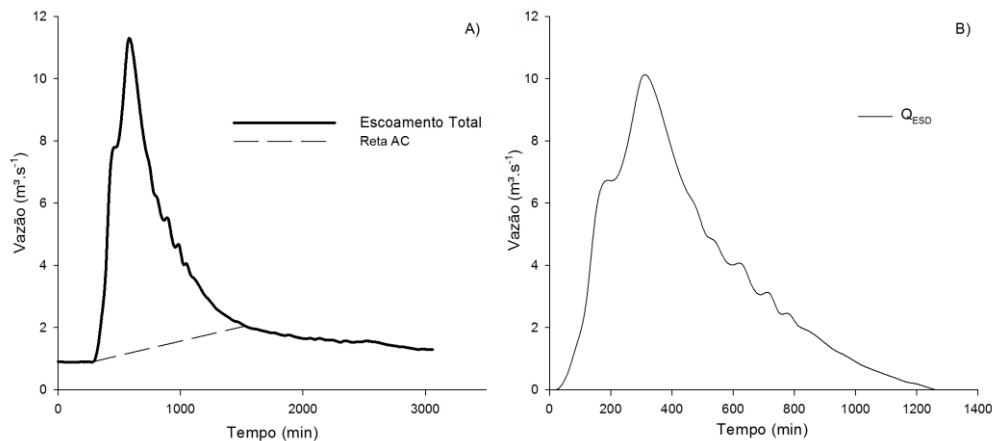


Figura 2 - Hidrograma resultante do evento 2 com separação dos escoamentos pela reta AC (A) e o escoamento superficial direto (B).

Calculado o escoamento superficial direto (Figura 2B), pode-se avaliar a diferença na porcentagem de lâmina de chuva que foi escoada superficialmente quando comparadas a chuva nos cenários 1 e 2 dos eventos estudados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos hietogramas monitorados (Figura 3) e nas grandezas características apresentadas na Tabela 1, pode-se observar que há uma alta variação espaço-temporal das intensidades de chuva quando comparados os dois cenários, em ambos os eventos.

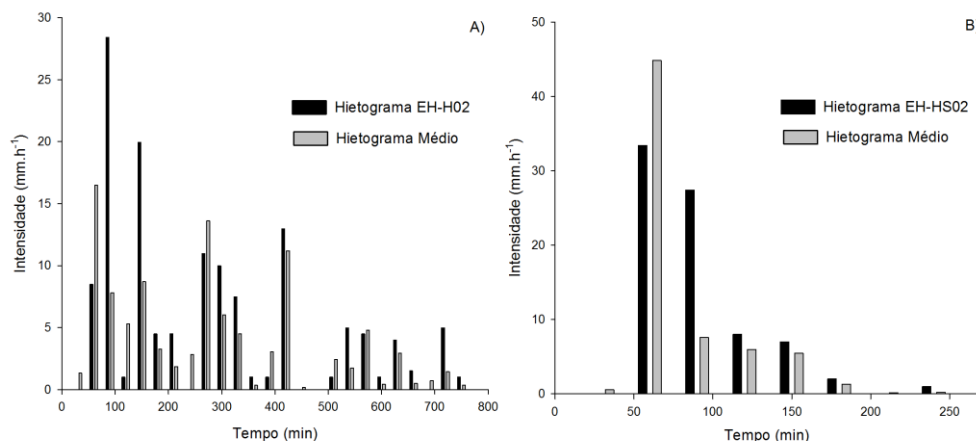


Figura 3 - Hietogramas observados para os cenários 1 e 2 correspondentes aos eventos ocorridos nos dias A) 16/09/2015 (Evento 1), e B) 04/12/2015 (Evento 2).

Tabela 1 – Grandezas características da chuva para os dois eventos analisados considerando os dois cenários propostos para avaliação

Evento	Chuva total (mm)*	Chuva total (mm)**	Intensidade méd (mm.h <sup>-1</sup> )*	Intensidade méd exutório (mm.h <sup>-1</sup> )**	Chuva efetiva (mm)
1	66,5	50,8	4,93	3,77	5,33
2	39,4	32,9	9,84	8,23	2,18

\* obtido com base somente nos dados da EH-H02 (cenário 1); \*\* obtido com base nas estações pluviométricas que apresentaram área de acordo com o método dos Polígonos de Thiessen (cenário 2).

A Tabela 1 permite constatar que, em ambos os eventos, a chuva do cenário 1 foi superior a do cenário 2, correspondendo a uma diferença de 30,9% no evento 1 e 19,8% no evento 2. Como consequência, a intensidade média a partir do cenário 1 foi superior ao cenário 2 nos dois eventos analisados.

Em relação à parcela de chuva que gerou escoamento superficial direto, também chamada de chuva efetiva, são constatados percentuais diferentes analisando separadamente as seguintes situações:

- i. Evento 1/ Cenário 1: 8,0%
- ii. Evento 1/ Cenário 2: 10,5%
- iii. Evento 2/ Cenário 1: 5,5%
- iv. Evento 2/ Cenário 2: 6,6%

A maior diferença da chuva efetiva entre os cenários foi observado para o evento 1, podendo ser possivelmente explicado pelo maior valor de chuva total.

#### 4. CONCLUSÕES

A consideração da densidade da rede de drenagem é muito importante nos estudos de hidrologia, pois, considerando os eventos deste estudo, houve uma grande diferença nas grandezas características da chuva quando analisados conjuntamente os dois cenários. Em ambos os eventos, a chuva total e a intensidade média do primeiro cenário foram superiores as do segundo, o que implicaria em uma superestimação da vazão de projeto caso somente os dados da estação situada no exutório fossem considerados para transformação chuva-vazão. Contudo, deve-se ressaltar que um número maior de eventos deve ser analisado visando tornar os resultados e conclusões mais abrangentes.

Para o ensino de hidrologia as redes de monitoramento hidrológico são de fundamental importância, pois possibilitam a visualização da dinâmica na qual as variáveis hidrológicas ocorrem.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BESKOW, S.; MELLO, C. R.; NORTON, L. D.; CURTI, N.; VIOLA, M. R.; AVANZI, J. C. **Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling**. Catena, Amsterdam, v. 79, p. 49 - 59, 2009.
- BRITTO, P. F.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 4, v.3/4, p. 37-48, 2008.
- MELLO, C. R. D.; SILVA, A. M. D. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. 1ª. ed. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.
- PINTO, N.L.S. HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 11v.
- TUCCI, C.E.M. (Org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre, EFRGS, 2004. 942 p.