

DESEMPENHO DOS GERADORES CLIMÁTICOS WeaGETS E ClimaBR NA SIMULAÇÃO DE SÉRIES MENSAIS DE CHUVA

MARIONEI FOMACA DE SOUSA JUNIOR¹, EDUARDO MORGAN ULIANA², LUANA LISBOA³, ESTEVÃO MORGAN ULIANA⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, UFMT, (66) 99656-6637, mariofomacajr@gmail.com

² Doutor em Engenharia Agrícola, UFMT, (66) 99600-7681, morganuliana@gmail.com

³ Doutora em Engenharia Agrícola, CPRM, luana.lisboa@cprm.gov.br

⁴ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Espírito Santo, estevao.morgan@gmail.com

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A falta de dados climáticos é muitas vezes fator limitante em diversos estudos hidrológicos. Uma das saídas que se têm para contornar esse problema são os geradores climáticos, sendo estes modelos estatísticos que utilizam registros meteorológicos para gerar longas séries sintéticas de dados. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho dos geradores climáticos ClimaBR e WeaGETS para simulação de séries históricas mensais de chuva da bacia hidrográfica do rio Teles Pires, de forma que possam ser utilizadas em simulações hidrológicas e em estudos de conservação de solo e água. O ClimaBR caracteriza-se pela interface simples e de fácil uso, já o WeaGETS é caracterizado pela necessidade do software Matlab para executar o algoritmo. Os dados de entradas foram os registros pluviométricos diários de 14 estações pluviométricas. O ClimaBR apresentou desempenho não satisfatório nas estações 1, 2 e 4, satisfatório na estação 3 e adequado e bom no restante das estações, conforme o coeficiente Nash-Sutcliffe. Já o WeaGETS foi considerado adequado e bom nas 14 estações analisadas. Conclui-se que é possível gerar séries sintéticas de chuva na bacia do rio Teles Pires com os modelos avaliados. Além disso, foi possível verificar que WeaGETS é mais robusto que o ClimaBR.

PALAVRAS-CHAVE: conservação de solo e água, modelagem estocástica, precipitação

PERFORMANCE OF WeaGETS AND ClimaBR CLIMATE GENERATORS IN THE SIMULATION OF MONTHLY RAIN SERIES

ABSTRACT: The lack of climatic data is often a limiting factor in several hydrological studies. One of the outputs to overcome this problem is the climate generators, these statistical models that use meteorological records to generate long synthetic series of data. The objective of this work was to evaluate the performance of ClimaBR and WeaGETS climatic generators to simulate monthly rainfall series of the Teles Pires river basin, so that they can be used in hydrological simulations and soil and water conservation studies. ClimaBR is characterized by the simple and user-friendly interface, since WeaGETS is characterized by the need for Matlab software to execute the algorithm. The input data were the daily pluviometric records of 14 rainfall stations. ClimaBR presented unsatisfactory performance at stations 1, 2 and 4, satisfactory at station 3 and adequate and good at the rest of the stations, according to the Nash-Sutcliffe coefficient. WeaGETS was considered adequate and good in the 14 analyzed stations. It is concluded that it is possible to generate synthetic rainfall series in the Teles Pires river basin with the evaluated models. In addition, it was possible to verify that WeaGETS is more robust than ClimaBR.

KEYWORDS: conservation of soil and water, stochastic modeling, precipitation

INTRODUÇÃO: Simulações vêm se tornando cada vez mais presentes nos estudos hidrológicos, sendo estas muitas vezes limitadas a falta de séries históricas representativas. Uma das saídas para esse problema são os geradores climáticos, sendo caracterizados por algoritmos computacionais capazes de

