



## **APLICAÇÃO DO MODELO DE GRANDES BACIAS (MGB-IPH) PARA SIMULAÇÃO DA VAZÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TELES PIRES**

Riene F. de Oliveira<sup>1</sup>, Cornélio A. Zolin<sup>2</sup>, Renato C. Torres<sup>3</sup>, Tarcio R. Lopes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando Engenharia Agrícola e Ambiental UFMT Sinop, MT, rienefilgueiras@hotmail.com

<sup>2</sup>Dr., Pesquisador Manejo, Conservação e Uso de Recursos Hídricos, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, cornelio.zolin@embrapa.br

<sup>3</sup>Me., Ciência da Computação, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, renato.torres@embrapa.br

<sup>4</sup>Aluno do curso de mestrado em Agronomia da UFMT, Sinop, MT, tarcio281192@hotmail.com

### **INTRODUÇÃO**

O estudo da dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas tem ganhado importância em função dos problemas potenciais decorrentes das diversas demandas pelos recursos hídricos. Com isso, é fundamental a adequação do planejamento e o aumento da eficiência do uso da água na produção agrícola (principal consumidor consultivo) por meio de metodologias que permitam estimar adequadamente a disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas. Neste contexto, a utilização de modelos de simulação hidrológica torna-se imprescindível.

Um modelo hidrológico nada mais é do que a representação matemática simplificada de um sistema no mundo real (PAZ et al., 2011). Seu conceito está relacionado com as interações entre água, clima, solo e uso da terra. Adicionalmente, características espaciais e temporais também são consideradas (FAN et al., 2014), o que permite a simulação de processos físicos da bacia na sua dimensão temporal e espacial (PULLAR; SPRINGER, 2000).

Dentre os vários modelos hidrológicos disponíveis, o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB-IPH), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tem seu destaque no sucesso da aplicação em varias bacias brasileiras com diferentes características. O MGB-IPH é um modelo distribuído em células desenvolvido a fim de obter a transformação da chuva em vazão em níveis diários (COLLISCHONN et al., 2007).

Neste sentido, objetiva-se no presente trabalho aplicar e avaliar o desempenho do Modelo de Grandes Bacias (MGB-IPH) na simulação das vazões da bacia do Alto Teles Pires de modo a representar corretamente a resposta hidrológica atual da bacia para que previsões futuras sejam adequadamente realizadas.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado na Bacia hidrográfica do Alto Teles Pires, localizada em terras no estado do Mato Grosso e possui aproximadamente 34.626 km<sup>2</sup> de área de drenagem (VEIGA et al., 2013) e que de acordo com (BRASIL, 2009) possui a maior vazão específica média da bacia de 28,14L/s/km<sup>2</sup>.

A região é caracterizada por uma topografia muito plana, que explana a grande e rápida expansão agropecuária ocorrida nas ultimas duas décadas, estando localizados nesta, uns dos grandes produtores de grãos do Brasil, evidenciando assim, sua imensa importância econômica.



As informações cartográficas utilizadas como dados de entrada foram: altimetria, mapa de uso e ocupação do solo e mapa de solos. A altimetria foi determinada partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido por imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de elevação, obtidas a partir de dados da do projeto Topodata, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) com resolução espacial de 30 metros.

O mapa de solos foi obtido através de imagem do satélite TM-Landsat-5 disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pelo Projeto RADAM-Brasil.

O mapa de uso e ocupação do solo gerado a partir do levantamento de reconhecimento da dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia do Teles Pires realizado pelo Scientific Instrumentations Geotechnology (Sigeo) da Embrapa Agrossilvopastoril.

Os tipos de solos foram reclassificados e reagrupados em 2 classes conforme seu escoamento: solos rasos e solos profundos. O uso e cobertura foi reclassificada em 5 classes: Mata, Pecuária, Agricultura, Vegetação rasteira e Água.

A versão atual do modelo adota uma subdivisão das células não regulares, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), denominadas de mini bacias. A partir das células é feita a subdivisão de cada uma em blocos de acordo com as características como tipo de solo e uso e cobertura vegetal. Cada bloco equivale a uma área hidrologicamente homogênea, (GETIRANA et al., 2011), denominados Unidades de Respostas Hidrológica (URH), classificadas em Mata em solo profundo (MSP) e solo raso (MSR), Pecuária em solo profundo (PSP) e solo raso (PSR), Agricultura em solo raso (ASR) e solo profundo (ASP), Vegetação rasteira em solo raso (VRSR) e solo profundo (VRSP) e Água.

