

O regime de umidade de estações em anos individuais estudado e é observado que a fórmula climática de Thornthwaite (1948) de uma estação baseado em precipitação e temperatura média de um longo período pode não oferecer uma idéia precisa das condições de umidade. Por exemplo, de acordo com a fórmula climática Jacobina-BA tem um clima semi-árido, contudo a estação experimentou condições semi-áridas em unicamente 4 dos 27 anos estudados. Similarmente, Lençóis-BA experimentou condições árido sub-úmido em somente 8 dos 25 anos estudados, sendo o tipo climático normal da estação o árido sub-úmido.

E observado que estações pertencentes a categoria árido sub-úmido possui condições de umidade mais árido ou mais úmido do que o regime normal em aproximadamente metade do tempo. Estações pertencentes à classe úmido sub-úmido, semi-árido e árido, parece mais estável em seus regimes de umidade.

BIBLIOGRAFIA

- Thornthwaite, C. W. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. The Geogr. Rev. 38 (1), 1948. pp. 55-94.
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the water balance publications in Climatology. Drexel Institute of Technology Laboratory of Climatology. New Jersey. 10 (3). 1957. pp 185-311.

TABELA 1. Coeficientes de Assimetria e Curtose

local	ca	cc
Fortaleza-CE	0,87	0,27
Iguatu-CE	0,52	-0,42
Quixeramobim-CE	0,20	-0,35
Sao Goncalo-PB	0,93	0,31
Campina Grande-PB	1,19	2,16
Joao Pessoa-PB	0,64	1,45
Umbuzeiro-PB	1,67	5,05
Natal-RN	0,31	0,32
Teresina-PI	1,03	0,36
Anadia-Al	0,70	-0,19
Remanso-BA	0,75	0,31

MODELO ESTOCÁSTICO DE DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO EM ITAPORANGA, PB

27

ROBINSON LUIS TUON (DFM/ESALQ/USP - Piracicaba, SP)

MARGRIT HENRIETTE NITZSCHE (DCA/CCT/UFPB - Campina Grande, PB)

RESUMO

Desenvolvimento de um modelo estocástico que represente distribuição dos dados diários de precipitação em Itaporanga, F O modelo consiste de duas partes: descrever a probabilidade ocorrência diária de precipitação, baseado em cadeias de Markov

1a., 2a. e 3a. ordem e descrever a distribuição da quantidade diária de precipitação em dias chuvosos, utilizando a distribuição gama. Em ambos os casos a variabilidade anual em cada dia é modelada por séries de Fourier, e as análises de variâncias, foram baseadas em técnicas de modelos lineares generalizados.

INTRODUCAO

Dados de precipitação são coletados diariamente em todas as partes do mundo como trabalho de rotina. É imprescindível que modelos estocásticos que representem estes dados sejam ajustados para se fazer o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente na agricultura. No nordeste brasileiro, o problema da seca é gerado principalmente pela má distribuição das chuvas. Dessa forma, modelos matemáticos que representem estas distribuições, são de grande importância. O valor da precipitação em um determinado local depende de vários fatores decorrentes das transformações atmosféricas. Além disso, a quantidade de chuva em um determinado dia está intimamente relacionada com os dias passados, isto é, aos estados (seco ou chuvoso) dos dias anteriores, sugerindo a utilização de cadeias de Markov. Por outro lado, tendo em vista que as probabilidades de ocorrência de chuva têm distribuição binomial, e que as quantidades de precipitação têm distribuição gama, deve-se realizar as análises de variâncias para os ajustes das curvas do modelo, utilizando-se das técnicas de modelos lineares generalizados.

METODOLOGIA

Os dados de precipitação utilizados neste trabalho foram cedidos pela Universidade Federal da Paraíba em Campina Grande-PB. A coleta dos dados foi realizada na estação meteorológica de ITAPORANGA-PB, localizada a $7^{\circ} 18'$ de lat. e 38° de long. sul e 230 m de altitude. O período observado foi de 1911 a 1978.

Na primeira parte do modelo, foi extraída para cada dia do ano, a quantidade de chuva observada para 68 anos de dados. Contou-se o número $n(t)$ de ocorrência dos anos em que houve precipitação maior ou igual a 0,1 mm para cada dia, e foi obtida uma média, dada por:

$$u(t) = \frac{\sum_{i=1}^{n(t)} x_i(t)}{n(t)}$$

onde $x_i(t)$ é a quantidade de precipitação do dia t no ano i . Obtendo-se uma série temporal da distribuição da quantidade média diária de chuvas através dos dias.

Utilizando-se análise harmônica, foi ajustada uma série de Fourier aos valores de $\ln(u(t))$. Ou seja,

$$\ln(u(t)) = a_0 + \sum_{j=1}^h [a_j \cos(j \cdot t') + b_j \sin(j \cdot t')]$$

onde,

$t' = 2 \cdot \pi \cdot t / n$; j 's são os harmônicos; a_j, b_j são os coeficientes de Fourier; n é o número de dias e h é o número de harmônicos utilizados.

As estimativas de $u(t)$ denotadas por $G(t)$, foram dadas por:

$$G(t) = \text{EXP}(\hat{\beta}(t))$$

onde $\hat{\beta}$ é a função dada por:

$$\hat{\beta}(t) = a_0 + \sum_{i=1}^h (\hat{a}_i \cos(it') + \hat{b}_i \sin(it'))$$

Para dados normais, são construídas tabelas de análise de variância para testar os modelos. Neste caso, a distribuição geralmente utilizada é a distribuição gama. Assim, todos os testes de variância nesta pesquisa foram realizados através de técnicas de modelos lineares generalizados, utilizando-se análise de deviancia.

