

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS GERADORES DE DADOS CLIMÁTICOS DO DSSAT v. 3.5. I - COMPARAÇÃO ENTRE DADOS OBSERVADOS E GERADOS

Paulo Cesar SENTELHAS ¹, Rogério Teixeira FARIA ², Matheus de Oliveira CHAVES ³

RESUMO

Foi avaliado o desempenho dos geradores de dados climáticos WGEN e SIMMETEO, integrantes do programa DSSAT versão 3.5 (Decision Support System for Agrotechnology), na estimativa de dados de temperatura máxima (TMAX) e mínima (TMIN), precipitação (PREC) e radiação solar global (Qg), para cinco localidades, sendo três do Estado de São Paulo: Mandurí, Piracicaba e Ribeirão Preto, e duas do Estado do Paraná: Paranavaí e Ponta Grossa. Os dados gerados foram comparados aos observados em três escalas de tempo: diária, decendial e mensal. Os resultados mostraram haver melhoria nas estimativas com o aumento da escala de tempo. Não houve grande diferença entre os dois geradores utilizados, a não ser para a estimativa da Qg nas escalas decendial e mensal em que o WGEN mostrou melhor desempenho. As melhores estimativas na escala diária foram para a TMIN. Nas escalas decendial e mensal, as melhores estimativas continuaram sendo para a TMIN seguida da Qg e da TMAX. No caso da PREC, o desempenho do WGEN e do SIMMETEO foi ruim em todas as escalas de tempo, inclusive na mensal em que houve apenas uma ligeira melhoria para as localidades do Estado de São Paulo, porém, com o R² permanecendo abaixo de 0,5. A mesma tendência foi observada quando avaliou-se a PREC gerada para cada mês, em que a elevada dispersão entre dados estimados e observados se manteve para todos os meses

PALAVRAS-CHAVE: Dados meteorológicos, WGEN e SIMMETEO.

INTRODUÇÃO

Modelos de simulação para a otimização da produção agrícola vem se tornando, cada vez mais, numa importante ferramenta nas tomadas de decisão e no planejamento das atividades agrícolas (Ritchie et al., 1990), quer seja para o melhoramento genético de plantas, para avaliar a

¹ Dr., Professor Doutor. Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: pcsentel@carpa.ciagri.usp.br.

² PhD., Pesquisador Científico. Área de Engenharia Agrícola, IAPAR. Rod. Celso Garcia Cid, km 375, 86001-970, Londrina, PR. Bolsista do CNPq.

viabilidade de novas técnicas, para quantificar o risco climático para uma cultura, ou ainda para avaliar a viabilidade de novas agroindústrias (Meinke et al., 1995).

A maioria desses modelos usados para a avaliação dos sistemas de produção agrícola classificam-se como mecanísticos ou funcionais. Os modelos funcionais, mais simples, requerem uma menor quantidade de dados de entrada, o que não deixa de exigir dados meteorológicos diários, porém, tendo maior aplicabilidade prática (Ritchie et al., 1990). Exemplo de modelos funcionais são os utilizados pelo DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) que auxiliam pesquisas e o desenvolvimento da agricultura em geral.

Dados climáticos disponíveis e confiáveis são essenciais para que se possa fazer boas previsões do desenvolvimento, crescimento e produção das culturas, utilizando-se os modelos do DSSAT. No entanto, segundo Pickering et al. (1994), enquanto os modelos requerem dados complexos e em formato adequado, os dados brutos de uma estação meteorológica raramente atendem esses requisitos, sendo comum problemas como: erro de formato, falta de dados, dados inconsistentes, e arquivo em formato incompatível com o modelo.

No caso dos modelos utilizados pelo DSSAT, o mínimo conjunto de dados climáticos requeridos inclui valores diários de radiação solar, de temperatura máxima e mínima e de chuva (Hoogenboom et al., 1992). A radiação solar é importante para a estimativa acurada da fotossíntese e da evapotranspiração, a temperatura para a determinação da taxa de crescimento e desenvolvimento da planta e a chuva é essencial no provimento de água para atendimento das necessidades hídricas da cultura (Ritchie et al., 1990).

Muitas vezes, as informações meteorológicas não são disponíveis ou apresentam uma série de falhas que a rigor inviabilizam a sua utilização nos modelos de simulação de crescimento e produção das culturas. Visando solucionar esses problemas, vários autores têm se empenhado em obter técnicas que permitam simular ou gerar dados climáticos sintéticos de modo a compeltar séries históricas com falhas, ou ainda, expandir a série de dados. Dentre esses autores, destaca-se os trabalhos de Jones et al. (1972), Arkin et al. (1980), Nicks & Harp (1980), Larsen & Pense (1982), Richardson & Wright (1984 e Geng et al. (1986).

