

SIMPREC : SIMULADOR ESTOCÁSTICO DE DADOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Autores

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

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

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

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

Um sistema agrícola deve ter sua apresentação generalizada, de forma que todo maquinário esteja diretamente envolvido na modificação da planta. Assim sendo, torna-se necessário o desenvolvimento de modelos para selecionar máquinas e utensílios agrícolas ou para planejar operações baseadas na probabilidade das alterações ambientais do agroecossistema. Este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, para simulação de dados diários de precipitação pluviométrica. Foram elaboradas rotinas especiais em linguagem de programação orientada a objetos, para tratamento dos dados históricos, com o intuito de identificar um modelo probabilístico adequado às séries diárias de dados de

precipitação pluviométrica. Para avaliação do modelo de simulação computacional, utilizou-se dados de precipitação pluviométrica de 44 anos para a localidade de Ponta Grossa-PR. Os resultados mostraram que os dados gerados pelo simulador, são concordantes com os dados históricos, mostrando que esta ferramenta pode ser uma opção muito interessante no planejamento agrícola e nas avaliações de natureza hidrológica e ambiental.

Abstract

An agricultural system must have a generalized presentation in such way that all machinery is directly involved in plant modification. Consequently, it is necessary the development of models to select machinery and agricultural tools or to plan operations based on the probabilities of the environmental changes. The objective of this research was the development of a simulation software of daily precipitation data. Special routines were prepared using an object-oriented programming language, for the historical data treatment, to identify an appropriate probabilistic model applied to daily precipitation series. The evaluation of the simulation model was accomplished using 44 years of precipitation data for the place of Ponta Grossa, PR, Brazil. The results showed that the methodology used for the simulation produced daily precipitation data similar to the historical data, proving that it can be an useful tool for activities involving agricultural planning and evaluations of environmental and hidrological nature.

Palavras Chaves

simulação, dados climáticos, precipitação pluviométrica.

1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo a simulação tem sido bastante utilizada em algumas áreas da atividade humana, como na engenharia, economia e principalmente na área militar. Porém, nas últimas décadas, como observou Portugal (1983), ela foi apontada como uma opção interessante na área da pesquisa agrícola, à medida que a agricultura se tornou uma atividade estratégica para a humanidade.

Segundo Jones et al. (1972), um sistema de produção agrícola, cuja existência se deve à produção de alimentos e fibras para o homem, é um sistema que utiliza plantas selecionadas, um ambiente apropriado e máquinas adequadas para o controle do ambiente das plantas. De acordo com os autores, um sistema agrícola deve ter sua apresentação generalizada, de forma que todo o maquinário esteja diretamente envolvido na modificação da planta, modificação do solo e nas modificações químicas e físicas do microclima da planta. Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos para selecionar máquinas e utensílios agrícolas ou para planejar operações baseadas na probabilidade das alterações ambientais do agroecossistema.

O desenvolvimento de modelos para simulação de dados climáticos, baseados em séries históricas, é de grande importância para avaliações de sistemas agrônômicos, no que se refere às produções agrícolas e de sistemas hidrológicos, no que tange à racionalização de recursos hídricos destinados à irrigação. Além disso, muitos modelos agrônômicos e hidrológicos requerem entrada de dados climáticos diários e,

muitas vezes, longas séries de dados históricos e valores estimados são indispensáveis no desenvolvimento de tais modelos.

A precipitação pluviométrica é um elemento climático de fundamental importância na estimativa da necessidade de água para as culturas agrícolas, e consequentemente, no dimensionamento de sistemas de irrigação. Contudo, a ocorrência desse elemento climático numa dada região é caracterizada por uma grande variação, a qual, não é normalmente distribuída em torno da média, tornando sua predição uma informação de difícil obtenção. Assim sendo, este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, para simulação de dados diários de precipitação pluviométrica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido 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.

Os modelos probabilísticos para geração de dados diários sintéticos de precipitação pluviométrica estão descritos em Virgens Filho (1997).

