

ANÁLISE DA ADERÊNCIA DE DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE AOS DADOS DE TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DO AR EM IGUATU-CE¹

EFRAIM MARTINS ARAÚJO², ELIAKIM MARTINS ARAÚJO^{3*}, JOAQUIM BRANCO DE OLIVEIRA², MAIRTON GOMES SILVA² PAULA CARNEIRO VIANA², ALINE DA SILVA ALVES²

RESUMO - Este estudo objetivou ajustar distribuições de probabilidade a uma série de dados de temperatura diária do ar máxima e mínima de Iguatu em diferentes períodos de tempo, a fim de observar qual das distribuições em estudo tem melhor desempenho e tenha sua utilização recomendada na estimativa da probabilidade de ocorrência dos valores estimados de temperatura do ar máxima e mínima. Para o ajuste dos dados a distribuição de frequência foram utilizadas seis distribuições de probabilidade, sendo elas: Beta, Gama, Gumbel I, Log-Normal, Normal e Weibull. Através dos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov a 20% de significância e Qui-quadrado a 5%, observou-se que as distribuições Normal e Log-normal demonstraram melhor ajuste aos dados para todas as escalas analisadas, sendo aconselhado o uso da função normal pela facilidade na estimativa de seus parâmetros e das probabilidades.

Palavras-chave: Distribuições de probabilidade. Testes de aderência. Temperatura do ar.

ANALYSIS OF THE FREQUENCY DISTRIBUTION OF MAXIMUM AND MINIMUM AIR TEMPERATURE IN IGUATU CITY, BRAZIL

ABSTRACT - This study was aimed to adjust probability distributions to a data series of maximum and minimum daily air temperature of Iguatu city in different periods of time, for the purpose of observe that the distributions under study has a better performance and has recommended its use to estimate the probability of occurrence of the estimated values of maximum and minimum air temperature. For the adjustment the data in distribution of frequency were used six probability distributions: Beta, Gamma, I Gumbel, Log-Normal, Normal, and Weibull. Through the adherence tests of Kolmogorov-Smirnov at 20% of significance and Chi-square at 5%, the distributions Normal Log-normal and have a better fit to the data for all scales analyzed, recommended the use of normal function by ease the estimation of its parameters and probabilities.

Keywords: Probability distributions. Adherence tests. Air temperature.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 26/02/2010; aceito em: 06/08/2010

²Laboratório de Geoprocessamento, IFCE - Campus Iguatu, 63500-000, Iguatu - CE; efraimirrigacao@gmail.com; joaquimbrancodeoliveira@gmail.com; mairtong@hotmail.com; paulinhatmgm@hotmail.com; tidaline@gmail.com

³Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Campus do Pici, 60356-000, Fortaleza - CE; eliakim.araujo@bol.com.br

INTRODUÇÃO

O rendimento final das culturas está diretamente ligado a variabilidade dos elementos meteorológicos durante o ciclo das mesmas. O clima altera as distintas interações comportamentais em um ecossistema e, do ponto de vista da vegetação, a temperatura do ar, a precipitação e a radiação solar são os elementos que mais atuam sobre a produtividade.

Massignam et al. (2005) afirmam que a temperatura é um dos fatores ambientais mais importantes no crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas e que todos os processos biológicos respondem à temperatura, porém, existem poucos estudos que tratam do efeito das temperaturas máxima do ar no rendimento das culturas.

Cargnelutti Filho et al. (2004) enfatizam os benefícios no planejamento de atividades que minimizem riscos climáticos obtidos através de estudos do ajuste de funções de distribuição de frequência ou estimativas de probabilidade usando modelos probabilísticos em relação a variáveis climáticas como temperatura do ar.

Para Catalunha et al. (2002), o uso de funções densidade de probabilidade está diretamente ligado à natureza dos dados a que elas se relacionam. Algumas têm boa capacidade de estimação para pequeno número de dados, outras requerem grande série de observações. Desde que respeitado o aspecto da representatividade dos dados, as estimativas dos seus parâmetros para uma determinada região podem ser estabelecidas como de uso geral, sem prejuízo da precisão na estimação da probabilidade.

Os estudos envolvendo temperatura do ar, principalmente no que diz respeito utilização de séries históricas (LIMA et al., 2010), são dificultados em sua maioria pela reduzida disponibilidade de dados (DOURADO NETO et al., 2005) e segundo Araújo et al. (2007), freqüentemente dispõe-se apenas de valores de temperatura para estudos envolvendo dados climáticos, como no caso de trabalhos envolvendo estimativa de evapotranspiração.