No DSSAT, problemas relacionados ao manejo de dados climáticos são solucionados através do programa WEATHERMAN (Pickering et al., 1994), o qual contém os modelos de geração de dados WGEN (Richardson & Wright, 1984) e SIMMETEO (Geng et al., 1986). Os dois geradores foram parcialmente modificados para utilizarem parâmetros estatísticos mensais na geração dos dados, sendo os dados diários processados internamente. Meinke et al. (1995), ao avaliarem três diferentes modelos para gerar dados meteorológicos, verificaram que o WGEN é o

³ Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

mais indicado para gerar uma série histórica de dados de temperatura e radiação solar, por conter elemento estocástico e por simular eventos extremos, como geadas. Porém, para preenchimento de falhas ocasionais o modelo TAMSIM apresentou melhor desempenho. Resultados semelhantes foram obtidos por Sentelhas et al. (1998) que para preenchimento de falhas de 1 a 30 dias não observaram melhores estimativas nos períodos mais curtos (1 e 5 dias) em relação aos períodos mais longos (10 e 30 dias) utilizando o WGEN. Os autores ainda verificaram que para falhas de um dia, a média dos dias adjacentes mostrou-se mais confiável do que a utilização do WGEN. Hayhoe (1998) utilizando uma versão do WGEN adaptada para o programa EPIC (Erosion/Productivity Impact Calculator), verificou que este gerador de dados climáticos não é uma boa opção por não manter as relações entre as variáveis meteorológicas, o que se deve às simplificações assumidas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho dos geradores de dados climáticos WGEN e SIMMETEO, integrantes do DSSAT v.3.5, para a simulação de dados meteorológicos de temperatura, radiação solar global e chuva, na escala diária, decenal e mensal, comparando-se dados observados aos gerados.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados no presente estudo dados climáticos de cinco localidades, sendo três do Estado de São Paulo e duas do Estado do Paraná (Tabela 1).

Tabela 1. Localização geográfica, características climáticas anuais, período utilizado e fonte dos dados das localidades utilizadas no estudo.

	Mandurí	Piracicaba	Ribeirão Preto	Paranavaí	Ponta Grossa
Lat. (S)	23°10'	22°42'	21°11'	23°05'	25°13'
Long. (W)	49°20'	47°38'	47°48'	52°26'	50°01'
Alt. (m)	589	546	621	480	880
TMED (°C)	21,1	21,5	22,5	23,0	18,8
TMAX (°C)	27,3	28,2	28,9	28,3	24,0
TMIN (°C)	14,9	14,8	16,1	17,7	13,5
Qg (MJ.m ⁻² .d ⁻¹)	17,6	16,9	20,0	18,5	15,9
PREC (mm)	1450,8	1262,5	1524,9	1506,3	1542,1
Dias com Chuva	118	109	122	117	129
Início	1962	1917	1965	1974	1966
Nº. de anos	37	82	34	25	33
Fonte	IAC	ESALQ	IAC	IAPAR	IAPAR

Foram utilizados dados de insolação (n), temperatura máxima (TMAX) e mínima (TMIN) do ar e precipitação (PREC) das cinco localidades, os quais foram convertidos para o formato do

programa WEATHERMAN/DSSAT v. 3.5. Para a geração dos dados climáticos foram utilizados os modelos WGEN (Richardson & Wright, 1984) e SIMMETEO (Geng et al., 1986), os quais requerem dados diários. A partir das informações processadas, os modelos geram dados de radiação solar global (Qg), TMAX, TMIN e PREC a partir de parâmetros estatísticos calculados internamente, num processo estocástico multivariado constante em que a média diária e o desvio padrão variam dependendo dos dias secos e úmidos.

Para a comparação entre os dados observados e gerados, para a série histórica de cada local, utilizou-se a análise de regressão, tipo $y = a + bx$, e os seguintes índices: coeficiente de determinação (R^2), que indica a precisão das estimativas; índice “D” de concordância de Willmott, que indica a exatidão das estimativas; e erro médio absoluto (EMA), que indica a magnitude do erro. As análises foram efetuadas para as três escalas de tempo: diária, utilizando-se um ano; decendial, utilizando-se dois anos; e mensal, utilizando-se cinco anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os índices estatísticos obtidos para a comparação entre os dados observados e gerados pelo WGEN e pelo SIMMETEO, respectivamente.

Tabela 2. Coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância de Willmott (D) e erro médio absoluto (EMA) para a relação entre dados observados e gerados pelo WGEN.

