

USO DE CONJUNTOS DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA SUPORTE E MODELAGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO RIO PARAGUAI

Arthur Moreira de Abreu^{1,2}; Daniel Medeiros Moreira¹; Eduardo da Silva Sacramento¹; Janaina Gomes Pires da Silva¹; Lúcio Silva de Souza² & Marcus Suassuna Santos¹

Palavras-Chave – Hidrologia; Alerta; Sensoriamento

1. INTRODUÇÃO

Para a obtenção de estimativas de índices de precipitação pluviométricas, o uso de dados estimados por satélites mais tonou-se uma realidade face aos avanços significativos nos resultados obtidos quando comparados aos dados medidos in loco (SOUZA, 2019). Os sistemas de alerta hidrológico são exemplos de atividades que podem se beneficiar com esse tipo de estudo, uma vez que exigem um rápido tempo de resposta para os eventos críticos. A Bacia do Paraguai possui um desses sistemas de alerta hidrológico, que pode se beneficiar através das informações geradas por satélite.

O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), opera uma rede de monitoramento hidrológico em parceria com a Agência Nacional das Águas (ANA) que opera aproximadamente 3.600 estações entre pluviométricas e fluviométricas, que corresponde a cerca de 85% da Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN (“Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN - SGB/CPRM”, [s.d.])

Considerando que a Bacia do Paraguai é uma bacia transfronteiriça, composta por vários países, dados de sensoriamento remoto complementam a esse monitoramento, e auxiliam na obtenção de dados de fora do território brasileiro, já que as águas que vêm desses outros países podem influenciar nas cheias da parte brasileira da bacia do Paraguai.

Portanto, esse artigo busca apresentar a aplicação em modelagem hidrológica de conjuntos de dados de chuva baseados em sensoriamento remoto para modelagem de vazões da bacia do Paraguai, em sua área de drenagem na estação fluviométrica de Cáceres (código 66070004).

2. ÁREA DE ESTUDO

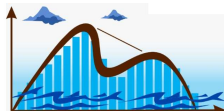
No Brasil, a Bacia do Paraguai está localizada na região centro-oeste do país, mais precisamente nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Além do Brasil, ela está presente nos territórios do Paraguai, da Argentina e da Bolívia (“Bacia do Paraguai”, [s.d.]). A área de drenagem a ser utilizada no estudo de vazões possui 32.000 Km², e foi utilizada como referência uma estação fluviométrica operada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) chamada Cáceres (código 66070004).

3. METODOLOGIA

Para simulações de vazão em Cáceres foi utilizado o modelo SMAP (Soil Moisture Accounting Procedure) (LOPES; BRAGA JR; CONEJO, 1981) que é um modelo determinístico, conceitual e concentrado de simulação hidrológica do tipo transformação chuva-vazão. Foi usada uma ferramenta desenvolvida pelo SGB/CPRM, chamada SmapDia/SGB (SANTOS, 2020).

1) SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil, e-mail de contato: arthur.abreu@cprm.gov.br

2) UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Para os dados entrada do modelo foram utilizados os conjuntos de dados baseados em sensoriamento remoto de Evapotranspiração (ET) do modelo operacional do Balanço de Energia de Superfície Simplificada – (SSEBop) (SENAY et al., 2013) e dois conjuntos de dados de chuvas, a serem comparados em sua eficiência nos resultados da modelagem, a saber: o primeiro o produto CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data) (FUNK et al., 2015); e o segundo conjunto do produto MERGE do CPTEC/INPE (ROZANTE et al., 2010).

Para a calibração e validação do modelo foram utilizados dados de vazão da CPRM da estação de Cáceres que possui uma série de vazões calculadas desde 1965. A vazão máxima foi em Mar/1982 quando se calculou 2.659 m³/s, e a vazão mínima de 133 m³/s em Set/1967. O período de cheias ocorre normalmente entre fevereiro e março, segundo a base de dados contida no HidroWeb (“HIDROWEB - ANA”, 2020).

4. RESULTADOS

A simulação de dados na plataforma SmapDia/SGB teve os seguintes resultados apresentados nas Figura 1 e 2.