Lima e Ribeiro (1998), utilizaram equações lineares para estimar as temperaturas do ar mínimas, médias e máximas mensais para o Estado do Piauí, em função da latitude, longitude e altitude local e obtiveram coeficientes de determinação ajustados que variaram de 0,29 a 0,84.

Dourado Neto et al. (2005), simularam valores médios de temperatura, em escala diária, para a região de Piracicaba-SP. Os valores médios de temperatura foram ajustados à distribuição densidade de probabilidade normal, com posterior aplicação do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov a 1% de probabilidade.

Silva et al. (2005), usando a distribuição t , construíram tabelas de probabilidade de ocorrência da temperatura máxima em escala pentadal na cidade de Pelotas-RS, que servem de subsídios para o planejamento agrícola da região.

Arruda et al. (1981) citado por Camargo (1993) trabalhando com dados de temperaturas mínimas absolutas referentes a uma série de 50 anos para a região de Campinas testaram para os meses de junho e julho os modelos de distribuição de valores extremos e distribuição normal, e concluíram serem ambos recomendados no estabelecimento das probabilidades para aqueles meses do ano.

O objetivo desse estudo foi testar o ajuste de seis diferentes distribuições de probabilidade nas escalas decenal, quinzenal e mensal da temperatura máxima e mínima da cidade de Iguatu, CE.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura do ar máxima e mínima, utilizados para o ajuste das funções distribuição de probabilidade, foram obtidos junto ao 3º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Iguatu (latitude: 6°22' S, longitude 39°18' W e altitude: 217,67 m) do período de 1961 a 2005, totalizando uma série de 45 anos.

A cidade de Iguatu acha-se situada no semi-árido do nordeste brasileiro, compreendendo, segundo a classificação de Köppen, o tipo de clima: BSw'h', representando um clima muito quente, semi-árido, com estação chuvosa atrasada (SUDENE, 1973).

A homogeneidade dos dados foi testada segundo a metodologia proposta por Thom (1966), sendo constatado que a série é homogênea. Em toda a série não foram encontradas falhas, fato esse que não exigiu nenhum tipo de tratamento especial dos dados.

Os dados foram agrupados em classes conforme os procedimentos adotados por Doane (1976). Após a ordenação dos dados e da obtenção da frequência observada, procedeu-se a estimativa da frequência esperada, por meio das funções estudadas.

Foram utilizadas as funções densidades de probabilidade Beta, Gama, Gumbel I, Log-Normal, Normal e Weibull nas escalas decenal, quinzenal e mensal. Para verificar o ajuste dos dados em estudo às distribuições de probabilidades, foram aplicados os testes de Qui-quadrado (χ^2) a 5% e Kolmogorov-Smirnov (KS), a 20% de significância, que segundo Assis et al. (1996) são amplamente utilizados, sendo normalmente o primeiro mais eficaz que o segundo.

A distribuição Beta tem a seguinte função densidade de probabilidade (ASSIS et al., 1996):

$$F(x) = \frac{x^{(\alpha-1)(1-x)^{\beta-1}}}{\beta^{(\alpha,\beta)}} \quad \text{Eq. 01}$$

Sendo:
 $0 < X < 1$ e $\alpha, \beta > 0$.

A função densidade de probabilidade da distribuição Gama é definida como (BOTELHO; MORAIS, 1999; JUNQUEIRA JÚNIOR et al., 2007):

$$F(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad ; \text{ para } 0 < x < \infty \quad \text{Eq. 02}$$

Sendo F(x) a probabilidade de ocorrência de um evento menor ou igual a x, pode-se escrever que a função de distribuição acumulada de probabilidade é representada pela função Gama incompleta, segundo Thom (1958) citado por Catalunha et al. (2002):

$$F(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x u^{\alpha-1} e^{-\frac{u}{\beta}} du \quad \text{Eq. 03}$$

Em que:
 F(x) probabilidade de ocorrer um valor menor ou igual a x;
 x variável aleatória contínua;
 $\Gamma(\alpha)$ função Gama do parâmetro alfa;
 α parâmetro de forma da variável aleatória x;
 β parâmetro de escala da variável aleatória x;
 e base do logaritmo neperiano (2,718281828...);
 u variável aparente utilizada para integração.

Segundo Assis et al. (1996) uma das formas de apresentar a função densidade de probabilidade da distribuição Gumbel I é:

$$F(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)} - e^{-e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)}} \quad \text{Eq. 04}$$

Sendo:
 α parâmetro de posição;
 β parâmetro de escala.

Sua função de distribuição acumulada é dada pela equação:

$$F(x) = e^{-e^{\pm\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)}} \quad \text{Eq. 05}$$

Sendo:
 \pm referente aos valores extremos máximos (sinal negativo) e mínimos (sinal positivo).