Além dos dados cartográficos, foram utilizados também dados interpolados de chuva, temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e pressão atmosférica, que foram obtidos de diversos postos localizados na bacia e no ser arredor, adquiridos pela (ANA, 2016). Para dados de vazão foi utilizado dados de serie histórica do posto fluviométrico Cachoeirão localizado no exutório da bacia.

O período de 20 anos, de 1991 a 2011, com dados disponíveis foi dividido em 3 fases. Os 5 primeiros anos de 1991 a 1995 foram utilizados para o “aquecimento” do modelo, ou seja, para a diminuição dos efeitos das condições iniciais utilizados (COLLISCHONN, 2001; TUCCI, 2005), os 10 anos de 1996 a 2006 foram utilizados para a calibração do modelo, e os últimos 5 anos para a verificação da calibração.

O coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (NS) foi utilizado para avaliação do modelo calculado, juntamente com o seu logaritmo Log-Nash ( $R_{LOG}$ ) (NASH; SUTCLIFFE, 1970), e Erro percentual de volumes ( $\Delta V$ ), estes calculados por meio das equações (1), (2) e (3) respectivamente:

$$NS^2 = 1 - \frac{\sum (E_m - E_s)^2}{\sum (E_m - \bar{E}_s)^2} \quad (1)$$

$$R_{log} = 1 - \frac{\sum (\log E_m - \log E_s)^2}{\sum (\log E_m - \log \bar{E}_s)^2} \quad (2)$$

$$\Delta V = \frac{\sum E_s - \sum E_m}{\sum E_m} \quad (3)$$



Em que  $Em$  é o evento observado;  $Es$ , o evento simulado pelo modelo;  $\overline{E_s}$ , a média do evento observado no período de simulação.

Segundo Silva et al. (2008), quando o valor de NS resultar maior que 0,75, o desempenho do modelo é considerado bom. Para valores de NS entre 0,36 e 0,75, o desempenho é considerado aceitável, enquanto valores de NS inferiores a 0,36 fazem com que o modelo seja considerado inadequado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores das funções objetivo, definidas nas Equações (1), (2) e (3), calculadas nos três pontos com dados para o período de calibração e validação.

**Tabela 1.** Valores das funções objetivo no período de calibração e verificação para o posto fluviométrico de Cachoeirão.

	NS	$R_{LOG}$	$\Delta V$ (%)
CALIBRAÇÃO	0.82	0.86	-8.61
VALIDAÇÃO	0.76	0.75	-10.80

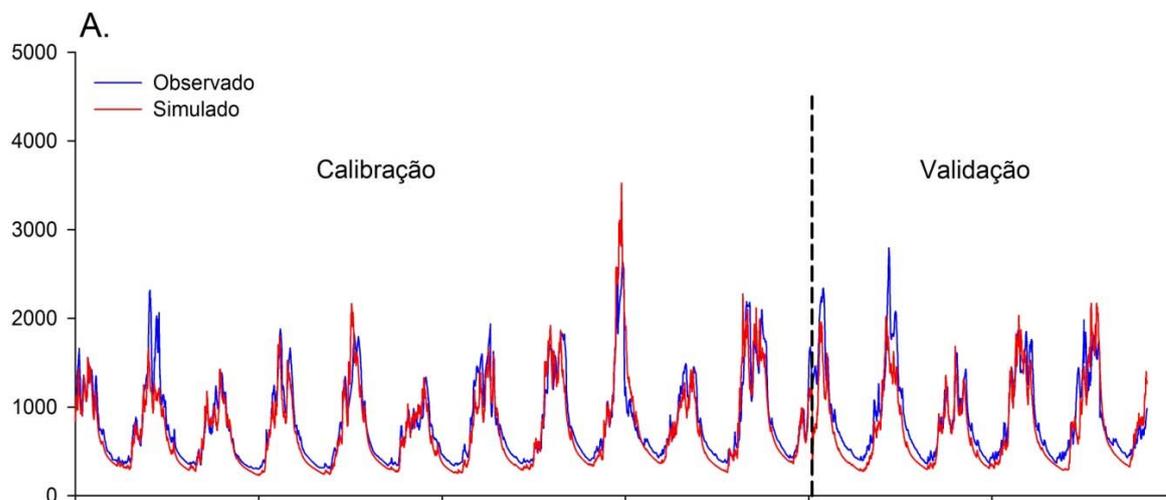
Os valores dos coeficientes estáticos de NS obtidos, que é fortemente influenciado pelos picos de vazões máximas, foram de 0.82 após calibração e de 0.76 após validação para as vazões diárias, e que de acordo com Silva et al. (2008), classifica o modelo como bom e adequado para a bacia hidrográfica do Alto Teles Pires.