produzir longas séries históricas de variáveis meteorológicas com propriedades estatísticas semelhantes a base de dados existente (CHEN et al., 2012). A grande maioria dos geradores climáticos são desenvolvidos para utilização em outros países, sendo necessária sua adaptação para aplicações no Brasil. Visando sanar essa problemática, Zanneti et al. (2005) desenvolveu um gerador que utiliza o banco de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) baseado na metodologia de determinação de séries de precipitação proposta por Oliveira (2003). Outro modelo promissor é o canadense WeaGETS, baseado em MATLAB, que requer como dados de entrada as séries históricas de precipitação e temperaturas máxima e mínima diária. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho dos geradores climáticos ClimaBR e WeaGETS na geração de dados de precipitação mensal para 14 estações pluviométricas da bacia do Rio Teles Pires.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram selecionadas 14 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) localizadas na bacia do Rio Teles Pires, Mato Grosso (Figura 1). Os geradores climáticos avaliados foram o ClimaBR e o WeaGETS. O ClimaBR é um programa computacional de interface simples e de fácil uso, baseado na metodologia de geração de séries sintéticas de precipitação proposta por Oliveira (2003) desenvolvido por Zanetti et al. (2005). O programa baseia-se na premissa de que para cada dia chuvoso há apenas um evento de precipitação estatisticamente análogo ao efeito das várias precipitações que possam ter ocorrido ao longo do dia, sendo necessários como dados de entrada apenas os registros diários de precipitação no formato disponibilizado pela ANA, possibilitando a geração não somente da precipitação diária, mas também do perfil de precipitação (OLIVEIRA et al., 2005). O WeaGETS é um gerador climático baseado em MATLAB capaz de gerar séries ilimitadas de precipitação. Para isso, o mesmo utiliza o modelo de Markov e as distribuições teóricas de probabilidade Gama e Exponencial associados a ações para correção de erros, tendo como vantagens a incorporação de esquemas computacionais de outros geradores bem conhecidos (CHEN et al., 2010). Foram gerados 100 anos de dados para cada estação pluviométrica em ambos os modelos e retirados de forma aleatória o número de anos correspondente aos dados registrados disponíveis para validação do modelo (Tabela 1). Os dados preditos por ambos os modelos foram comparados com os dados observados na escala mensal. A validação dos modelos foi analisada utilizando as medidas estatísticas propostas por Krause et al. (2005) e Willmott (1982): o erro absoluto médio (MAE); a raiz do erro quadrático médio (RMSE); o viés; o índice de concordância de Willmott (d); e o índice de eficiência de Nash-Sutcliffe (E). De acordo com a classificação proposta por Van Liew et al. (2007): $E = 1$ significa ajuste perfeito dos dados preditos pelo modelo; $E \geq 0,75$ indica que o modelo é adequado e bom; $0,36 < E < 0,75$ indica que o modelo é satisfatório; e $0,36 \leq E$ indica que o modelo não é satisfatório.

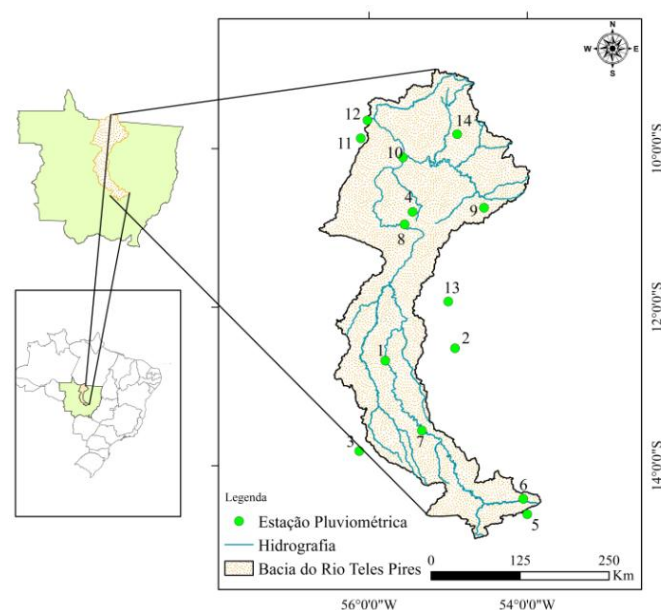


FIGURA 1. Localização das estações pluviométricas na bacia do Rio Teles Pires.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentadas as medidas quantitativas de desempenho dos modelos.