Conforme Ribeiro et al. (2007), a função densidade da distribuição Log-Normal a dois parâmetros e a três parâmetros são representadas pela seguinte equação:

$$F(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\ln(x-a)-\mu]^2}{2\sigma^2}}$$

Eq. 06

Em que:

F(x) função densidade de probabilidade da variável;
 e base do logaritmo neperiano;
 x valor da variável aleatória;
 μ média dos logaritmos da variável x;
 σ desvio-padrão dos logaritmos da variável x; e
 a limite inferior da amostra.

A distribuição Normal tem sua função densidade de probabilidade da seguinte forma (CATALUNHA et al., 2002):

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad ; \quad \text{p a r a} \quad -\infty < x < +\infty \quad \text{Eq. 07}$$

Onde:

μ média;
 σ desvio-padrão da variável aleatória.

A distribuição Weibull tem sua função de densidade de probabilidade mais comumente apresentada da seguinte forma (CATALUNHA et al., 2002):

$$F(x) = \frac{\gamma}{\beta} \left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)^{\gamma-1} \exp\left[-\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)^\gamma\right] \quad ; \text{ para } x \geq \alpha \quad \text{Eq. 08}$$

Em que:

F(x) 0 para outros intervalos,
 X variável aleatória,
 $\alpha \geq 0, \beta > 0, \gamma > 0$ parâmetros da distribuição.

No teste de Qui-quadrado (χ^2) a hipótese de nulidade admite que a distribuição seja a especificada, com os seus parâmetros estimados com base nos dados amostrais. A hipótese é testada fazendo-se a comparação entre as frequências observadas e as frequências teóricas, em cada classe de frequência da amostra, com a variável aleatória do χ^2 , dada por Campos (1979):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left(\frac{(Fo_i - Fe_i)^2}{Fe_i} \right) \quad \text{Eq. 09}$$

k número de classes;

F_{o_i}

frequência observada;

F_{e_i}

frequência esperada, de acordo com a distribuição que está sendo testada.

Os valores críticos do χ^2 para alguns níveis de significância são descritos por tabelas próprias.

No teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), mostrado por Assis (1996), pode-se considerar $F(x)$ a proporção dos valores esperados menores ou iguais a x e $S(x)$ a proporção dos valores observados menores ou iguais a x , em que D_{obs} é módulo do desvio máximo observado:

$$D_{obs} = \text{Máx } |F(x) - S(x)| \quad \text{Eq. 10}$$

Para isto compara-se D_{obs} com D_{tab} (D_{tab} é o desvio máximo tabelado), se D_{obs} for menor, existe concordância entre as frequências observadas e esperadas, a amostra provém de uma população que segue a distribuição de probabilidade sob teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de distribuição de frequência foi possível utilizar as seis funções distribuição de probabilidade para a estimativa de ajuste dos dados de temperatura do ar máxima e mínima, para todas as escalas em estudo. Entende-se por ajuste, a aproximação entre as frequências observadas e esperadas por cada função, ajustes esses que são dados pelos testes de aderência.

A fim de avaliar melhor os dados estudados os resultados obtidos foram analisados separadamente em temperaturas do ar máximas e mínimas e por escalas, analisando-se quais distribuições obtiveram os melhores desempenho por teste para cada escala.

Na análise da temperatura do ar máxima (Tabela 1), observa-se que para as distribuições de melhor desempenho foram a Beta, Log-Normal e Normal para as escalas decendial, quinzenal e mensal.

Tabela 1. Desempenho de diferentes distribuições de probabilidade aos dados de temperatura do ar máxima da cidade de Iguatu em diferentes escalas, segundo os testes de Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov (KS).

Testes de Aderência	Melhor distribuição de probabilidade por escala		
	Decendial	Quinzenal	Mensal
χ^2	Beta	Log-normal	Normal
KS	Beta	Log-normal	Normal

Na Figura 1 é possível observar os ajustes das três distribuições que obtiveram os melhores desempenhos, cada uma em sua escala. Observa-se que, cada escala obteve uma distribuição diferente para representá-la pelo fato de que cada distribuição tem uma curva característica e para que os dados possam ser corretamente representados é necessário que eles se encaixem na curva característica de cada distribuição.

