

SIMULAÇÃO ESTOCÁSTICA DE CLIMA DIÁRIO¹WILLIAM TSE HORNG LIU² e BEVERLY WEN YUH LIU²

RESUMO - O modelo de simulação estocástica de clima diário desenvolvido por BRUHN *et al* (1980), foi aplicado para simular os dados diários de chuva, temperaturas máxima e mínima, evaporação e umidade relativa para Goiânia e Porto Nacional do Estado de Goiás.

O parâmetro chuva diária foi gerado independentemente pelos modelos da cadeia markoviana e probabilidade de distribuição de gama incompleta. Os outros parâmetros foram gerados, utilizando-se o modelo de probabilidade de distribuição normal trivariante com a determinada influência de chuva, com dados de 10 a 12 anos.

Os dados gerados pelo modelo são comparados com os dados normais publicados pelo INMET. Os resultados mostram que o modelo funciona bem para gerar dados de chuva, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa ao meio dia. Os dados de evaporação gerados são mais altos que os observados.

Esses resultados podem ser melhorados se se dispõe de dados de evapotranspiração diária, maior população e dados mais confiáveis.

Os modelos desenvolvidos podem ser utilizados como uma subrotina no processo de simulação de ecossistemas agrícolas.

STOCHASTIC SIMULATION OF DAILY WEATHER DATA

ABSTRACT - The stochastic simulation model of daily weather data developed by BRUHN *et al* 1980, was applied to generate the daily values of precipitation, maximum temperature, minimum

-
1. Contribuição do CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - Belo Horizonte - MG.
 2. Agrometeorologistas, PhD. - CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - Caixa Postal 2306 - Belo Horizonte (MG).

temperature, evaporation and relative humidity for Goiânia and Porto Nacional of the state of Goiás.

The parameter of daily rainfall was generated independently by the models of first order Markov Chain and incomplete gamma probability distribution. The rest of the parameter values were generated by using a trivariate normal probability distribution model depending on the occurrence of rainfall.

The values generated by the model with 10 to 12 years of data are compared with the normal data published by INMET.

The results show that the model works well for generating daily values of rainfall, maximum temperature, minimum temperature, and relative humidity except the values of evaporation which are higher than observed.

The values of evaporation generated can be improved by using greater population and more reliable data.

The model developed can be used as a subroutine in the process of agricultural ecosystem simulation

INTRODUÇÃO

Os dados climatológicos são frequentemente utilizados para estudar os efeitos da variação do clima nos ecossistemas agrícolas. Recentemente, empregando-se o computador, as inter-relações do meio ambiente e ecossistema agrícola podem ser estudadas por modelos de simulação. Geralmente, os dados diários dos parâmetros climáticos são requeridos como "input" aos modelos simulados. O desenvolvimento de modelos de simulação estocástica de clima diário é necessário para se saber quais são as probabilidades da ocorrência de eventos climatológicos catastróficos. Esse conhecimento permitirá um melhor planejamento agrícola, diminuindo os riscos de perda de produção.

Na região do cerrado, os maiores riscos de perda de produção agrícola, ocorrem nos meses de janeiro a fevereiro e por isso, este estudo foi conduzido para avaliar o funcionamento do modelo neste período.

MODELO

O modelo de simulação de Monte Carlo é frequentemente utilizado para simular os parâmetros climáticos (WISER, 1966; JONES *et al.*, 1972) e foi utilizado para gerar a representação estocástica do sistema. O modelo desenvolvido por BRUIN *et al.* 1980, foi utilizado para gerar valores diários de precipitação, temperaturas máxima e mínima, evaporação e umidade relativa ao meio dia. Para gerar valores diários climáticos pelo modelo de simulação, os parâmetros que representam os comportamentos estocásticos do sistema climático devem ser estimados por modelos estatísticos, tais como Cadeia Markoviana de primeira ordem e distribuição de probabilidade de chuva pelo gama incompleto. A quantidade e probabilidade de ocorrência de chuva é um fator primordial para gerar o resto dos valores climatológicos.

Baseado na probabilidade de ocorrência da chuva em determinado dia, dependendo se o dia anterior foi chuvoso ou seco, a Cadeia Markoviana de primeira ordem foi aplicada para estimar a probabilidade de ocorrência de chuvas diárias. A quantidade de chuva foi estimada pela distribuição gama incompleta, com "random number generator".

Os parâmetros de temperaturas máxima e mínima foram estimados baseados na distribuição normal trivariante e ocorrência da chuva no dia anterior. Os parâmetros de evaporação e umidade relativa foram estimados pela distribuição normal e ocorrência de chuva no dia anterior.

TESTE DO MODELO

Os dados diários de precipitação, temperaturas máxima e mínima, evaporação piché e umidade relativa ao meio dia, para um período de 10 a 12 anos, são utilizados para estimar os parâmetros que são utilizados como "inputs" ao modelo de simulação.