Antes da simulação de alturas de precipitação pluviométrica maiores do que um “traço de chuva” (0,2 mm), foram realizados mensalmente testes de aderência através do método de Kolmogorov-Smirnov (K-S) aplicável a uma amostra, com o intuito de identificar a distribuição teórica de probabilidade adequada para cada mês. Os dados mensais foram agrupados em intervalos de classes segundo critérios apresentados em Costa Neto (1977) e posteriormente submetidos ao teste (K-S). As distribuições teóricas de probabilidade utilizadas para os testes foram as distribuições Normal, Gama de dois parâmetros e Exponencial Negativa. Estas distribuições de probabilidade foram escolhidas tomando-se por base estudos realizados por Barger & Thom (1949).

A metodologia utilizada neste estudo para simulação dos dados diários da variável climática em questão, partiu 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 será adicionado à série histórica da qual se descartará o ano mais remoto e os parâmetros da distribuição de probabilidade serão novamente estimados.

Sendo assim, se por exemplo o período base fosse de 1968 a 1997 (30 anos) e se desejasse simular o período de 2000 a 2002, teria-se o seguinte comportamento do sistema :

- Na simulação de 2000 o período base seria 1970-1999;
- Na simulação de 2001 o período base seria 1971-2000;
- Na simulação de 2002 o período base seria 1972-2001.

É interessante observar que pela metodologia convencionalmente utilizada, por mais que se desejasse simular períodos futuros, os anos simulados teriam como base o

mesmo período e consequentemente os mesmos parâmetros estimados da distribuição de probabilidade.

O software para simulação de dados diários de precipitação pluviométrica foi desenvolvido na linguagem de programação Borland C++ Builder, que é uma linguagem de alto nível orientada a objetos, adequada para gerenciamento de banco de dados. O software pode ser executado numa plataforma gráfica “Windows”, gerando arquivos em formato texto com os dados simulados, que poderão ser acessados posteriormente por outros aplicativos e planilhas eletrônicas.

Para a geração das variáveis aleatórias Gama, Normal e Exponencial Negativa, foram adaptados ao software os algoritmos descritos em Shannon (1975).

O processo de simulação de um valor diário de precipitação pluviométrica, resume-se basicamente na geração de um número aleatório uniformemente distribuído no intervalo 0-1, que confrontado com a probabilidade de ocorrência mensal de um dia chuvoso, determinará a geração (ou não) de uma variável aleatória com a distribuição de probabilidade teórica para o mês em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o ambiente principal do software, com uma imagem de satélite ao centro ilustrando a dinâmica da atmosfera, ocasionada pelas flutuações conjuntas das diversas variáveis climáticas. Os botões apresentados no ambiente principal são as opções disponíveis no sistema, em que o primeiro botão (da esquerda para a direita) executa a função de abrir um novo arquivo para que sejam armazenados os dados históricos.