TABELA 1. Medidas quantitativas do desempenho dos modelos ClimaBR e WeaGETS para geração de séries históricas mensais de precipitação (mm) na bacia hidrográfica do Rio Teles Pires.

ID	Código	Gerador	A	Om	Pm	MAE	RMSE	Vies	d	E
1	1255001	CLIMABR	25	140,84	145,74	163,74	177,07	-4,89	0,03	-1,46
		WeaGETS		140,85	146,80	8,77	12,57	-5,95	1,00	0,99
2	1255002	CLIMABR	23	-	-	-	-	-	-	-
		WeaGETS		146,75	144,15	13,02	16,53	2,60	1,00	0,98
3	1356002	CLIMABR	26	155,75	132,77	22,98	30,10	22,98	0,98	0,73
		WeaGETS		155,75	147,43	14,32	17,15	8,32	0,99	0,98
4	1055002	CLIMABR	28	148,71	150,59	55,21	62,80	-1,88	0,87	0,68
		WeaGETS		148,86	154,25	6,18	7,96	-5,39	1,00	0,99
5	1453000	CLIMABR	25	166,39	147,00	26,82	33,46	19,39	0,98	0,94
		WeaGETS		166,39	150,55	18,19	26,21	15,84	0,99	0,96
6	1454000	CLIMABR	38	150,39	156,93	10,59	14,42	-6,54	1,00	0,99
		WeaGETS		150,40	154,23	4,98	6,46	-3,83	1,00	1,00
7	1355001	CLIMABR	23	143,51	153,68	13,70	19,93	-10,17	0,99	0,97
		WeaGETS		143,51	151,03	9,79	14,59	-7,53	1,00	0,98
8	1055003	CLIMABR	15	174,09	171,90	13,92	18,34	2,19	1,00	0,98
		WeaGETS		174,08	170,53	15,52	21,08	3,55	0,99	0,98
9	1054000	CLIMABR	27	175,99	165,45	16,27	24,40	10,54	0,99	0,97
		WeaGETS		175,99	164,91	12,33	15,78	11,08	1,00	0,99
10	1055001	CLIMABR	33	166,34	155,79	20,27	30,53	10,55	0,98	0,93
		WeaGETS		166,33	162,36	9,45	12,69	3,97	1,00	0,99
11	956000	CLIMABR	24	184,09	196,19	17,30	26,10	-12,10	0,99	0,96
		WeaGETS		184,10	190,17	9,48	16,29	-6,07	1,00	0,98
12	956001	CLIMABR	22	183,62	183,53	11,87	14,27	0,08	1,00	0,99
		WeaGETS		183,60	189,73	7,71	10,52	-6,13	1,00	0,99
13	1154001	CLIMABR	20	194,20	185,01	14,41	22,29	9,20	1,00	0,98
		WeaGETS		194,19	207,18	19,33	28,12	-12,99	0,99	0,97
14	954001	CLIMABR	28	190,26	183,10	14,79	20,22	7,16	0,99	0,98
		WeaGETS		190,26	186,73	7,73	10,77	3,53	1,00	0,99

A: número de anos registrados; Om: é a média dos dados observados (mm); Pm é a média dos dados preditos (mm); MAE é o erro absoluto médio (mm); RMSE é a raiz do erro quadrático médio (mm); d é o índice de concordância de Willmott; E é o índice de eficiência de Nash-Sutcliffe.