Construiu-se portanto, tabelas de deviancias para testar os coeficientes de Fourier estimados. Os valores das deviancias foram dados por:

$$Dp = 2 \cdot \sum_{t=1}^n [\{ (u(t)-G(t))/G(t) \} - \ln \{ u(t) / G(t) \}]$$

Na equação da distribuição gama, geralmente utilizada para modelar a quantidade de chuva nos dias chuvosos, é assumido por simplicidade, que somente u varia, enquanto k permanece constante durante todo o ano, sua equação é dada por:

$$F(x) = \frac{(k/u)^k \cdot x^{k-1} \cdot \text{EXP}(-kx/u)}{\Gamma(k)}$$

onde, u é a média; $1/k$ é o quadrado do coeficiente de variação; e Γ a função gama completa.

O valor de k estimado para completar o modelo foi dado por:

$$\hat{K} = (n/(2 Dp)) \cdot [1 + (1 + 2/3 \cdot Dp/n)^{1/2}]$$

Dependência entre os dias chuvosos

A dependência entre um dia chuvoso e os dias anteriores foi estudada através de processos de Markov de 1a., 2a. e 3a. ordem.

Definiu-se que um dia t está no estado chuvoso, se o valor da precipitação neste dia é maior ou igual a 0,1 mm; caso contrário, o dia é seco, e calculou-se as probabilidades de transição das cadeias de Markov de 1a., 2a. e 3a. ordem (P_{ijk} , $i,j,k=0$ ou 1 conforme o dia foi chuvoso (1) ou seco (0)).

Para a cadeia de Markov de 1a. ordem, ajustou-se um modelo utilizando série de Fourier, como realizado para as médias.

Iniciou-se o procedimento chamando de G_i a seguinte função,

$$G_i(t) = \ln[(P_i(t)+0,5)/(1-P_i(t)+0,5)]$$

e ajustou-se o modelo para G_i dado por:

$$G_i(t) = a_0 + \sum_{j=1}^h [a_j \cdot \text{sen}(j \cdot t') + b_j \cdot \text{cos}(j \cdot t')]$$

onde $t = 2 \cdot \pi \cdot t/n$; $i=0,1$ e h é o número de harmônicos utilizados.

O mesmo método foi realizado para as cadeias de Markov de 2a. e 3a. ordens.

Os valores das deviancias para os parâmetros estimados no ajuste das probabilidades de transição foram dadas por:

$$Dp = 2 \cdot \sum_{t=1}^n [p(t) \cdot \ln[p(t)/\hat{p}(t)] + (1-p(t)) \ln[(1-p(t))/(1-\hat{p}(t))]]$$

CONCLUSOES

Os modelos ajustados às probabilidades de transição das cadeias de Markov de 1a., 2a. e 3a. ordem e às quantidades médias de precipitação diária, juntamente com o parâmetro k da distribuição gama, representam de modo compacto o comportamento das precipitações em qualquer dia do ano em Itaporanga, PB. A verificação dos quadros da análise da deviança mostram que o ajuste pela série de Fourier, necessitou apenas quatro harmônicos para a maioria das curvas analisadas.

Pelos resultados analisados verificou-se que a dependência entre o estado de um dia ser chuvoso ou seco em relação aos dias anteriores, é de pelo menos 3 dias. Sendo assim, é necessário considerar no mínimo, uma cadeia de Markov de 3a. ordem.

O modelo descrito certamente terá grande importância na pesquisa e no planejamento agrícola, pois permite obter distribuições de probabilidades para a maioria das características de precipitação dia a dia. Resta agora ao pesquisador da área de agricultura identificar e definir, cuidadosa e precisamente, quais os aspectos importantes da precipitação envolvidos em sua investigação, para a utilização do modelo.

Probabilidade de Dias Secos em Quixeramobim - CE.

28

Francinete Francis Lacerda
José Antonio Tomás da Silva
Bernardo Barbosa da Silva
Kamada Karuna Kumar

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências Atmosféricas
58.100 Campina Grande - PB

R E S U M O A M P L I A D O

Estudos climatológicos tomando como base o conceito de balanço hídrico pode fornecer valiosa informação acerca do potencial agrícola de uma determinada região. No presente estudo é proposto avaliar a probabilidade de ocorrência de dias secos para Quixeramobim/CE, durante a estação de cultivo.

Estas informações formam um conjunto básico para o planejamento de irrigação tendo em vista a prática agrícola.

A água disponível (AD), representa a diferença entre; o conteúdo de umidade atual na camada do solo onde encontram-se as raízes e o conteúdo de umidade que corresponde ao ponto de murcha permanente (PMP).

A água disponível será máxima quando o conteúdo de umidade for igual a capacidade de campo (CC).

Valores diários de AD para um período de 24 anos em Quixeramobim, são obtidos a partir de um modelo simples de balanço hídrico, utilizando dados diários de precipitação e valores mensais médios de temperatura. O método proposto por Thornthwaite (1948), é usado para estimar dados de evapotranspiração potencial (EP) mediante dados de temperatura. A AD para o primeiro dia do período estudado é considerada igual ao valor de água disponível máxima (ADM). A AD no segundo dia é obtida por subtração da perda por evapotranspiração e adicionando a precipitação que houve naquele dia. Este procedimento é repetido para todos os dias do período com duas limitações: