

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO OURO

**PEDRO LOGUERCIO DE ÁVILA¹; GEORGE MARINO SOARES GONÇALVES²;
GUILHERME KRUGER BARTELS³; THAIS MAGALHÃES POSSA⁴; GILBERTO
LOGUERCIO COLLARES⁵**

¹*Universidade Federal de Pelotas – pedrologuercio1@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – george.marino.gonçalves@gmail.com*

³*Universidade Federal do Rio Grande do Sul – guilhermebartels@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – thaispossa03@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – gilbertocollares@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O entendimento dos processos hidrológicos é de extrema importância para estudos ambientais, para gerir os recursos hídricos e projetar obras hidráulicas. O tempo em que a água permanece nas diversas partes da hidrosfera influencia, entre outros fatores, na disponibilidade hídrica, na ocorrência de inundações e na dinâmica de elementos, nutrientes e poluentes. A relevância dessas inter-relações é responsável pelo aumento no interesse em estudos hidrológicos. Dito isso, sabe-se que a modelagem hidrológica é utilizada como ferramenta para se obter conhecimento mais aprofundado a respeito dos fenômenos físicos envolvidos e na previsão de cenários (MORAES, 2003).

Modelar uma bacia hidrográfica é uma tarefa um tanto complexa, a qual envolve coleta de dados necessários, seleção de métodos para análise, disponibilidade de softwares e o conhecimento sobre a bacia hidrográfica de estudo. Modelar um evento natural como o escoamento de um determinado evento de precipitação pode ajudar na gestão dos recursos hídricos disponíveis e ainda mitigar possíveis danos (CHU, 2009). Com o avanço das tecnologias, foram surgindo diversas ferramentas que auxiliam na resolução do problema em questão. Ferramentas como os sistemas de informação geográficas (SIG) e modelos hidrológicos contribuem de forma positiva para a obtenção de dados importantes e necessários para diversas tomadas de decisão.

O modelo hidrológico HEC-HMS – Hydrologic Modeling System foi desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE – U.S. Army Corps of Engineers). Esse, por sua vez, é indicado para modelar processos de chuva-vazão em grandes bacias hidrográficas e pequenas bacias urbanas ou naturais (USACE-HEC, 2008a). Através da simulação do comportamento hidrológico da bacia, o modelo gera hidrogramas e informações quanto ao volume de defluvio, vazão de pico e tempo de escoamento, que podem ser usados para diversos fins: drenagem urbana, disponibilidade hídrica, impacto de urbanização, dimensionamento de vertedores em barragens, etc. (USACE-HEC, 2008b).

O presente trabalho visa calibrar e validar o modelo hidrológico HEC-HMS, com base em séries de dados de precipitação e vazão, para uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Arroio do Ouro, localizada em Morro Redondo -RS.

2. METODOLOGIA

A área de estudo escolhida foi uma sub-bacia do Arroio do Ouro (Figura 1), a qual se localiza entre os municípios de Pelotas e Morro Redondo, RS. A bacia

está inserida na região geomorfológica do Escudo Sul-Rio-Grandense e possui uma extensão de 2,215 km². As principais ocupações dessa sub-bacia são lavouras, campos e mata nativa.

Uma seção de controle hidrométrico foi definida como base para o monitoramento (31°61'38" de latitude sul e 52°58'51" de longitude oeste), localizada no exutório da sub-bacia.

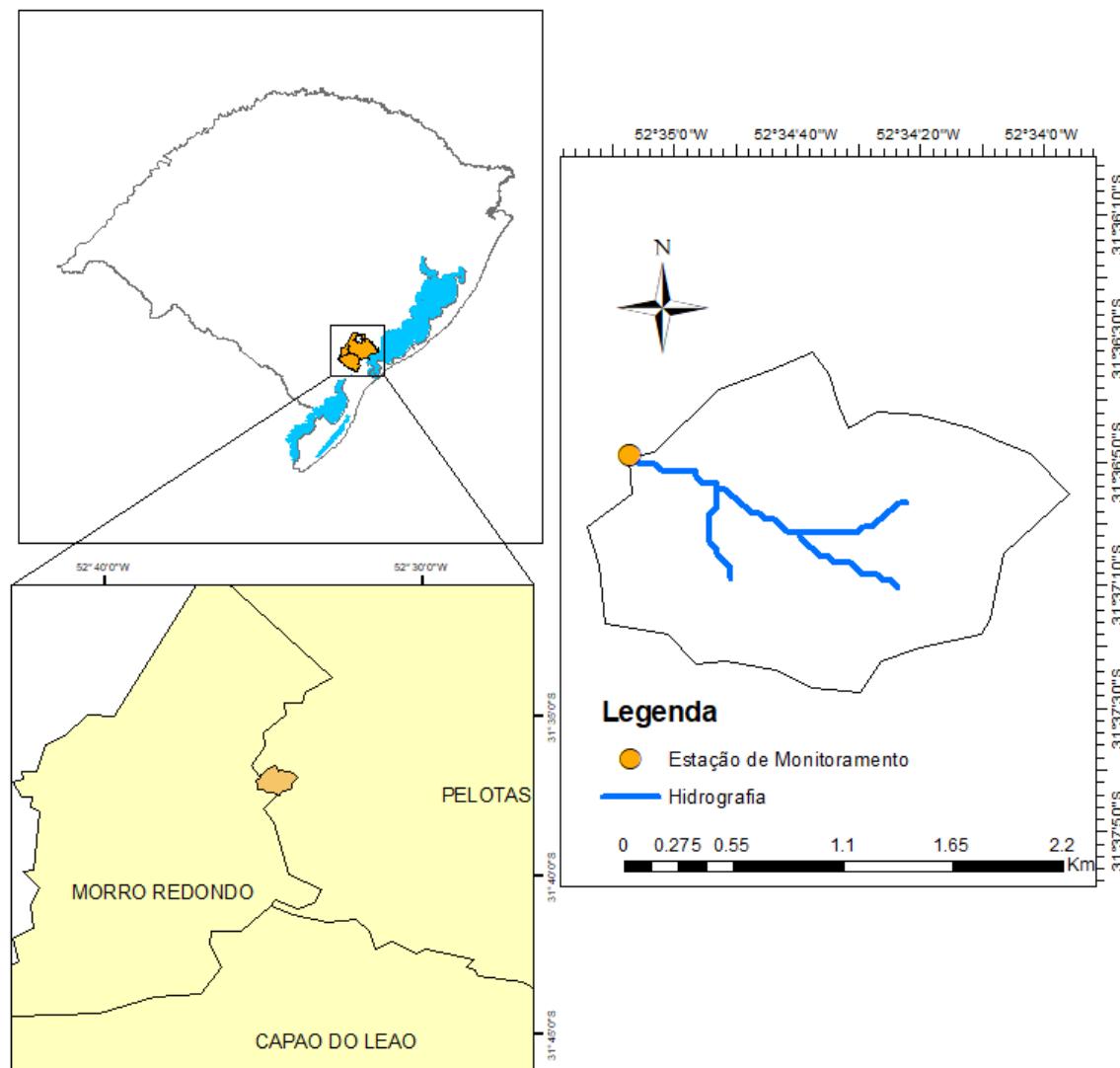


Figura 1- Localização da sub-bacia hidrográfica.

O modelo hidrológico HEC-HMS é constituído de três componentes: o modelo de bacia, o modelo meteorológico e as especificações de controle. Inicialmente, a bacia hidrográfica foi dividida em quatro sub-bacias e para cada uma delas foram inseridos os dados de entrada como a área de cada sub-bacia, definição dos métodos para o cálculo das perdas, da transformação chuva-vazão, de composição do escoamento de base e da propagação em rios, bem como os dados meteorológicos. Em seguida foram inseridos os dados para essas metodologias, que incluem o valor de número da curva (CN), o tempo de concentração, os fatores de perda por infiltração e o escoamento de base.

Para se calibrar o modelo foi inserido uma série de precipitações da região, que compreende o período de 31 de agosto de 2016 até o dia 1 de novembro de 2016. Foi, também, inserido uma série de vazões obtidas da seção de controle, a qual compreende o mesmo período da série de precipitações. Para finalizar a calibração, foram criadas as especificações de controle que compreendem ambos

os espaços temporais das séries, com o intuito de se realizar a computação dos dados.

O modelo simula, para aquele evento de precipitação, as vazões na seção de controle e então compara com a série de vazões inserida no modelo, demonstrando graficamente essa comparação, assim como o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NASH; SUTCLIFFE, 1970).

Por fim, quatro séries de precipitações e vazões foram escolhidas para realizar a validação do modelo. Essas séries compreendem períodos entre 14 de dezembro de 2016 e 4 de abril de 2017.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na calibração do modelo, considerando os eventos de precipitação e vazão compreendidos entre 31 de agosto de 2016 e 01 de novembro de 2016, foram obtidos os seguintes valores para vazão de pico, volume total e coeficiente de Nash-Sutcliffe, apresentados na tabela 1:

Tabela 1 - Comparação dos valores estimados e observados.

	Vazão de Pico (m ³ /s)	Volume (mm)	Nash-Sutcliffe
Observado	3,8173	179,94	
Estimado	4,0128	208,13	0,952

Na validação do modelo, considerando os quatro eventos de precipitação e vazão, foram obtidos os seguintes valores para vazão de pico, volume total e coeficiente de Nash-Sutcliffe, apresentados na tabela 2:

Tabela 2- Valores dos quatro eventos escolhidos para a validação do modelo.

	Vazão de Pico (m ³ /s)	Volume (mm)	Nash-Sutcliffe
Evento 1			
Observado	1,1818	28,24	
Estimado	1,1421	27,16	0,982
Evento 2			
Observado	0,4231	13,09	
Estimado	0,4241	13,04	0,982
Evento 3			
Observado	2,0461	42,64	
Estimado	2,0323	32,05	0,967
Evento 4			
Observado	0,4267	11,95	
Estimado	0,5722	13,66	0,869

A eficiência do modelo foi baseada no coeficiente de Nash-Sutcliffe, o qual pode variar entre 0 e 1, com 1 indicando um ajuste perfeito dos dados. De acordo com Motovilov et. al. (1999), os resultados da simulação são considerados bons para valores de coeficiente de Nash-Sutcliffe maiores ou iguais a 0,75, enquanto para valores entre 0,75 e 0,36 os resultados da simulação são considerados satisfatórios. Portanto, percebe-se que os valores de coeficiente de Nash-Sutcliffe obtidos se encaixam no intervalo considerado como satisfatório.

4. CONCLUSÕES

Com a calibração e validação do modelo HEC-HMS através das séries escolhidas, percebeu-se que o mesmo é adequado para a simulação do escoamento resultante de eventos de precipitação para a sub-bacia do Arroio do Ouro e pode ser aplicado em outras sub-bacias dessa região.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHU, X.; STEINMAN, A. Event and Continuous Modeling with HEC-HMS. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, 135(1), 119-124, 2009.

MORAES, J. M. Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.61-70, 2003.

MOTOVILOV, YU G., et al. ECOMAG: Regional model of hydrological cycle. Application to the NOPEX region. **Department of Geophysics. University of Oslo. Inst. Rep. Ser 105**, 1999.

MOTOVILOV Y.G.; GOTTSCHALK L.; ENGELAND K.; BELOKUROV A. ECOMAG: Regional model of hydrological cycle. Application to the NOPEX region. Department of Geophysics, University of Oslo P.O. Box 1022 Blindern 0315 OSLO, NORWAY. Institute Report Series No.: 105 ISBN 82-91885-04-4. May 1999.

NASH, J. E.; SUTCLIFFE, I. V. River Flow Forecasting Throligh Conceptual Models. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.

USACE. (2008). HEC-RAS River Analyses System. **Release Notes**. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Version 4.0.0. 2008.

USACE-HEC (a). Hydrologic Modeling System, HEC-HMS v3.3 – **User's Manual**, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, September 2008.

USACE-HEC (b). Hydrologic Modeling System, HEC-HMS – **Applications Guide**, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, March 2008.

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