Os altos valores do coeficiente estático de Log-Nash ( $R_{LOG}$ ) demonstram que o modelo teve um melhor ajuste sobre os períodos de recessão e estiagem, do que aos períodos de cheias, que são expressos pelo NS.

É notória a diminuição dos valores de NS e Log-Nash ( $R_{LOG}$ ) do período de calibração para o período de verificação, o que é comum devido às variações anuais das chuvas durante os anos (MONTEIRO et al., 2016), mas ainda são superiores a 0.75, indicando que o modelo teve um bom ajuste para a bacia.

Os erros dos volumes calculados foram, em geral, próximo aos volumes observados. No período de calibração o volume calculado foi 8.61% inferior ao observado. Os valores negativos do erro volumétrico é um indicativo de que o modelo subestimou as vazões calculadas. Provavelmente, o motivo por essa diferença dos volumes possa ser a falha de dados nas séries históricas.

A Figura 2 apresenta as vazões diárias calculadas e observadas na bacia do Alto Teles Pires. Observa-se que o modelo subestima os maiores picos das cheias, assim como os períodos de recessão, mas no geral reproduz bem o hidrograma de vazões.



**Figura 2.** Hidrograma das vazões diárias calculadas e observadas na bacia do Alto Teles, na estação Cachoeirão de 2006 a 2011.

## CONCLUSÕES

O modelo MGB-IPH mostrou-se eficiente para a simulação na área de estudo, porém, fez-se necessário a calibração do modelo. Com a calibração desses parâmetros permitiu-se que a simulação alcançassem altos coeficientes de desempenho do modelo, NS acima de 0,75, considerados adequados para a simulação hidrológica.

A validação mostrou que o modelo MGB-IPH realizou a simulação de forma satisfatória para as vazões diárias ao longo do período estudado, atestando a aplicabilidade do modelo como ferramenta de gestão e planejamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas. **Hidroweb:** sistemas de informações hidrológicas. 2016. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 18 Abr. 2016.

BRASIL. Empresa de pesquisa Energetica – EPE. **Avaliação Ambiental Integrada da bacia Hidrográfica do rio Teles Pires.** [s. l.: s. n.], 2009. Relatório Final – Sumário Executivo.

Disponível em:

<<http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/AAI%20Teles%20Pires/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo.pdf>> . Acesso em 19 set. 2015.

COLLISCHONN, W., TUCCI, C. E. M. Simulação hidrológica de grandes bacias. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 95-118, 2001.

COLLISCHONN, W.; ALLASIA, D. G.; SILVA, B. C.; TUCCI, C. E. M. The MGB-IPH model for largescale rainfall-runoff modelling. **Hydrological Sciences Journal**, v. 52, n. 5, p. 878-895, 2007.



FAN, F. M.; COLLISHONN, W. Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19 n. 1, p. 243-254, 2014.

GETIRANA, A. C. V.; BONNET, M. P.; ROTUNNO FILHO, O. C.; COLLISCHONN, W.; GUYOT, J. L.; SEYLER, F.; MANSUR, W. J. Hydrological modelling and water balance of the Negro River basin: evaluation based on in situ and spatial altimetry data. *Hydrological Process*, v. 24, n. 22, p. 3219-3236, 2011.

MONTEIRO, J. A.; STRAUCH, M.; SRINIVASAN, R.; ABBASPOUR, K.; GÜCKER, B. Accuracy of grid precipitation data for Brazil: application in river discharge modelling of the Tocantins catchment. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 9, p. 1419-1430, 2016.

Nash, J. E.; Sutcliffe, J. V. River Flow Forecasting Through Conceptual Models: Part I. A Discussion of Principles. **Journal of Hydrology**, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.

PAZ, A. R.; BUARQUE, D. C.; COLLISCHONN, W.; VICTORIA, D. C.; ANDRADE, R. G.; Discretização de Modelos Hidrológicos de Grandes Bacias: grade regular x mini-bacias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: ABRH, 2011.

PULLAR, D.; SPRINGER, D. Towards integrating GIS and catchment models, **Environmental Modelling & Software**, v. 15, n. 5-8, p. 451-459, 2000.

SILVA, P. M. O; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; COELHO, G. Modelagem da hidrografia de cheia em uma bacia hidrográfica da região Alto Rio Grande. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 258-265, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2005.

VEIGA, A. M.; MELO, D. C. R.; SOARES, A. K.; TRINDADE, M. C.; MELLO, L. T. A.; SOUZA, R. M. Diagnóstico das vazões do Rio Teles Pires. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. **Água, desenvolvimento econômico e socioambiental: anais...** Bento Gonçalves, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.