

VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO SIMULADOR ESTOCÁSTICO DE DADOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA - SIMPREC

Autores

Monica Carvalho

E-mail: meinfo@ig.com.br

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Dep. de Informática

Endereço: Av. Gal. Carlos Cavalcante, 4748. CEP 84030-000, Ponta Grossa, PR

Telefone: (42) 220-3097

Jorim Sousa das Virgens Filho

E-mail: sousalima@almix.com.br

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Dep. de Informática

Endereço: Av. Gal. Carlos Cavalcante, 4748. CEP 84030-000, Ponta Grossa, PR

Telefone: (42) 220-3097

João Paulo Ribeiro do Nascimento

E-mail: jpnascimento@geocities.com

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Dep. de Informática

Endereço: Av. Gal. Carlos Cavalcante, 4748. CEP 84030-000, Ponta Grossa, PR

Telefone: (42) 220-3097

Maysa de Lima Leite

E-mail: sousalima@almix.com.br

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Dep. de Informática

Endereço: Av. Gal. Carlos Cavalcante, 4748. CEP 84030-000, Ponta Grossa, PR

Telefone: (42) 220-3097

Carlos Roberto Balarim

E-mail: crbalarim@uepg.br

Vínculo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Dep. de Engenharia Civil

Endereço: Av. Gal. Carlos Cavalcante, 4748. CEP 84030-000, Ponta Grossa, PR

Telefone: (42) 220-3074

Resumo

A geração de dados climáticos sintéticos, ainda é uma tecnologia pouco difundida nos países de terceiro mundo no campo das ciências agrárias. A principal característica desta técnica de experimentação é a de fornecer subsídios para medir o risco de incerteza climática, que está relacionado com gerenciamentos alternativos de agroecossistemas. Este trabalho objetivou a verificação e validação dos dados gerados pelo modelo de simulação computacional de dados diários de precipitação pluviométrica SIMPREC, desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Tecnologia da Informação Aplicada ao Agronegócio e Ciências Ambientais, pertencente ao

Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Foram simuladas séries diárias de dados de precipitação pluviométrica para a localidade de Ponta Grossa-PR, as quais foram confrontadas com as séries históricas. Utilizando-se testes estatísticos não-paramétricos, verificou-se que as distribuições dos dados simulados e as distribuições dos dados históricos, não diferiram estatisticamente entre si, o que permitiu inferir sobre o desempenho do modelo de simulação computacional.

Abstract

The generation of simulated climatic data still a poorly diffused technology in developing countries, in the area of agricultural sciences. The main property of this experimental practice is to create conditions to measure climatic uncertainty hazards, which are related to alternative management of agroecosystems. The objective of this work was the examination and validation of data generated by the computer simulation model of daily precipitation data SIMPREC, developed in the Computer Department of the State University of Ponta Grossa-UEPG. Daily precipitation series were simulated for the place of Ponta Grossa, PR, Brazil and compared with historical series. Using non-parametrics tests, it was concluded that the simulated data distribution and the historical data distribution did not differ statistically, allowing conclusions about the performance of the computer simulation model.

Palavras Chaves

simulador estocástico, dados climáticos, precipitação pluviométrica.

1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo, o clima é tratado como um fator dominante no controle do desenvolvimento das plantas e na avaliação de mudanças de natureza hidrológica. Vários modelos de simulação matemática que descrevem variáveis climáticas, têm sido aplicados com bastante frequência, com o objetivo de prever o comportamento das distribuições de probabilidade dos elementos climáticos. Além disso, as produções agrícolas e as alterações hidrológicas podem ser tratadas como elementos probabilísticos, no sentido de que dependem dessa incerteza climática. De acordo com Bruhn et al. (1980) a interação de componentes probabilísticos com modelos de outros componentes de um sistema agrícola, deve fornecer um método para medir o risco de incerteza climática, que está relacionado com gerenciamentos alternativos.

Na literatura existente sobre o assunto, há várias referências de pesquisas envolvendo o desenvolvimento de modelos para simulação de seqüências de dados climáticos. Esses modelos, geralmente baseados em distribuições probabilísticas, levam em consideração a ocorrência periódica de dias úmidos, que por sua vez são definidos pela ocorrência ou não de precipitação pluviométrica.

No Brasil, há algum tempo vêm sendo estudadas as probabilidades de ocorrências e quantidades de precipitação pluviométrica e probabilidades de temperaturas máximas e mínimas, para várias regiões do país. Sedyama et al. (1978), além de apresentar uma metodologia, desenvolveu um software para simular dados climáticos para a época de crescimento das plantas. Virgens Filho (1997) idealizou o “GEPAC -

Gerador Estocástico de Parâmetros Climáticos”, um modelo computacional para simulação de dados diários de precipitação pluviométrica, radiação solar global, temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar.

O SIMPREC, um simulador computacional, desenvolvido no “Laboratório de Pesquisa em Tecnologia da Informação aplicada ao Agronegócio e Ciências Ambientais” pertencente ao Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, é um aplicativo destinado a simular dados diários de precipitação pluviométrica. A partir da entrada de dados de uma série climatológica de precipitação pluviométrica, o mesmo efetua testes estatísticos, ajustando os dados a uma distribuição teórica de probabilidade, possibilitando posteriormente a geração de longas séries de dados diários para a referida variável climática. Desta forma, este trabalho objetivou a verificação e validação dos dados simulados pelo SIMPREC, para a localidade de Ponta Grossa-PR.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no “Laboratório de Pesquisa em Tecnologia da Informação Aplicada ao Agronegócio e Ciências Ambientais”, pertencente ao Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa - PR.

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica para a localidade de Ponta Grossa-PR referentes ao período de 1954 a 1997, os quais foram obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR.

Para validar o simulador avaliado nesta pesquisa, foram efetuadas 4 replicações para a localidade de Ponta Grossa-PR. Em cada replicação foi gerada uma série diária de 14 anos correspondente ao período de registro histórico de 1984 a 1997, o qual não foi utilizado na parametrização das distribuições de probabilidade.

Com a finalidade de verificar a consistência dos dados simulados, os mesmos foram confrontados aos dados históricos do mesmo período (1984 a 1997) através do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) aplicável a duas amostras, aos níveis de 5% e 1% de significância. Segundo Campos (1976), este teste permite verificar se duas amostras independentes provém de uma mesma população ou de populações distintas.

Ainda com o objetivo de comprovar a qualidade dos dados simulados, uma análise através de gráficos e tabelas também foi realizada a fim de identificar o desempenho do simulador em termos de média ao longo dos meses do ano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados por mês o número de dias chuvosos, ou seja, com ocorrência de precipitação pluviométrica, nas 4 replicações (R1 a R4) realizadas na simulação de dados diários de precipitação pluviométrica, para a localidade de Ponta Grossa-PR, num período de 14 anos (1984-97).

<u>Mês</u>	<u>R1</u>	<u>R2</u>	<u>R3</u>	<u>R4</u>	<u>MR</u>	<u>HI</u>
Janeiro	187	229	193	194	201	241
Fevereiro	206	182	155	213	189	225
Março	176	169	170	178	173	191

Abril	105	108	97	111	105	141
Mai	102	109	101	121	108	134
Junho	129	129	97	104	115	122
Julho	93	81	114	119	102	105
Agosto	108	102	71	101	96	98
Setembro	156	143	141	130	143	153
Outubro	156	176	150	185	167	164
Novembro	133	171	152	140	149	156
Dezembro	191	168	185	178	181	195
Total =>	1742	1767	1626	1774	1727	1925

Tabela 1 – Número de dias chuvosos para Ponta Grossa-Pr, verificados nas 4 simulações (R1 a R4) e na série histórica (HI).

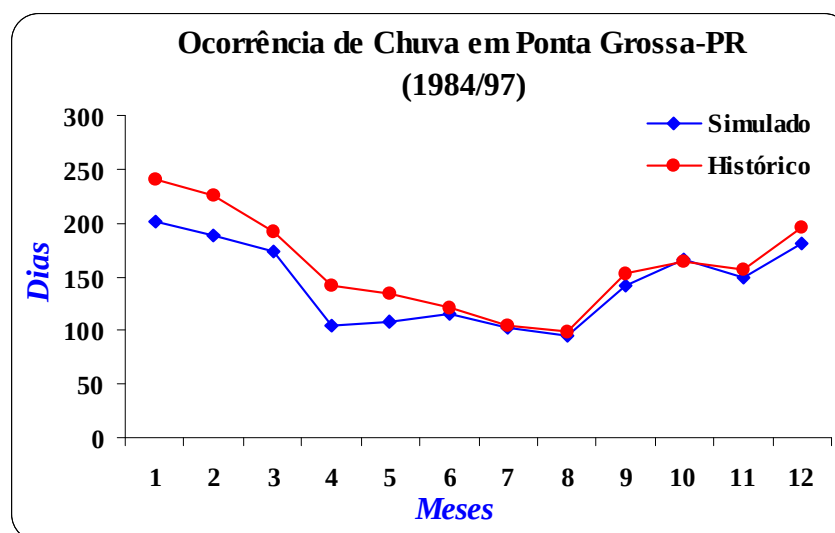


Figura 1 – Gráfico comparativo entre os números de dias chuvosos históricos e simulados.

Observou-se que a média mensal das 4 replicações tenderam aos números de dias chuvosos registrados na série histórica. Porém, como mostra o gráfico da Figura 1, percebe-se que nos meses de Janeiro e Maio ocorreram subestimativas dos valores simulados em relação aos valores históricos. Essas diferenças são absolutamente normais e não invalidam o resultado, uma vez que eles podem ter sido ocasionados devido a ocorrência de algum fenômeno climatológico esporádico nos meses de Janeiro e Maio de alguns dos anos, que compreendem o período de 1984-97.

Uma das formas de testar o desempenho do simulador quanto as alturas de precipitação pluviométrica geradas em dias com ocorrência da mesma, é a comparação entre as distribuições de frequência das séries mensais históricas e simuladas. O teste K-S aplicável a duas amostras independentes, é um dos métodos mais eficientes para fazer essas comparações, uma vez que ele compara as funções de distribuição acumuladas das duas amostras, com a finalidade de analisar se ambas são ou não provenientes da mesma população.

A Tabela 2 apresenta os resultados mensais do teste K-S aplicável a duas amostras, efetuado para as 4 replicações realizadas. Notou-se que apenas no mês de Fevereiro houve diferenças significativas nas replicações, mostrando que para este mês as distribuições de frequência dos dados simulados e dos dados históricos diferiram estatisticamente, e portanto devem ser utilizados com ressalva para representar o regime pluviométrico desse mês.

<u>Mês</u>	<u>R1</u>		<u>R2</u>		<u>R3</u>		<u>R4</u>	
	<u>Dcalc</u>	<u>Dcrit(5%)</u>	<u>Dcalc</u>	<u>Dcrit(5%)</u>	<u>Dcalc</u>	<u>Dcrit(5%)</u>	<u>Dcalc</u>	<u>Dcrit(5%)</u>
Janeiro	0,0351	0,1349	0,0461	0,1281	0,0465	0,1343	0,0848	0,1343
Fevereiro	0,1754	0,1358 **	0,1590	0,1401 *	0,1725	0,1466 *	0,1993	0,1332 **
Março	0,0647	0,1469	0,0418	0,1498	0,1040	0,1495	0,0979	0,1469
Abril	0,0868	0,1790	0,0447	0,1780	0,0879	0,1850	0,0345	0,1775
Mai	0,0941	0,1854	0,0764	0,1833	0,0707	0,1895	0,0585	0,1790
Junho	0,0597	0,1789	0,1042	0,1779	0,0366	0,1914	0,0865	0,1873
Julho	0,0390	0,2026	0,0367	0,2047	0,0879	0,1895	0,0734	0,1855
Agosto	0,0882	0,1973	0,0777	0,1973	0,0663	0,2156	0,0605	0,1963
Setembro	0,0978	0,1563	0,0910	0,1606	0,0845	0,1606	0,1115	0,1678
Outubro	0,0492	0,1552	0,0212	0,1516	0,0717	0,1566	0,0697	0,1495
Novembro	0,1707	0,1633 *	0,0424	0,1550	0,1547	0,1583	0,0574	0,1643
Dezembro	0,0527	0,1429	0,0348	0,1460	0,0738	0,1446	0,0719	0,1455

(*) Significativo a 5%

(**) Significativo a 1%

Tabela 2 – Teste K-S aplicado a duas amostras independentes, para os meses do ano, confrontando os dados históricos e simulados.

<u>Mes</u>	<u>R1</u>	<u>R2</u>	<u>R3</u>	<u>R4</u>	<u>MR</u>	<u>HI</u>
Janeiro	153,2	177,1	169,3	175,3	168,7	210,2
Fevereiro	165,8	152,6	141,9	217,0	169,3	147,9
Março	164,4	117,3	135,3	138,4	138,9	131,7
Abril	105,6	97,2	82,0	100,4	96,3	112,7
Mai	94,2	97,1	86,1	113,6	97,8	154,1
Junho	123,5	144,1	98,6	115,7	120,5	106,0
Julho	77,2	70,3	99,0	126,3	93,2	97,3
Agosto	64,3	76,1	60,7	77,4	69,6	79,2
Setembro	145,6	113,3	120,5	115,4	123,7	140,0
Outubro	132,4	156,4	155,6	158,5	150,7	144,2
Novembro	126,4	134,4	148,9	103,1	128,2	129,3
Dezembro	181,4	140,0	164,7	127,5	153,4	166,0
Total =>	1534,0	1475,9	1462,6	1568,6	1510,3	1618,6

Tabela 3 – Alturas médias mensais de precipitação pluviométrica para Ponta Grossa-PR, verificadas nas 4 replicações (R1 a R4) e dados históricos (HI).

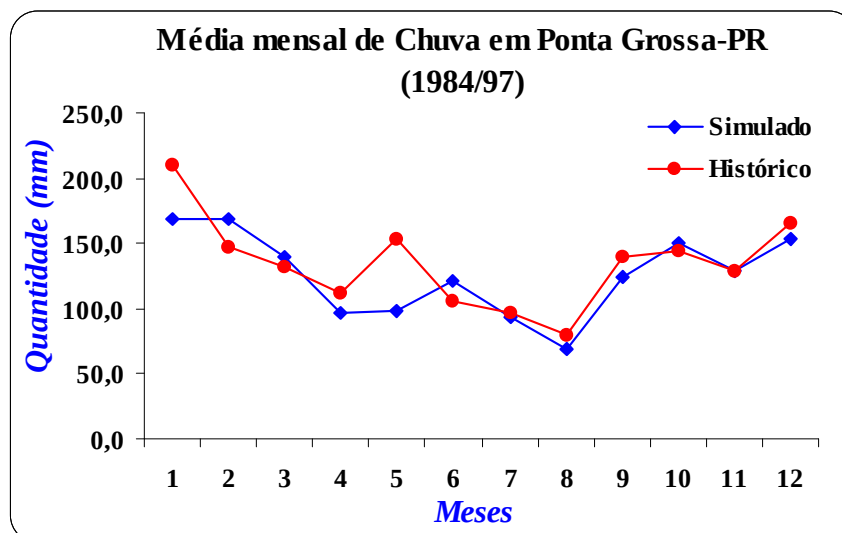


Figura 2 – Gráfico comparativo entre as alturas médias mensais de precipitação pluviométrica para os dados históricos e simulados.

A Tabela 3 e o gráfico da Figura 2, mostram o desempenho do simulador quanto aos valores médios mensais simulados em relação aos dados históricos. Observou-se que no mês de Janeiro e no mês de Maio houve discrepâncias bastante acentuadas. Isso é explicado devido a dois fatores importantes a destacar. O primeiro, como já foi comentado acima, é o fato de no período de 1984-97 ter ocorrido algum tipo de fenômeno climatológico e ou meteorológico. O segundo fator, é que verificando a série histórica completa de dados diários de chuva para Ponta Grossa-PR (1954-97), constatou-se que dos 7 dias com alturas de precipitação pluviométrica maiores do que 100 mm, 6 ocorreram entre 1992 e 1997 sendo que 3 deles ocorreram no mês de Maio e 1 no mês de Janeiro (o dia 21/01/1997), que por sinal foi o dia em que se registrou a maior altura de precipitação pluviométrica na localidade estudada, com uma altura de aproximadamente 120 mm. Portanto, estas diferenças verificadas são decorrentes de condições meteorológicas extremas e de difícil previsão.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que a presente pesquisa foi conduzida, com os materiais e métodos utilizados e em virtude dos resultados alcançados, analisados e interpretados, é estabelecida a seguinte conclusão :

_ O SIMPREC, gerou dados sintéticos estatisticamente concordantes com os dados históricos, de maneira que os mesmos podem representar o regime pluviométrico para a localidade de Ponta Grossa-PR. No entanto, é de se ressaltar que para o mês de Fevereiro algumas ressalvas devem ser levadas em consideração.

5. REFERÊNCIAS

- BRUHN, J.A., FRY, W.E., FICK, G.W. Simulation of daily weather data using theoretical probability distributions. *Journal of Applied Meteorology*, v.19, n.9, p.1029-36, 1980.
- CAMPOS, H. *Estatística experimental não- paramétrica*. Piracicaba: Editora da ESALQ, 1976. 332p.
- SEDIYAMA, G.C., CHANCELLOR, W.J., BURKHARDT, T.H., GOSS, J.R. Simulação de parâmetros climáticos para a época de crescimento das plantas. *Revista Ceres*, v.25, n.141, p.455-66, 1978.
- VIRGENS FILHO, J.S. *Modelo computacional para simulação de dados climáticos*. Botucatu, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.