Duas regiões do Estado de Goiás, Porto Nacional com 12 anos de dados (1967-79, exceto 72) e Goiânia com 10 anos de dados (1961-70), foram utilizados para testar o modelo.

A Tabela 1 fornece uma amostragem dos valores diários

gerados pelo modelo, durante o mês de janeiro, em Goiânia.

Os dados gerados pelo modelo são comparados com os dados normais publicados pelo INMET (Tabela 2). É interessante observar que os dados utilizados para estimar os parâmetros por modelo não correspondem aos mesmos períodos dos dados normais do INMET (1931-60). Mas os resultados mostram que o modelo funciona bem para gerar valores diários de chuva, temperatura máxima e mínima e umidade relativa, exceto evaporação.

Os valores de evaporação gerados são mais altos que os dados normais do INMET. Estes valores podem ser melhorados com dados de evaporação diária com maior população e mais confiáveis.

Por outro lado, esses dados de evaporação normais parecem muito baixos (46 a 77 mm nos meses de janeiro e fevereiro, para Porto Nacional e Goiânia). Os valores de evaporação gerados são mais próximos aos valores estimados pelo método de HARGREAVES (1979), (135 - 144 mm e 133 - 147 mm nos meses de janeiro e fevereiro). Estes valores de evaporação diária gerados podem ser utilizados como input no modelo de balanço hídrico diário.

A Figura 1 mostra as frequências acumuladas de precipitação diárias de dados reais (Goiânia, 1961-65 e Porto Nacional, 1973-77) e simulados (5 anos) nos meses de janeiro e fevereiro.

As linhas das frequências acumuladas dos dados reais e gerados são bem próximos, o que indica a eficiência do funcionamento do modelo.

TABELA 1 - Os valores diários de precipitação (P), temperatura máxima (Tmax), Temperatura mínima (Tmin), evaporação piche (E) e umidade relativa ao meio dia (UR), gerados pelo modelo, em janeiro - Goiânia, GO.

Mês Dia	P mm	Tmax °C	Tmin °C	E mm	UR %
1	0	26,3	18,2	7,1	53,8
2	0	31,8	20,7	1,4	44,9
3	37,7	32,5	20,1	5,6	46,7
4	6,8	28,1	19,8	5,2	61,0
5	34,5	26,7	20,4	6,9	56,4
6	0,4	26,7	19,3	5,5	91,8
7	2,0	29,2	19,5	6,4	68,8
8	6,9	25,3	18,7	7,0	87,5
9	3,1	28,0	19,6	4,4	62,2
10	12,5	26,7	19,0	7,3	73,9
11	0	26,5	19,5	0,2	94,5
12	0	29,9	19,8	2,9	68,8
13	0	30,5	18,5	7,9	86,7
14	1,0	29,9	20,1	3,5	67,7
15	0	23,1	19,5	6,3	30,0
16	0	30,9	19,6	5,6	65,0
17	3,6	25,6	17,8	6,3	93,5
18	20,6	27,7	18,8	3,3	43,5
19	0,4	31,1	20,2	4,9	75,2
20	8,9	26,4	18,9	7,7	46,9
21	21,6	26,6	18,7	6,9	62,3
22	12,5	29,7	19,8	6,8	81,8
23	24,0	29,4	20,3	7,5	75,5
24	0	27,0	17,4	5,4	90,5
25	68,6	29,5	20,2	5,4	48,8
26	3,6	31,5	19,7	3,1	40,3
27	14,6	29,2	17,9	3,2	77,8
28	0,4	27,0	19,7	7,8	67,3
29	0,4	30,0	18,6	5,5	52,1
30	0	29,2	20,2	0,7	81,3
31	9,5	26,6	18,5	4,4	78,7

TABELA 2 - Os valores gerados de Temperatura máxima (Tmax), Temperatura mínima (Tmin), precipitação (P), evaporação pichê (E) e umidade relativa ao meio dia (UR) são comparados com os dados normais do INMET para Goiânia e Porto Nacional, Goiás.

	Goiânia, GO				Porto Nacional, GO			
	Janeiro		Fevereiro		Janeiro		Fevereiro	
	A	B	A	B	A	C	A	C
Tmax (°C)	28,6	28,6	29,2	28,8	31,1	31,4	31,2	30,7
Tmin (°C)	18,0	19,5	18,2	19,6	21,4	21,3	21,5	21,3
P (mm)	234,0	260,2	210,4	212,1	273,9	226,4	229,3	284,0
E (mm)	77,4	135,5	68,0	118,4	54,7	143,8	46,4	130,5
UR (%)	66,2	66,1	67,1	73,5	67,6	73,6	73,6	68,2

A - observado (1931-60)

B - gerado (1961-70)

C - gerado (1967-79)

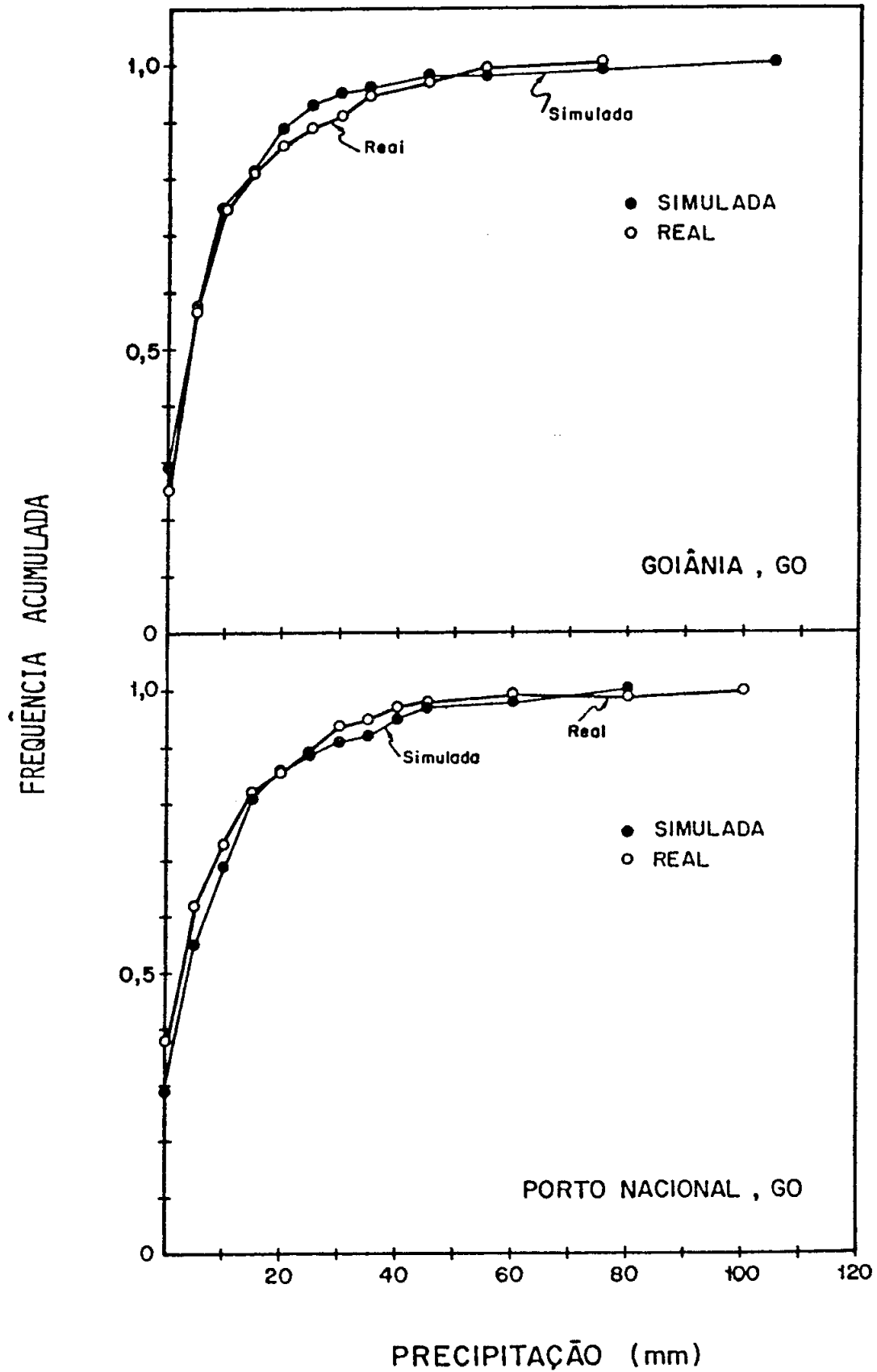


FIGURA 1. Frequências Acumuladas de precipitação dos dados reais, Goiânia (1961-65); Porto Nacional (1973 - 77) e simulados (5 anos) nos meses de janeiro e fevereiro.

CONCLUSÕES

O modelo desenvolvido pode ser utilizado como uma sub-rotina que oferece dados climatológicos diários para alimentar o modelo de sistema agrícola. Por exemplo, os valores diários de evaporação gerados podem ser utilizados para alimentar o modelo de balanço hídrico diário. Também o modelo pode oferecer dados climatológicos para modelos de manejo de doenças e pragas de culturas.

REFERÊNCIAS

- BRUHN, J.A.; FRY, W.E. & FICK, G.W. Simulation of daily weather data using theoretical probability distributions. J. Applied Meteor. 19:1029-3, 1980.
- HARGREAVES, G.H. Potential evapotranspiration and precipitation deficit for Brazil. 108p. 1979.
- INMET. Normas Climatológicas. V.1 a V.5. Rio de Janeiro, 1970
- JONES, J.W.; COLWICK, R.F. & THRENDGILL, E.D. A simulated environmental model of temperature, evaporation, rainfall and soil moisture. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 15:366-372, 1972
- WISER, E.H. Monte Carlo methods applied to precipitation frequency analyses. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 9:438-540, 1966.