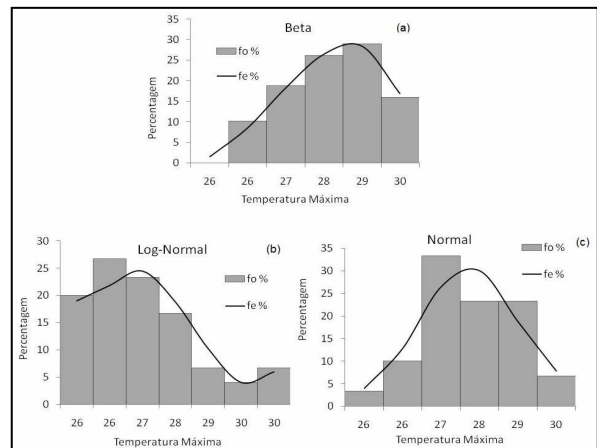


Figura 1. Distribuição de frequência observada (f_o %) e estimada (f_e %) para a temperatura do ar máxima na cidade de Iguatu nas escalas decendial (Figura 1.a - distribuição Beta para o mês de janeiro), quinzenal (Figura 1.b - distribuição Log-Normal para o mês de fevereiro) e mensal (Figura 1.c - distribuição Normal para o mês de junho).

A Figura 2 traz a aproximação das distribuições Log-Normal e Normal aos dados de temperatura do ar mínima na escala mensal, especificamente no mês de novembro, mostrando também o desempenho considerado idêntico das distribuições, relatado pelos testes de aderência.

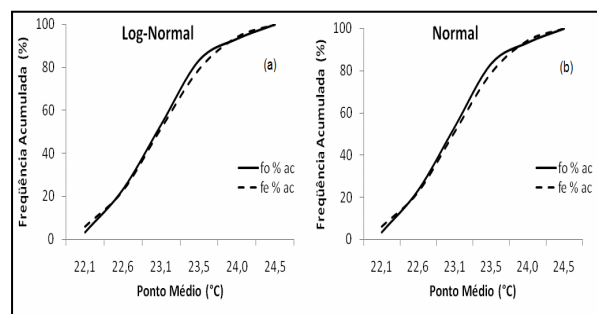


Figura 2. Distribuição de frequência observada acumulada (f_o % ac) e estimada acumulada (f_e % ac) da temperatura do ar mínima na cidade de Iguatu no mês de novembro da escala mensal para as distribuições Log-Normal (Figura 2.a) e Normal (Figura 2.b).

Os resultados para a temperatura do ar mínima (Tabela 2) mostram que as funções Log-normal e Normal apresentaram os melhores resultados, ressaltando-se que elas obtiveram comportamento idêntico para todos os meses, ajustando-se segundo ambos os testes, exceto nos meses de fevereiro e julho que

Tabela 2. Desempenho de diferentes distribuições de probabilidade aos dados de temperatura do ar mínima da cidade de Iguatu em diferentes escalas, segundo os testes de Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov (KS).

Testes de Aderência	Melhor distribuição de probabilidade por escala		
	Decencial	Quinzenal	Mensal
χ^2	Log-normal/Normal	Log-normal/Normal	Log-normal/Normal
KS	Log-normal/Normal	Log-normal/Normal	Log-normal/Normal

obtiveram aderência apenas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

A distribuição Beta, utilizada por Marques Júnior et al. (1995) para estimar os valores médios mensais de velocidade de vento na região de Botucatu-SP, obtendo bons resultados, obteve um desempenho considerado muito bom para o ajuste dos dados de temperatura máxima da cidade de Iguatu em várias escalas, sendo considerada a melhor distribuição para a escala decencial.

Para a distribuição Gama observou-se um predomínio de ajustes para os meses menos quentes (janeiro a julho) na maioria das escalas. Resultados semelhantes encontraram Longo et al. (2006) que constataram que a distribuição Gama se ajusta melhor às condições pluviométricas mínimas do Estado do Paraná, ou seja, essa distribuição tem melhor ajuste aos períodos com os menores valores da série.

A distribuição Gumbel obteve bons resultados nas três escalas estudadas (decencial, quinzenal e mensal), resultados semelhantes encontraram Astolpho et al. (2004) que obtiveram bons ajuste entre as frequências estimadas e observadas de ocorrência de temperaturas do ar mínimas absolutas abaixo de qualquer nível térmico para períodos mensais e anuais na região de Campinas-SP. Essa distribuição não se mostrou a mais adequada para ser utilizada em nenhuma das escalas, sendo assim considerada uma distribuição intermediária e não sendo recomendada para estimação de tabelas de probabilidade de ocorrência em nenhuma das três escalas analisadas (decencial, quinzenal e mensal).

Longo et al. (2006) verificaram baixa qualidade de ajuste da distribuição Log-Normal a dados pluviométricos do Paraná, principalmente nos períodos que apresentam baixos valores de precipitação, sendo ajustáveis somente nos períodos de precipitação pluviométrica elevada. Já neste estudo, essa distribuição obteve bom desempenho em todas as escalas e períodos de tempo.