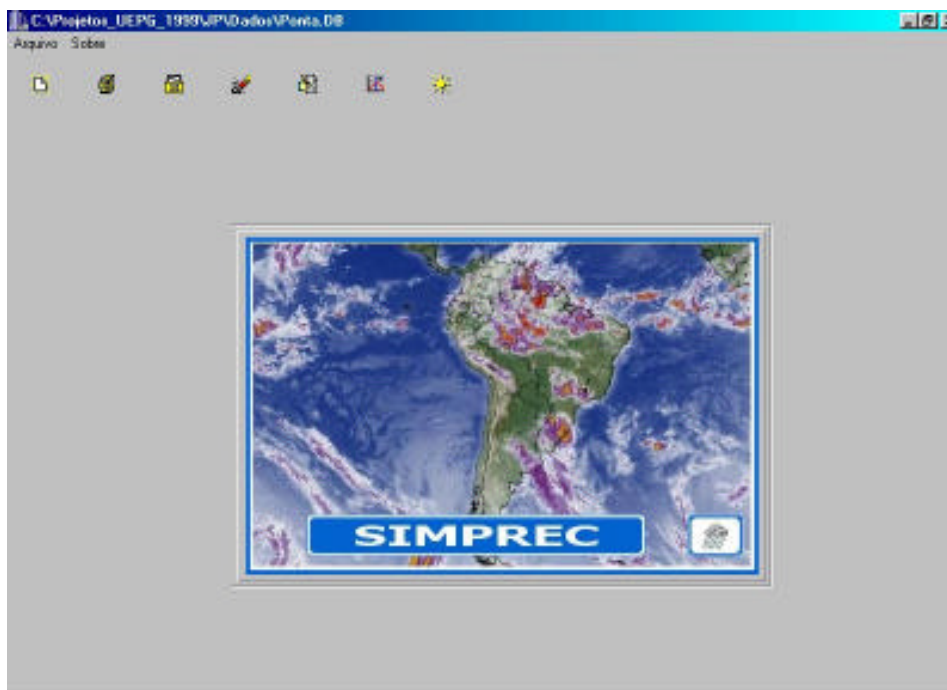


Figura 1 – Tela inicial apresentando as opções do sistema.

O segundo botão abre um arquivo de dados já existente no sistema. O terceiro botão tem a função de renomear um arquivo existente na pasta desejada. O quarto botão exclui um arquivo existente. O quinto botão apresenta as opções para manutenção do

banco de dados como incluir novos dados, excluir dados, alterar dados e importar dados para um arquivo aberto.

O sexto botão executa uma das principais funções do sistema que é a de identificação da distribuição de probabilidade que melhor se ajusta aos dados do mês em questão. Esta opção ativa o ambiente mostrado pela Figura 2 em que é realizada a análise descritiva dos dados, bem como o teste K-S aplicado a uma amostra, com o intuito de sugerir a distribuição de probabilidade teórica adequada para a simulação do mês.

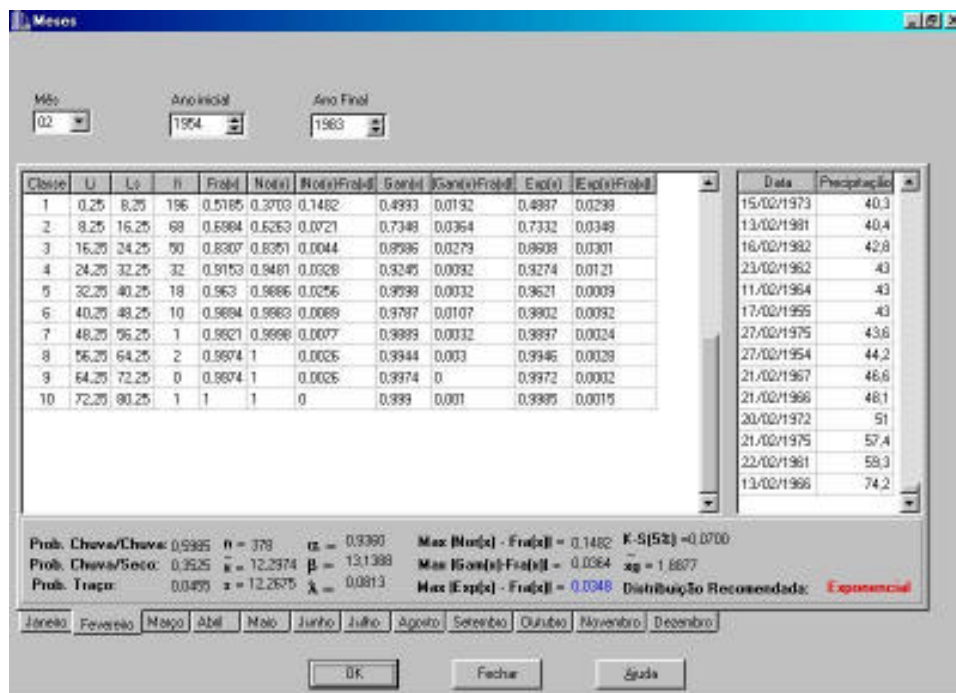


Figura 2 – Ambiente para identificação das distribuição de probabilidade teórica, adequada para simular os dados do mês ativo.