	Escala Diária			Escala decendial			Escala mensal		
	R^2	D	EMA	R^2	D	EMA	R^2	D	EMA
Manduri									
Qg	0,02	0,26	6,1	0,33	0,70	2,8	0,65	0,89	1,7
TMAX	0,07	0,42	4,1	0,20	0,62	2,5	0,60	0,87	1,4
TMIN	0,39	0,77	3,1	0,68	0,90	1,8	0,80	0,94	1,3
PREC	0,01	0,14	6,2	0,18	0,60	36,0	0,35	0,74	65,2
Piracicaba									
Qg	0,02	0,27	5,7	0,16	0,57	2,9	0,60	0,87	1,6
TMAX	0,08	0,43	3,8	0,20	0,60	2,5	0,49	0,82	1,5
TMIN	0,50	0,82	2,7	0,70	0,91	1,7	0,83	0,95	1,2
PREC	0,01	0,20	4,6	0,11	0,49	27,0	0,37	0,74	66,0
Rib.Preto									
Qg	0,04	0,32	5,3	0,27	0,68	2,5	0,59	0,86	1,5
TMAX	0,10	0,47	3,3	0,30	0,70	1,9	0,67	0,89	0,9
TMIN	0,38	0,74	2,6	0,67	0,89	1,4	0,78	0,94	1,2
PREC	0,00	0,09	6,1	0,07	0,40	41,2	0,38	0,75	80,5
Paranavaí									
Qg	0,09	0,46	5,8	0,50	0,82	2,7	0,72	0,92	1,6
TMAX	0,17	0,57	4,0	0,33	0,71	2,6	0,56	0,85	1,6
TMIN	0,21	0,62	3,3	0,53	0,84	1,9	0,75	0,92	1,1
PREC	0,00	0,12	5,3	0,06	0,39	35,2	0,07	0,41	74,2
P.Grossa									
Qg	0,07	0,41	5,7	0,44	0,80	2,5	0,59	0,87	1,9

TMAX	0,18	0,59	3,8	0,48	0,81	2,2	0,73	0,92	1,4
TMIN	0,30	0,71	3,2	0,61	0,87	1,8	0,81	0,95	1,2
PREC	0,00	0,00	6,2	0,00	0,00	38,1	0,01	0,14	78,1

Tabela 3. Coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância de Willmott (D) e erro médio absoluto (EMA) para a relação entre dados observados e gerados pelo SIMMETEO.

	Escala Diária			Escala decendial			Escala mensal		
	R^2	D	EMA	R^2	D	EMA	R^2	D	EMA
Manduri									
Qg	0,05	0,35	6,7	0,19	0,57	3,1	0,51	0,80	2,0
TMAX	0,03	0,28	4,2	0,14	0,54	2,6	0,56	0,85	1,4
TMIN	0,38	0,76	3,3	0,61	0,88	2,0	0,85	0,96	1,2
PREC	0,01	0,14	7,0	0,00	0,04	46,4	0,34	0,74	65,7
Piracicaba									
Qg	0,03	0,25	6,8	0,11	0,48	3,3	0,36	0,69	2,1
TMAX	0,04	0,30	4,1	0,15	0,51	2,5	0,39	0,72	1,5
TMIN	0,38	0,76	3,0	0,68	0,90	2,0	0,83	0,95	1,2
PREC	0,00	0,03	5,8	0,03	0,31	37,2	0,21	0,62	67,7
Rib.Preto									
Qg	0,00	0,00	7,1	0,03	0,28	3,2	0,10	0,41	2,1
TMAX	0,03	0,31	3,5	0,19	0,60	2,0	0,18	0,58	1,5
TMIN	0,26	0,65	3,1	0,55	0,84	1,8	0,66	0,88	1,5
PREC	0,00	0,09	6,8	0,12	0,51	43,9	0,45	0,80	73,8
Paranavaí									
Qg	0,05	0,36	6,6	0,42	0,77	2,8	0,62	0,85	1,9
TMAX	0,18	0,56	4,1	0,32	0,69	2,5	0,54	0,84	1,8
TMIN	0,26	0,67	3,3	0,44	0,80	2,1	0,68	0,90	1,4
PREC	0,00	0,00	5,9	0,01	0,00	46,0	0,02	0,22	87,7
P.Grossa									
Qg	0,02	0,23	7,5	0,20	0,62	3,3	0,39	0,75	2,2
TMAX	0,16	0,57	4,0	0,36	0,74	2,6	0,67	0,90	1,5
TMIN	0,23	0,64	3,7	0,56	0,84	2,2	0,74	0,92	1,4
PREC	0,00	0,06	6,0	0,00	0,08	36,0	0,01	0,00	79,2