Conforme a Tabela 1, nota-se que para a estação 1, o ClimaBR apresentou desempenho insatisfatório, indicado pelo valor do índice de Willmott próximo de zero e coeficiente Nash-Sutcliffe negativo, além de ter apresentado MAE e RMSE elevados em relação aos demais. Para estação 2, o referido modelo não apresentou ajuste. Os dados gerados pelo ClimaBR para a estação 4, embora classificados como satisfatório pelo coeficiente Nash, não apresentaram fidelidade aos dados observados, superestimando a precipitação dos meses de estiagem (maio a setembro) e subestimando a precipitação nos meses de chuva (outubro a abril), destacando-se que para os meses de junho e julho o modelo apresentou superestimativa de 1679,23% e 1149,93%, respectivamente. Já para o mês de dezembro, o modelo subestimou os dados em 32,15%. Dessa forma, afirma-se que para estação 4 o ClimaBR não foi satisfatório. O desempenho da estação 3 foi classificado como satisfatório, de acordo com o valor do

coeficiente Nash, além do índice de Willmott igual a 0,98. Para o restante das estações o ClimaBR apresentou desempenho adequado e bom, como indicam os valores do coeficiente Nash-Sutcliffe e do índice de concordância de Willmott, ambos próximos a 1. Além disto, o distanciamento entre o MAE e o RMSE indicou que a variância dos erros individuais nas amostras foi pequena. Em relação ao modelo WeaGETS, tem-se que o mesmo apresentou valores de coeficiente Nash-Sutcliffe e do índice de Willmott próximos a 1 para todas as 14 estações analisadas, caracterizando-o como adequado e bom para geração de séries de precipitação na bacia. Salienta-se que o valor do coeficiente Nash igual a 1 na estação 6 demonstra ajuste perfeito dos dados gerados pelo WeaGETS em relação aos observados. O distanciamento entre o MAE e o RMSE, assim como para o modelo ClimaBR, indicou pouca variância dos erros individuais. Os valores do viés (positivo) apontam para uma subestimativa em ambos os modelos.

CONCLUSÕES: Os modelos ClimaBr e WeaGets são eficazes na geração de séries sintéticas de precipitação na escala mensal na bacia do Rio Teles Pires; o modelo WeaGETS é mais robusto que o ClimaBR; o uso dos geradores ClimaBR e WeaGETS em complementariedade apresenta uma forma eficiente de geração de séries de precipitação mensal para a Bacia do Rio Teles Pires.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e a Universidade Federal de Mato Grosso pela concessão da bolsa de PIBIC do primeiro autor.

REFERÊNCIAS:

- CHEN, J.; BRISSETTE, F.P.; LECONTE, R. A daily stochastic weather generator for preserving low-frequency of climate variability. **Journal of Hydrology**, v. 388, p. 480-490, 2010.
- CHEN, J.; BRISSETTE, F.P.; LECONTE, R.; CARON, A. A versatile weather generator for daily precipitation and temperature. **Transactions of the ASABE**, v. 55, p. 895-906, 2012.
- KRAUSE, P.; BOYLE, D. P.; BÄSE, F. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. **Advances in Geosciences**, v. 5, p. 89-97, 2005.
- OLIVEIRA, V.P.S. **Modelo para geração de séries sintéticas de precipitação**. 156 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2003.
- OLIVEIRA, V.P.S.; ZANETTI, S.S.; PRUSKI, F.F. ClimaBR Parte I: Modelo para a geração de séries sintéticas de precipitação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p. 348-355, 2005.
- WILLMOTT, C. J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin American Meteorological Society**, v. 63, n. 11, p. 1309-1313, 1982.
- VAN LIEW, M. W.; VEITH, T. L.; BOSCH, D. D.; ARNOLD, J. G. Suitability of SWAT for the conservation effects assessment project: a comparison on USDA-ARS watersheds. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 12, n. 2, p.173-189, 2007.
- ZANETTI, S.S.; PRUSKI, F.F.; MOREIRA, M.C.; SEDIYAMA, G.C.; SILVA, D.D. Programa computacional para geração de séries sintéticas de precipitação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.96-104, 2005.