Observa-se através da referida Figura, que os ajustes são realizados mensalmente dentro do período indicado pelo “Ano inicial” e “Ano final”. As colunas da tabela apresentada resumem as seguintes informações :

Classe - Número de ordem das classes;

Li - Limites inferiores das classes;

Ls - Limites superiores das classes;

m - Ponto médio das classes;

Fi - Freqüência de cada classe;

Fra(x) - Freqüência relativa acumulada, onde “x” é o limite superior da classe;

Nor(x) - Distribuição cumulativa Normal, até o limite superior da classe;

Gam(x) - Distribuição cumulativa Gama, até o limite superior da classe;

Exp(x) - Distribuição cumulativa Exponencial, até o limite superior da classe;

|Fra(x)-F(x)| - Estas colunas correspondem as diferenças absolutas entre a distribuição cumulativa empírica , representadas aqui por Fra(x) e as distribuições cumulativas teóricas (Nor(x), Gam(x) e Exp(x)) que representam as F(x) do teste K-S;

Data e Precipitação – Estas colunas são o espelho dos dados ordenados no arquivo de dados.

Ainda na parte inferior da tabela são mostradas as seguintes informações adicionais:

Prob. Chuva/Chuva - Probabilidade mensal de ocorrência de dias chuvosos sendo o dia anterior também chuvoso;

Prob. Chuva/Seco - Probabilidade mensal de ocorrência de dias chuvosos sendo o dia anterior seco;

Prob. Traço - Probabilidade mensal de ocorrência de traços;

n - Tamanho da amostra;

$\bar{x}$ - Média aritmética da amostra;

s - Desvio-padrão da amostra;

α - Parâmetro de forma da Distribuição Gama;

β - Parâmetro de escala da Distribuição Gama;

λ - Parâmetro único da Distribuição Exponencial;

Max|Nor(x)-Fra(x)| - Maior desvio entre as distribuições Normal e Empírica;

Max|Gam(x)-Fra(x)| - Maior desvio entre as distribuições Gama e Empírica;

Max|Exp(x)-Fra(x)| - Maior desvio entre as distribuições Exponencial e Empírica;

K-S(5%) - Valor crítico do teste K-S aplicável a uma amostra ao nível de 5% de significância;

$\bar{x}_g$ - Média geométrica da amostra;

Distribuição Recomendada – Distribuição de Probabilidade que melhor se ajusta aos dados históricos.

O sétimo botão habilita a função que acessa o ambiente de simulação. Nesse estágio, conforme apresenta a Figura 3, o usuário entra com o “Ano inicial” e o “Ano Final” do conjunto de dados históricos a ser parametrizado e com a quantidade de anos a serem simulados. Após a entrada dessas informações aciona o botão “Simular” e a simulação é iniciada. Porém, se antes de executar a simulação o usuário desejar calcular os parâmetros para poder avaliar como os dados serão gerados, é interessante que se tecele no botão “Calcular Parâmetros”. Nesse processo, dependendo da necessidade do usuário, os parâmetros média aritmética, média geométrica, desvio-padrão, probabilidade de dias chuvosos com o anterior chuvoso, probabilidade de dias chuvosos com o anterior seco e probabilidade de traço, podem ser alterados bem como a distribuição recomendada. Ainda, conforme se observa na referida Figura existe a possibilidade de se realizar a simulação dos dados da forma convencional, ou seja, sem a retroalimentação de dados e consequentemente sem a parametrização contínua das séries de precipitação pluviométrica.

