

## INFLUÊNCIA DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO DO CEMADEN NO MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO PELOTAS

EMERSON MACHADO BEHLING<sup>1</sup>; MAÍRA MARTIM DE MOURA<sup>2</sup>; MARCELLE MARTINS VARGAS<sup>3</sup>; TAMARA LEITZKE CALDEIRA<sup>4</sup>; REGINALDO GALSKI BONCZYNSKI<sup>5</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - emerson.camaquanet@gmail.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 - tamaraleitzkecaldeira@ufpel.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas - rbonczynski@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas - samuel.beskow@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos está fortemente interligada à existência de monitoramento hidrológico. No Brasil, a rede hidrológica contempla bacias hidrográficas de médio a grande porte, haja vista que nelas ocorrem os principais aproveitamentos hídricos. Pequenas bacias hidrográficas são pouco monitoradas, normalmente ficando a cargo de grupos de pesquisa.

A bacia hidrográfica do arroio Pelotas (BHAP) é uma das principais contribuintes da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim-São Gonçalo. A BHAP, À MO abrange os municípios de Pelotas, Morro Redondo, Arroio do Padre e Canguçu. De acordo com dados do SANEP (2018), o arroio Pelotas é utilizado para retirada de cerca de  $36.000\text{m}^3\cdot\text{dia}^{-1}$  de água para abastecimento da população do município de Pelotas e região. E ainda, é um afluente do canal São Gonçalo, que possui cerca de 76 km de extensão de via navegável, ligando a Laguna dos Patos à Lagoa Mirim, segundo a ADLM (2018). O Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas/CNPq implementou uma rede de monitoramento pluvio e fluviométrico na BHAP à montante da Ponte Cordeiro de Farias (88850000), cujo monitoramento é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). Ademais, o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) contempla espacialmente a região com alguns postos de monitoramento pluviométrico desde meados de 2015. É importante destacar que os dados do CEMADEN são bastante recentes e foram pouco explorados em pesquisas até o presente momento.

Marciano, Barbosa e Silva (2018) explicam que o cálculo da precipitação média ( $P_M$ ) de uma área é comumente utilizado em estudos acerca dos componentes do ciclo hidrológico, e.g. escoamento superficial, evaporação, infiltração e escoamento subterrâneo. Deste modo, os autores enfatizam que uma melhor estimativa do valor de  $P_M$  é essencial para que a quantificação destes componentes sejam os mais próximos da realidade. Dentre os métodos disponíveis, destaca-se o dos Polígonos de Thiessen (THIESSEN, 1911), o qual é amplamente utilizado para representar e quantificar a  $P_M$  em bacias hidrográficas, sendo uma ferramenta que subsidia estudos acerca do entendimento da espacialização de chuvas e é essencial para o estudo de cheias e o uso em modelos hidrológicos, desde os mais simplificados até os mais complexos.

Mediante o exposto, este estudo objetiva comparar a espacialização da  $P_M$  na BHAP utilizando o monitoramento pluviométrico implementado pelo Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas/CNPq com as estações do CEMADEN. Dois cenários de ponderação da  $P_M$  foram

analisados: 1) utilizando somente dados da rede de monitoramento; e 2) utilizando dados da rede de monitoramento e dados do CEMADEN.

## 2. METODOLOGIA

A rede de monitoramento da BHAP contempla o monitoramento de precipitação, nível d'água e variáveis meteorológicas (Figura 1), em intervalos de 05 a 10 minutos dependendo da estação de monitoramento. Duas sub-bacias da BHAP são monitoradas do ponto de vista fluviométrico, as bacias hidrográficas dos arroios Cadeia (BHAC) e Caneleira (BHACN). A rede do CEMADEN dispõe de dois pluviômetros automáticos próximas à rede da BHAP, a saber: Glória (CEM 1) e Tropeira (CEM 2), os quais estão operando em intervalos de 10 minutos.

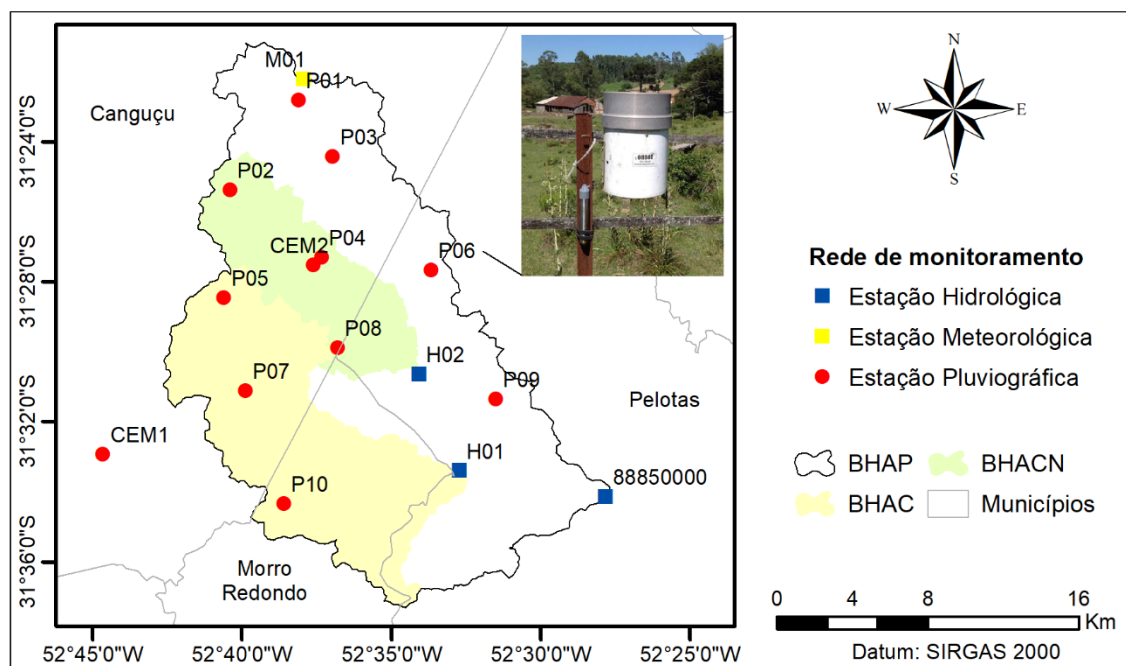


Figura 1 – Localização da rede de monitoramento da BHAP, das estações do CEMADEN e das sub-bacias dos arroios Cadeia (BHAC) e Caneleira (BHACN).

No presente estudo, somente dados oriundos dos pluviômetros automáticos (P01 a P10) foram utilizados. Todos os dados, incluindo os oriundos das estações do CEMADEN foram acumulados na escala mensal, considerando todo o ano de 2018. De posse dos totais precipitados (P) mensais, a  $P_M$  foi obtida com base na metodologia dos Polígonos de Thiessen (THIESSEN, 1911), compreendendo as etapas a seguir (MARCIANO; BARBOSA; SILVA, 2018):

- i. unir as estações por trechos retilíneos;
- ii. traçar linhas perpendiculares aos trechos retilíneos sobre a mediatriz da linha que liga as estações;
- iii. alongar as linhas perpendiculares até encontrar outra mediatriz.

Os polígonos são formados pela interseção das linhas das mediatrizes, correspondendo à área de influência de cada estação. A  $P_M$  é computada a partir da Eq.1, com base nas áreas de influência de cada estação i.

$$P_M = \frac{\sum_1^i P_i \cdot A_i}{A} \quad (1)$$

Todo o processamento computacional para obtenção das áreas de influência das estações foi realizado no software ArcGIS 10.1 (ESRI, 2014) e as estações que

apresentaram falhas foram retiradas da análise durante os meses em que estas foram observadas.

Os valores de  $P_M$  para a BHAP na escala mensal e anual foram então organizados, e os arquivos gerados em formato vetorial foram convertidos para matrizes. Cada pixel da matriz mensal recebeu os valores de  $P$  referentes à área de influência a qual pertencem. Por fim, foram somados os valores de  $P$  de todos os meses, pixel a pixel, gerando um arquivo de  $P$  anual.

Os processamentos supracitados foram realizados considerando dois cenários: 1) ponderação da  $P_M$  com base nos dados da rede de monitoramento; e 2) ponderação da  $P_M$  com base nos dados da rede de monitoramento e dados do CEMADEN.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os valores de  $P_M$  obtida a partir dos Polígonos de Thiesen na BHAP, para cada um dos meses de 2018 e para a precipitação acumulada anualmente. Percebe-se que quando introduzidos os dados da estação Glória (CEMADEN) houve um pequeno acréscimo aos valores totais. Entretanto, à nível da BHAP, espera-se que essa diferença não comprometa as modelagens ou mesmo não resulte em diferenças significativas nas modelagens com elas realizadas. Em nenhum mês de análise a área de influência da estação Tropeira (CEM 1) compreendeu parte da BHAP, portanto, os dados desta não foram utilizados para computar a  $P_M$ .

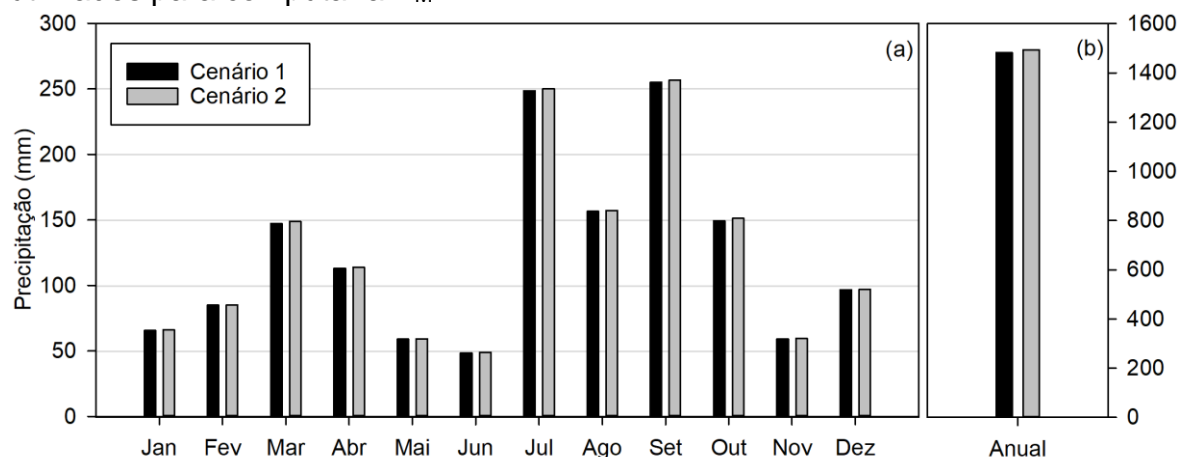


Figura 2 – Precipitação total média (a) mensal e (b) anual observada na BHAP para os dois Cenários.

Apesar de os valores de  $P_M$  não divergirem entre os Cenários (Figura 2), a espacialização das precipitações mensais e, conseqüentemente, da anual, se deu de forma diferenciada (Figura 3). Entretanto, espera-se que a variação dos valores evento a evento seja maior.

Os valores anuais de  $P_M$  para os cenários 1 e 2 foram iguais a 1483,7mm e 1493,9mm, respectivamente. Para este mesmo ano, o posto pluviométrico da ANA, localizado junto à seção Ponte Cordeiro de Farias registrou 1609,7mm. As diferenças observadas se devem à espacialização dos valores de chuva da rede de monitoramento e ao fato de estes não estarem condicionados a falhas de medição, tais como erro de leitura por parte do observador, que podem ocorrer no processo de aquisição dos dados fornecidos pela ANA.

A Figura 3 demonstra a variação espacial da chuva ao longo da BHAP no ano de 2018. Percebe-se que os valores ponderados à nível de sub-bacias, e.g. BHAC e BHACN, podem ser mais impactantes, uma vez que a estação do

CEMADEN utilizada encontra-se na região próxima a estas. Essa situação favorece à formação de diferentes polígonos na região que, por sua vez, derivam outros valores de precipitação.

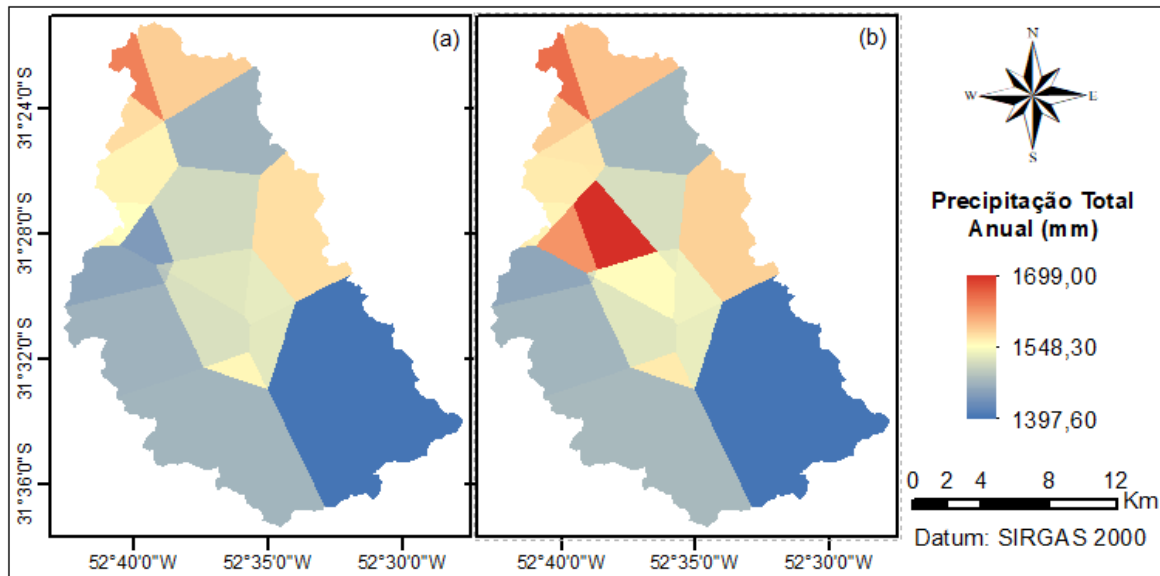


Figura 3 – Precipitação total anual para a BHAP utilizando (a) Cenário 1 e (b) Cenário 2.

#### 4. CONCLUSÕES

Apesar de os valores da  $P_M$  mensal e anual não variarem muito na BHAP, a espacialização dos mesmos ocorre de forma diferente, o que pode vir a impactar estudos de sub-bacias da BHAP na modelagem de eventos, por exemplo. Ademais, a utilização dos valores mensais para o posto da ANA, superiores aos obtidos, podem acarretar em superestimativas de projeto.

A discretização temporal dos dados de precipitação disponibilizados pelo CEMADEN é suficiente para a integração dos mesmos ao banco de monitoramento da BHAP, bem como tem potencial de serem utilizados em bacias hidrográficas de outras regiões do país.

Os resultados obtidos enfatizam a importância da densidade de postos pluviométricos espacializados, uma vez que permitem captar as variações da precipitação no espaço e no tempo, permitindo ao projetista valores mais acurados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLM. **Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim**. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/alm/bacia-da-lagoa-mirim>>. Acesso em: 01 de Setembro de 2019.

ESRI. **ArcGIS DESKTOP 10.1**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc. (Esri), 2014. CD-ROM.

MARCIANO, A. G.; BARBOSA, A. A.; SILVA, A. P. M. Cálculo de precipitação média utilizando método de Thiessen e as linhas de cumeada. **Rev. Ambient. Água**, v. 13, n. 1, e1906, 2018.

SANEP - **Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas**, 2018. Disponível em: <<https://portal.sanep.com.br>>. Acesso em: 01 de setembro de 2019.

THIESSEN, A.H. Precipitation averages for large areas. **Monthly Weather Review**, v. 39, n.7, p. 1082-1089, 1911.