Os resultados mostram que na escala diária, para qualquer localidade, os geradores não proporcionaram estimativas confiáveis, especialmente para a PREC que teve sempre $R^2 \ll 0,1$ e $D < 0,2$, o que indica baixa precisão e exatidão, respectivamente. Para a TMAX e TMIN, os dados gerados, na escala diária, também não proporcionaram boa correlação com os dados observados, o mesmo sendo verificado para a Qg. Na escala decendial, observa-se que houve sensível melhoria nas estimativas da temperatura do ar, principalmente da TMIN que apresentou $R^2 > 0,5$, $D > 0,8$ e EMA entre 1,4 e 2,2°C. No caso da PREC e da Qg, as correlações entre os dados observados e gerados permaneceram baixas. Na escala mensal, houve melhoria bastante significativa nas estimativas de todos os elementos. As correlações mais elevadas continuaram sendo para a TMIN, com R^2 variando entre 0,75 e 0,83 e D entre 0,92 e 0,95, para os dados gerados pelo WGEN, e R^2 entre 0,66 e 0,85 e D entre 0,88 e 0,96, para os dados gerados pelo SIMMETEO, seguida da TMAX e Qg geradas a partir do WGEN, com R^2 entre 0,49 e 0,73 e entre 0,59 e 0,72, respectivamente. Para os dados de TMAX e Qg gerados pelo SIMMETEO não foram observadas boas correlações para as localidades de Piracicaba e Ribeirão Preto, onde o R^2 ficou abaixo de 0,4 e o $D < 0,7$. No caso da

PREC houve, na escala mensal, ligeira melhoria nas estimativas para as localidades do Estado de São Paulo, R^2 entre 0,35 e 0,38 e D entre 0,74 e 0,75, para os dados gerados pelo WGEN, e com R^2 entre 0,21 e 0,45 e D entre 0,62 e 0,80, para os dados gerados pelo SIMMETEO. Nas localidades do Estado do Paraná não houve boa correlação entre os dados observados e gerados de PREC pelos dois modelos, mesmo na escala mensal, com R^2 inferior a 0,1 e D abaixo de 0,4.

A Figura 1 mostra as relações entre os dados observados e gerados pelo WGEN para os elementos Qg, TMAX, TMIN e PREC para a localidade de Piracicaba, SP, na escala mensal, onde pode se observar o bom ajuste para os três primeiros elementos e a grande dispersão nos dados gerados de PREC quando correlacionados aos dados observados.

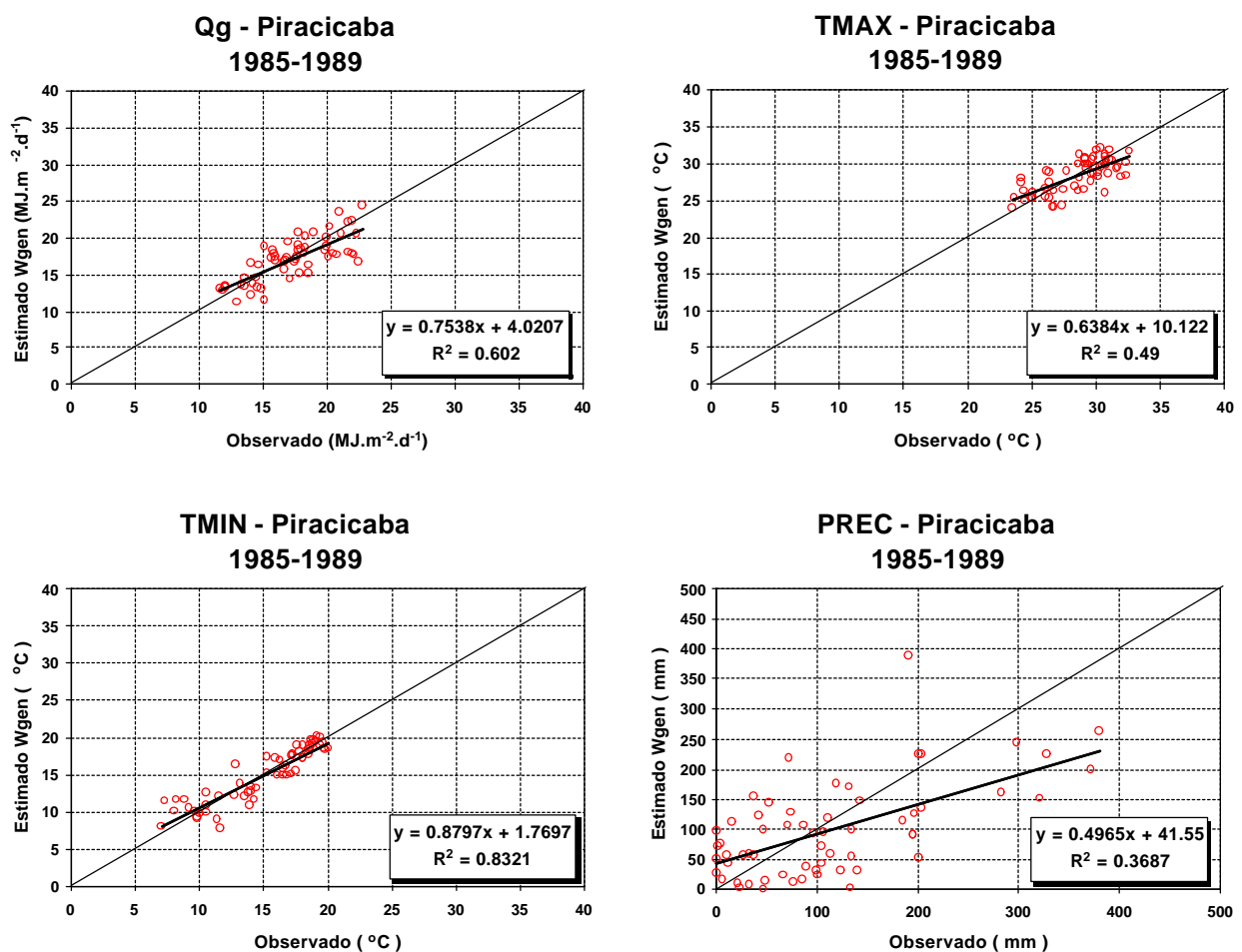


Figura 1. Relação entre dados de Qg, TMAX, TMIN e PREC observados e gerados pelo WGEN, na escala mensal, para Piracicaba, SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARKIN, G.F.; MAAS, S.J.; RICHARDSON, C.W. Forecasting grain sorghum yields using simulated weather data and updating techniques. **Transaction of ASAE**, v.23, n.3, p.676-680, 1980.
- GENG, S.; PENNING DE VRIES, F.W.T.; SUPIT, I. A simple method for generating daily rainfall data. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.36, p.363-376, 1986.
- HAYHOE, H.N. Relationship between weather variables in observed and WXGEN generated data series. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.90, p.203-214, 1998.
- HOOGENBOOM, G.; JONES, J.W.; BOOTE, K.J. Modeling growth, development, and yield of grain legumes using Soygro, Pnutgro, and Beangro: A Review. **Transaction of ASAE**, v.35, n.6, p.2043-2056, 1992.
- JONES, J.W.; COLWICK, R.F.; THREADGILL, F.D. A simulated environmental model of temperature, evaporation, rainfall and soil moisture. **Transaction of ASAE**, v.15, p.366-372, 1972.
- LARSEN, G.A.; PENSE, R.B. Stochastic simulation of daily climatic data for agronomic models. **Agronomy Journal**, v.74, p.510-514, 1982.
- MEINKE, H.; CARBERRY, P.S.; McCASKILL, M.R.; HILLS, M.A.; McLEOD, I. Evaluation of radiation and temperature data generators in the Australian tropics and sub-tropics using crop simulation models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.72, p.295-316, 1995.
- NICKS, A.D.; HARP, J.F. Stochastic generation of temperature and solar radiation data. **Journal of Hydrology**, v.48, p.1-17, 1980.
- PICKERING, N.B.; HANSEN, J.W.; JONES, J.W.; WELLS, C.M.; CHAN, V.K.; GODWIN, D.C. WeatherMan: A utility for managing and generating daily weather data. **Agronomy Journal**, v.86, p.332-337, 1994.
- RICHARDSON, C.W.; WRIGHT, D.A. WGEN: A model for generating daily weather variables. ARS-8. USDA-ARS, Washington, DC. 1984.
- RITCHIE, J.T.; GODWIN, D.C.; SINGH, U. Soil and weather inputs for the IBSNAT crop models. In: IBSNAT Symposium of Decision Support System for Agrotechnology Transfer. **Proceedings...** 1990: Department of Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. p.31-45, 1990.

SENTELHAS, P.C.; FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V. Avaliação do desempenho do WGEN, gerador de dados climáticos do Weatherman/DSSAT v. 3.1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA RURAL, 27, 1998, Poços de Caldas. **CD-ROM**. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998.