Para a simulação de séries de dados de 14 anos, utilizando um microcomputador com processador Pentium 233 MHz, o simulador demorou em média 00:02:20 Hs, o que significa que para simular um ano de dados gasta-se em torno de 10 segundos. Com máquinas com processadores mais rápidos o tempo será minimizado sensivelmente.

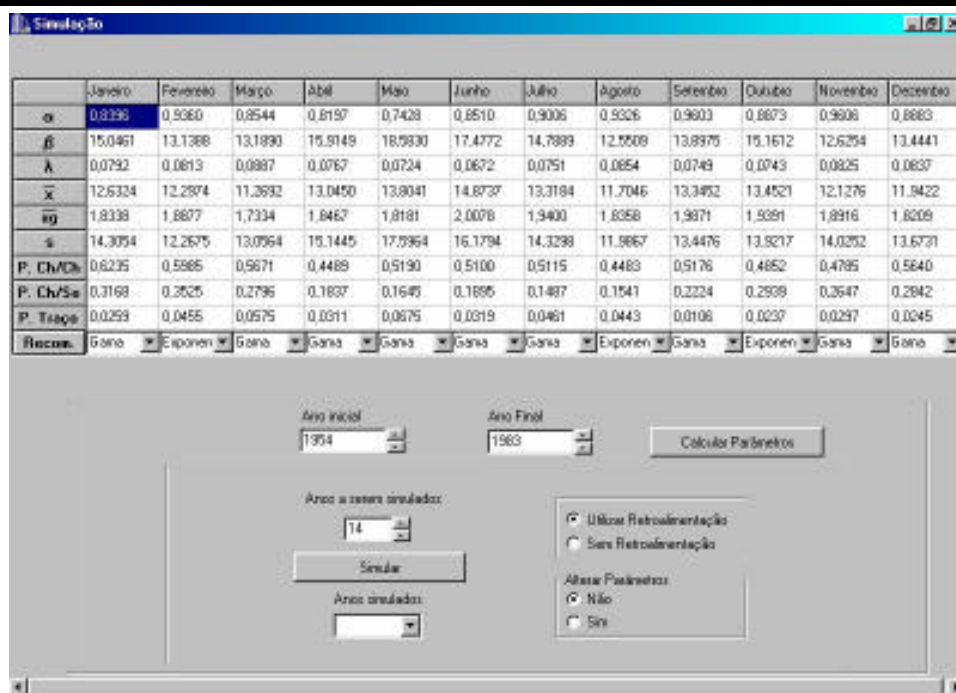


Figura 3 – Ambiente onde se executa o processo de simulação

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que a presente pesquisa foi conduzida, são estabelecidas as seguintes conclusões :

- _ A metodologia utilizada para a simulação de dados diários de precipitação pluviométrica, gerou dados sintéticos concordantes com os dados históricos, de maneira que os mesmos podem representar o regime pluviométrico para a localidade de Ponta Grossa-PR.
- _ O software de simulação desenvolvido para gerar dados diários sintéticos de precipitação pluviométrica, é uma ferramenta bastante útil em atividades de pesquisa, envolvendo o planejamento agrícola e avaliações de natureza hidrológica ou ambiental.

5. REFERÊNCIAS

- BARGER, R.L., THOM, H.C.S. Evaluation of drought hazard. *Agronomy Journal*, Madison, v.41, n.11, p.519-26, 1949.
- COSTA NETO, P.L. *Estatística*. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264p.
- JONES, J.W., COLWICK, R.F., THREADGILL, E. D. A simulated environmental model of temperature, evaporation, rainfall and soil moisture. *Transactions of the ASAE*, v.15, p.366-72, 1972.
- PORTUGAL, A.D. Simulação de sistemas agropecuários. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.18, n.4, p. 335-42, 1983.

-
- SHANNON, R.E. *Systems simulation : the art and science*. New Jersey: Prentice-Hall, 1975. 387p.
 - VIRGENS FILHO, J.S. *Modelo computacional para simulação de dados climáticos*. Botucatu, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.