

# DESEMPENHO DOS MODELOS PGECLIMA\_R E LARS\_WG NA GERAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA PARA MODELOS HIDROLÓGICOS E AGRONÔMICOS

Ranieri Carlos Ferreira de Amorim<sup>1</sup>; Jorim Sousa das Virgens Filho<sup>2</sup>; Givaldo Oliveira dos Santos<sup>3</sup>; Ricardo Ferreira Carlos de Amorim<sup>4</sup>; Christiane Cavalcante Leite<sup>5</sup>

[1] Pesquisador DCR do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus de Marechal Deodoro  
Rua Lourival Alfredo, 176. CEP 57160-000, Marechal Deodoro - AL. Email: [rcfamorim@gmail.com](mailto:rcfamorim@gmail.com)

[2] Professor Associado do Departamento de Matemática e Estatística. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa - PR

[3] Professor Adjunto do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Marechal Deodoro - AL

[4] Professor Adjunto do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas. Maceió - AL

[5] Pós-doutoranda em Interação Atmosfera-Biosfera. Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Apresentado no XVII Congresso de agrometeorologia 2011 – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**Resumo:** A geração de séries sintéticas de elementos climáticos é, normalmente, viabilizada pela aplicação de modelos computacionais especialmente desenvolvidos para esta finalidade, denominados de geradores climáticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos modelos PGECLIMA\_R e LARS-WG na simulação de dados diários de temperatura do ar a fim de fornecer subsídios para o planejamento agroclimático em regiões onde há ausência de dados meteorológicos. Os modelos computacionais PGECLIMA\_R e LARS - WG, simularam dados diários de temperatura máxima e mínima muito semelhantes aos dados reais para a área de estudo, apresentando coeficientes de determinação significativos em sua maioria e seus índices indicando que os modelos estimaram valores com melhor exatidão, sendo uma alternativa interessante de aplicação em projetos agrícolas e ambientais.

**Palavras Chaves:** séries sintéticas, simulação, PGECLIMA\_R.

## PERFORMANCE OF THE MODELS PGECLIMA\_R AND LARS\_WG IN THE GENERATION OF MINIMUM AND MAXIMUM TEMPERATURE DATA FOR HYDROLOGIC AND AGRONOMIC MODELS

**Abstract:** The generation of synthetic series of climatic elements is usually possible by the application of computational models specially developed for this purpose, called weather generator. The objective of this study was to evaluate the performance of the models PGECLIMA\_R and LARS-WG to provide grants for planning agroclimatic regions where there is absence of meteorological data. Computer models PGECLIMA\_R and LARS - WG, simulated daily data of maximum and minimum temperatures very similar to actual data for the study area, showing significant determination coefficient in the majority of the cases and its index indicating that the models estimated values with better accuracy, being an interesting alternative for application in agricultural and environmental projects.

**Key words:** synthetic series, simulation, PGECLIMA\_R.

**Introdução:** Os estudos envolvendo temperatura do ar, principalmente no que diz respeito à utilização de series histórica, são dificultados na maioria dos locais devido à reduzida disponibilidade de dados. Dessa forma, faz-se necessário dispor de um procedimento para simulação estocástica que possibilite a geração de valores diários de temperatura. A geração de séries sintéticas de elementos climáticos é, normalmente, viabilizada pela aplicação de modelos computacionais especialmente desenvolvidos para esta finalidade, denominados de

geradores climáticos (Oliveira, 2003). Estes geradores são, geralmente, probabilísticos ou estocásticos, ou seja, utilizam variáveis aleatórias que seguem distribuições estatísticas específicas. Uma característica de tais modelos é que seus resultados podem ser diferentes valores cada vez que o modelo é aplicado, considerando que são utilizados em cada simulação números gerados aleatoriamente para representar a variabilidade dos fenômenos naturais (Portugal, 1983). O modelo LARS-WG é um modelo estocástico que pode gerar séries meteorológicas por meio de distribuições de probabilidade semi-empíricas que mantêm as estatísticas da série observada; as estatísticas das séries climáticas geradas devem ser comparadas com as estatísticas da série de dados meteorológicos observados Semenov e Barrow, 1997; Semenov et al., 1998. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho dos modelos PGECLIMA\_R e LARS-WG na geração de dados diários de temperatura do ar a fim de fornecer subsídios para o planejamento agroclimático em regiões onde não há disponibilidade de dados meteorológicos.

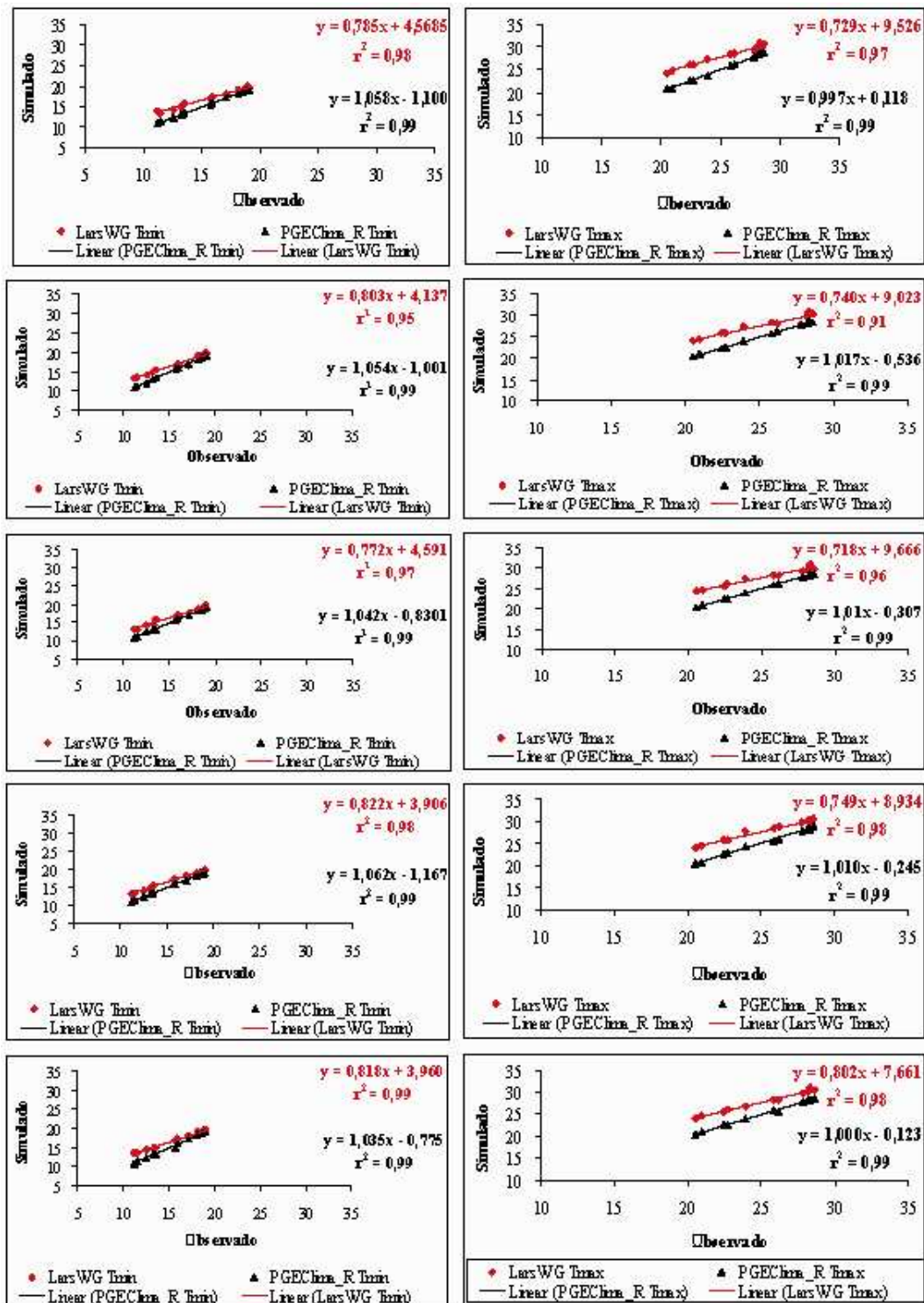
**Material e métodos:** O presente estudo foi realizado na região de Cascavel – PR – Brasil (Latitude 24° 53' S; Longitude 53° 23' W; Altitude de 682m), com dados meteorológicos diários obtidos na Estação Agrometeorológica do IAPAR/Londrina (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ), localizada na COODETEC/CASCAVEL/PR (COOPERATIVA CENTRAL AGROPECUÁRIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E ECONÔMICO LTDA, para o período de 1972 a 1998. Para melhor confiabilidade dos dados utilizados, a série climatológica passou por um processo de triagem e consistência dos dados, com a finalidade de verificar possíveis erros de leitura ou de lançamento (digitação), bem como identificar “falhas” em alguns períodos das mesmas. Foram utilizados os geradores de clima PGECLIMA\_R e LARS-WG para simulação dos dados climáticos. A metodologia utilizada na simulação dos valores de temperatura máxima e mínima no PGECLIMA\_R foi concebida a partir do princípio de que, ao se fixar um período base de dados históricos, o mesmo se move no tempo à medida que a simulação estiver sendo executada. Desta forma, cada ano simulado foi adicionado a série histórica da qual se destacou o ano mais remoto. É importante destacar que a cada movimento do período base no tempo, os parâmetros das distribuições de probabilidade são novamente estimados, fazendo com que, embora a distribuição de probabilidade tenha novos parâmetros, a duração do período permaneça a mesma. Sendo assim, por exemplo, se o período base for de 1972 a 1998 (27 anos) e se desejar simular o período de 1999 a 2025, tem-se o seguinte comportamento do sistema:

- Na simulação de 1999 o período base seria 1972 - 1998;
- Na simulação de 2000 o período base seria 1973 - 1999;
- Na simulação de 2001 o período base seria 1974 - 2000;
- Na simulação de 2002 o período base seria 1975 - 2001.

É interessante observar que pela metodologia convencional utilizada, por mais que se desejasse simular períodos futuros, os anos simulados teriam como base o mesmo período (1972 a 1998) e conseqüentemente os mesmos parâmetros estimados da distribuição. Esta técnica já foi avaliada e validada com outras variáveis climáticas em Virgens Filho (2001). Para validação dos dados simulados em relação aos dados observados, 5 simulações para cada simulador foram efetuadas na localidade avaliada, gerando séries de temperatura máxima e mínima com períodos distintos em relação a série histórica inicialmente parametrizada. Assim, para a cidade de Cascavel, foi utilizada uma série de 27 anos (1972 a 1998) para a parametrização dos modelos probabilísticos e outra série simulada de 27 anos (1999 a 2025) para efetuar a validação. As medidas estatísticas utilizadas para avaliar o desempenho dos

modelos PGECLIMA e LARS – WG: Viés Médio (VM), Erro Absoluto Médio (EAM) e Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) e o índice de concordância “D” de Willmott.

**Resultados e discussão:** A Figura 1 apresenta a dispersão dos pontos representam as médias mensais de dados de temperatura máxima e mínima, onde estão mostradas as equações ajustadas com seus respectivos coeficientes de regressão entre os dados observados e simulados pelos modelos PGECLIMA\_R e LARS-WG para as cinco simulações realizadas.



**Figura 1** - Regressão entre as médias mensais observadas e as médias mensais simuladas de temperatura máxima e mínima para a localidade avaliada.

Pode-se observar que, de maneira geral, os coeficientes de determinação variaram entre 0,91 e 0,99. Notou-se que, os resultados obtidos, demonstraram valores expressivos em sua maioria, podendo a área de estudo estar relacionada a uma maior uniformidade desta variável climática no Estado. Verificou-se por meio da dispersão dos pontos dos períodos parametrizado (1972 - 1998) e simulado (1999-2025), que as médias obtidas pelos modelos, apresentaram pequenas diferenças em relação aos pontos da reta ajustada, demonstrando que a simulação foi eficiente para todas as simulações.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados estatísticos da temperatura máxima onde se obtiveram os valores de VM para o modelo PGECLIMA\_R variando de 0,04 a 0,24 °C e de 1,46 a 3,99 °C para o modelo LARS – WG. Os valores de EAM variaram entre 0,80 e 1,57 °C para o PGECLIMA\_R e de 1,78 e 4,07°C para o LARS – WG. O REQM variou de 0,94 a 2,04 °C para o PGECLIMA\_R e de 2,13 e 4,56°C para o modelo LARS – WG. Os valores dos índices de concordância de Willmot's (D) foram próximos de 1 para os dois modelos variando de 0,92 a 0,96 para o PGECLIMA\_R e de 0,97 a 0,98 LARS-WG. Apesar dos valores dos erros estatísticos estarem elevados para o modelo LARS-WG em alguns casos, os índices indicam que os modelos permitiram estimar valores com melhor exatidão.

**Tabela 1** - Resultados estatísticos entre os dados mensais observados e simulados da radiação solar para Cascavel – PR

Temperatura Máxima (°C)								
	PGECLIMA_R				LARS – WG			
	VM	EAM	REQM	Willmot's D	VM	EAM	REQM	Willmot's D
<b>JAN</b>	0,24	0,98	1,17	0,96	1,83	1,99	2,51	0,97
<b>FEV</b>	0,04	0,83	1,22	0,92	2,53	2,53	2,78	0,98
<b>MAR</b>	0,12	0,80	0,94	0,96	2,12	2,15	2,39	0,97
<b>ABR</b>	0,09	1,10	1,34	0,94	2,40	2,41	2,89	0,97
<b>MAI</b>	0,17	1,18	1,57	0,94	3,56	3,56	3,93	0,97
<b>JUN</b>	0,34	1,36	1,81	0,95	3,67	3,67	4,13	0,97
<b>JUL</b>	0,05	1,64	2,04	0,92	3,99	4,07	4,56	0,97
<b>AGO</b>	0,05	1,52	1,90	0,93	3,42	3,46	3,88	0,97
<b>SET</b>	0,17	1,57	1,96	0,96	3,49	3,64	4,19	0,98
<b>OUT</b>	0,11	1,28	1,58	0,93	2,27	2,78	3,24	0,97
<b>NOV</b>	0,09	1,07	1,29	0,95	1,46	1,84	2,20	0,97
<b>DEZ</b>	0,18	1,06	1,28	0,96	1,54	1,78	2,13	0,97

Na Tabela 2 observa-se os resultados estatísticos da temperatura mínima a qual obtive os valores de VM para o modelo PGECLIMA\_R variando de 0,00 a 0,58°C, enquanto que no modelo LARS – WG o VM variou de 0,01 a 2,07 °C. Os valores de EAM variaram entre 0,56 e 1,65 °C para o PGECLIMA\_R entre 0,86 e 2,94 °C para o LARS – WG. Os resultados de REQM variaram entre 0,71 e 1,98°C para o PGECLIMA\_R e entre 1,02 e 3,43 °C para o LARS-WG. Percebe-se que os erros estatísticos como o VM, EMA e REQM para o modelo PGECLIMA\_R gerou resultados satisfatórios do que o modelo LARS – WG. Ainda na Tabela 2, podemos observar, que os valores dos índices de concordância (D) de Willmot's em sua maioria aproximou-se de 1 para os dois modelos PGECLIMA\_R e LARS – WG com valores de D variando de (0,96 a 1,00) a (0,95 a 0,98) respectivamente. Apesar dos valores dos erros

estatísticos estarem elevados em alguns casos como o viés médio e erro médio absoluto, os índices indicam que os modelos permitiram estimar valores com melhor exatidão.

**Tabela 2** - Resultados estatísticos entre os dados mensais observados e simulados da temperatura mínima para Cascavel – PR

Temperatura Mínima (°C)								
	PGECLIMA_R				LARS – WG			
	VM	EAM	REQM	Willmot's D	VM	EAM	REQM	Willmot's D
<b>JAN</b>	0,01	0,65	0,79	0,96	0,29	0,98	1,23	0,96
<b>FEV</b>	0,05	0,67	0,86	0,99	0,81	1,11	1,38	0,96
<b>MAR</b>	0,01	0,58	0,73	0,97	0,88	1,05	1,47	0,97
<b>ABR</b>	0,29	1,27	1,43	0,99	1,19	1,53	1,95	0,98
<b>MAI</b>	0,21	1,30	1,54	0,99	1,75	2,07	2,41	0,98
<b>JUN</b>	0,02	1,37	1,68	0,98	1,82	2,04	2,54	0,98
<b>JUL</b>	0,58	1,65	1,98	0,97	0,09	2,94	3,43	0,98
<b>AGO</b>	0,05	1,12	1,40	0,97	0,04	1,83	2,16	0,95
<b>SET</b>	0,06	1,03	1,34	0,99	2,07	2,33	2,67	0,98
<b>OUT</b>	0,01	0,93	1,17	0,99	0,99	1,40	1,80	0,98
<b>NOV</b>	0,02	0,91	1,09	1,00	0,82	1,36	1,69	0,97
<b>DEZ</b>	0,00	0,56	0,71	1,00	0,01	0,86	1,02	0,95

**Conclusões:** Os geradores de dados climáticos PGECLIMA\_R e LARS - WG, simularam dados diários de temperatura máxima e mínima muito semelhantes aos dados reais para as localidade de Cascavel – PR, com os coeficientes de determinação expressivos em sua maioria e seus índices indicando que os modelos estimaram valores com melhor exatidão, sendo uma alternativa interessante de aplicação em projetos agrícolas e ambientais.

### Referências Bibliográficas

OLIVEIRA, V. P. S. **Modelo para geração de series sintéticas de precipitação**. 2003. 156p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

PORTUGAL, A. D. Simulação de sistemas agropecuários. **Pesquisa agropecuária brasileira**. V. 18, n.4, p.335 – 42, 1983.

SEMENOV, M. A, BARROW, E. M (1997) Use of a stochastic weather generator in the development of climate change scenarios. **Climate Change** 35:397–414.

SEMENOV, M.A., BOOKS, R.J., BARROW, E.M. AND RICHARDSON, C.W. 1998. Comparison of the WGEN and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates. *Climate Research* 10: 95-107.

VIRGENS FILHO, J.S. **Ferramenta computacional para simulação de séries climáticas diárias, baseada na parametrização dinâmica das distribuições de probabilidade**. 2001. 92p. Dissertação (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.