Os parâmetros de calibração utilizados estão citados da seguinte forma:

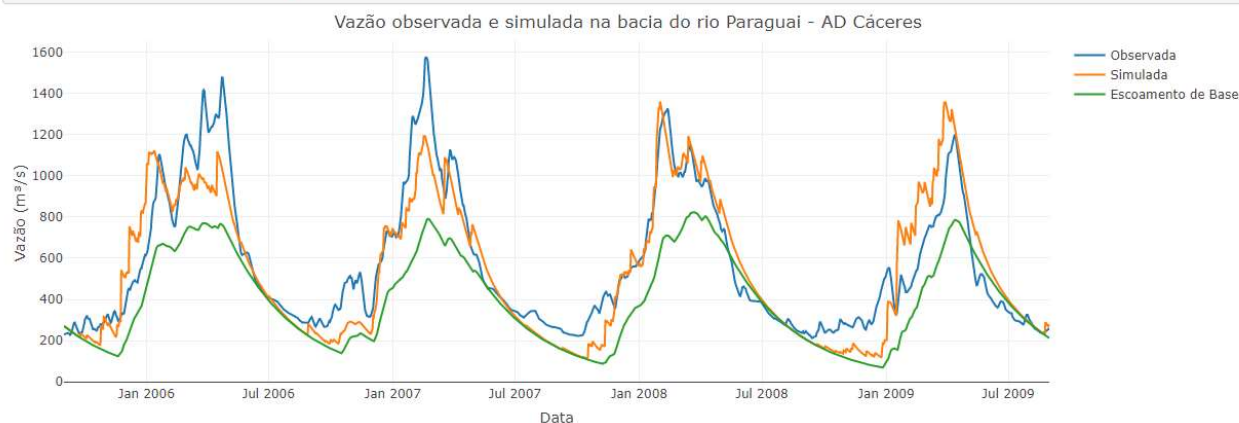
- str ou capacidade de saturação do solo (mm)
- k2t ou constante de recessão do escoamento superficial (dias)
- crec ou parâmetro de recarga subterrânea (%)
- ai ou abstração inicial (mm)
- capc ou capacidade de campo (%)
- kkt ou constante de recessão do escoamento básico (dias)

Figura 1 – Resultados da calibração e validação do modelo SMAP utilizando dados MERGE e SSEBOP como entradas.

Resultado da validacao

Sugestao de parametros:

209.0936 14.27573 15.3147 3.659797 68.34816 71.00043



Coefficiente de Nash-Sutcliffe para o período de calibração – 0,82

Coefficiente de Nash-Sutcliffe para o período de validação – 0,80

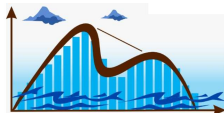
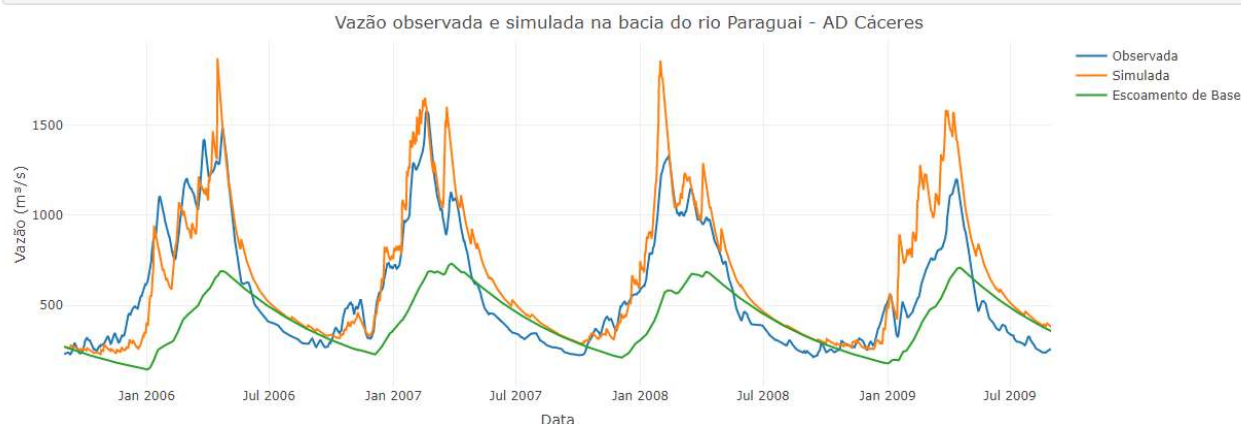


Figura 2 – Resultados da validação do modelo SMAP utilizando dados CHIRPS com novos parâmetros definidos
Resultado da validação

Sugestão de parâmetros:

1968.745 11.77276 16.91054 0.311846 96 134.7989



Coefficiente de Nash-Sutcliffe para o período de calibração – 0,82

Coefficiente de Nash-Sutcliffe para o período de validação – 0,61

5. CONCLUSÕES

A simulação do SMAP que teve utilizado o conjunto de dados do MERGE apresentou resultados gerais melhores do que os baseados no produto CHIRPS. Ambos tiveram resultados semelhantes na calibração, no entanto na validação dos dados o produto MERGE foi superior.

De forma a melhor entender essa diferença entre as entradas no resultado da modelagem, foram comparados os valores de chuva dos produtos de sensoriamento remoto realizando uma avaliação pontual com os postos pluviométricos existentes na área de drenagem da estação Cáceres.

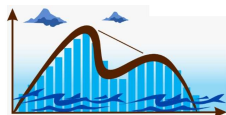
Nessa avaliação, o produto MERGE também teve um desempenho superior. Dos 10 postos comparados, 5 deles apresentaram superestimativa de chuva pelo produto CHIRPS. Essa superestimativa de valores de chuva do produto CHIRPS repercutiu na simulação de vazão, no qual as simulações feitas utilizando este produto mostraram vazões modeladas superestimadas em relação às observadas. E as simulações do MERGE invertem essa relação, conforme apresentados nas figuras 1 e 2.

Apesar da dificuldade de representar a propagação em uma grande bacia que possui grandes extensões inundadas com um modelo concentrado, o sensoriamento remoto mostrou-se eficiente na caracterização das chuvas e da evapotranspiração da bacia do rio Paraguai na área de contribuição da estação de Cáceres. Os resultados desse estudo apresentaram resultados semelhantes ao trabalho de (JARDIM et al., 2020), também com valor de Nash de 0,82 na calibração do modelo, onde o mesmo utilizou um modelo mais complexo com dados de postos pluviométricos.

Podemos concluir através do resultado apresentado e das comparações realizadas que para uma bacia transfronteiriça como a bacia do rio Paraguai, devido à dificuldade de existir uma rede integrada entre países, a aplicação complementar de conjunto baseados em sensoriamento remoto ajudam a melhor espacializar e homogeneizar a informação hidrológica, servindo também para preenchimento de falhas que são inerentes ao monitoramento convencional e possibilitando a utilização desses produtos de forma satisfatória, como o caso nesse trabalho, para a simulação hidrológica das vazões da estação fluviométrica de Cáceres.

REFERÊNCIAS

Bacia do Paraguai. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/bacia-do-paraguai/>>. Acesso em: 1 jun. 2020.



FUNK, C. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, n. 1, p. 150066, 8 dez. 2015.

HIDROWEB - ANA. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 7 out. 2020.

JARDIM, P. F. et al. A Modeling Assessment of Large-Scale Hydrologic Alteration in South American Pantanal Due to Upstream Dam Operation. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, 2020.

LOPES, J. E. G.; BRAGA JR; CONEJO, J. G. L. Simulação hidrológica: aplicações de um modelo simplificado. v. 2, p. 42–62, 1981.

Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN - SGB/CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Apresentacao/Rede-Hidrometeorologica-Nacional---RHN-304.html>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

ROZANTE, J. R. et al. Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America. **Weather and Forecasting**, v. 25, n. 3, p. 885–894, 1 jun. 2010.

SANTOS, M. S. **SMAP-DIA/SGB: Modelo hidrológico SMAP em passo diário**. Disponível em: <<https://apps.cprm.gov.br/smap-dia>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

SENAY, G. B. et al. Operational Evapotranspiration Mapping Using Remote Sensing and Weather Datasets: A New Parameterization for the SSEB Approach. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 49, n. 3, p. 577–591, 2013.

SOUZA, V. A. S. DE. **Padrões e Tendências Hidroclimáticas de Chuva Identificados por Sensoriamento Remoto na Bacia do Rio Madeira - Amazônia**. [s.l.] UFRJ/COPPE, 26 ago. 2019.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelo apoio técnico científico oferecido, e a ANA e a CAPES pelo apoio ao ProfÁgua aportado até o momento.

Além desses, agradeço à empresa CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil – pelo apoio técnico, financeiro e sua infraestrutura.