A distribuição Normal apresentou bons resultados em todas as escalas e nas escalas em que ela não foi considerada a melhor distribuição, obteve desempenho satisfatório. Resultados semelhantes encontraram Astolpho et al. (2005) que geraram um modelo de distribuição de probabilidade Normal para a estimativa de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas para 28 localidades do estado de São Paulo resultando em probabilidades bem distintas em localidades que se encontram praticamente na mesma latitude e longitude, como Ubatuba e Campos

do Jordão, porém em altitudes diferentes, 8 e 1.593 m respectivamente.

A distribuição Weibull também obteve resultados intermediários e, assim como a distribuição Gama, obteve os piores resultados para os meses mais quentes (agosto a dezembro). Lyra et al. (2006) utilizando a distribuição Weibull na avaliação da distribuição de probabilidade que melhor se ajusta à precipitação de regiões no Estado de Táchira, Venezuela, também não obtiveram resultados satisfatórios para essa distribuição não observando ajustes nos meses de outubro a dezembro e em abril e junho.

O ajuste das distribuições para análise dos dados segundo o teste χ^2 demonstra a rigorosidade desse teste, já que poucos foram os ajustamentos aos dados nas menores escalas. De acordo com Ferreira (2005), esse teste é sensível à presença de classes com pequenos valores das frequências esperadas. A solução alternativa para solucionar o problema que esse teste tem de trabalhar com classes com pequenos valores é agrupar classes adjacentes cujas frequências, de ambas ou de uma delas apenas, sejam inferiores a esses limites.

Já o teste KS não apresenta o mesmo nível de restrição do teste χ^2 , por isso já apresenta um maior número de ajustes, podendo assim ser usado tanto para dados agrupados quanto para dados individuais e, se os dados forem agrupados, não há limitação quanto ao número nem ao valor das classes, além disso, esse teste é baseado no módulo da maior diferença entre a probabilidade observada e a estimada, não ocorrendo o aspecto cumulativo dos erros.

CONCLUSÕES

As funções Log-normal e Normal possuem desempenho semelhante em ambos os testes de aderência e o seu uso é recomendado para representar a temperatura do ar máxima e mínima na região de Iguatu-CE nas escalas decencial, quinzenal e mensal;

Recomenda-se o uso da distribuição de frequência pelo método Normal, pela facilidade na estimativa de seus parâmetros e das probabilidades.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. F.; COSTA, S. A. A.; SANTOS, A. E.

Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (Eto) para Boa Vista, Roraima. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 84-88, 2007.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**. Pelotas-RS: Universitária, 1996. 161p.

ASTOLPHO, F.; CAMARGO, M. B. P.; BARDIN, L. Probabilidades mensais e anuais de ocorrência de temperaturas mínimas do ar adversas à agricultura na região de Campinas (SP), de 1891 a 2000. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 141-147, 2004.

ASTOLPHO, F. et al. Regionalização de riscos de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais para o estado de São Paulo com base em modelos probabilísticos e digitais de elevação. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 139-148, 2005.

BOTELHO, V. A. V. A.; MORAIS, A. R. Estimativas dos parâmetros da distribuição Gama de dados pluviométricos do município de Lavras, estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 697-706, 1999.

CAMARGO, M. B. P. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 161-168, 1993.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 3. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 200 p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TRINDADE, J. K. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 11157-1166, 2004.

CATALUNHA, M. J. et al. Avaliação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 153-162, 2002.

DOANE, D. P. Aesthetic frequency classifications. **The American Statistician**, v. 30, n. 4, p. 181-183, 1976.

DOURADO NETO, D. et al. Simulação estocástica de valores médios diários de temperatura do ar e de radiação solar global para Piracicaba-SP, utilizando distribuição normal. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 225-235, 2005.

FERREIRA, F. F. **Estatística básica**. Lavras: Editora UFLA, 2005. 664 p.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A. et al. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 842-850, 2007.

LIMA, M. G.; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 221-227, 1998.

LIMA, R. A. F. A. et al. Diagnóstico de tendência de mudanças na temperatura do ar no nordeste setentrional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 117-124, 2010.

LONGO, A. J. et al. Uso das distribuições Gama e Log-Normal na estimativa de precipitação provável quinzenal. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 6, n. 11, p. 107-118, 2006.

LYRA, G. B. et al. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 205-215, 2006.

MARQUES JÚNIOR, S. et al. Análise de dados de vento para a região de Botucatu - SP utilizando a distribuição Beta. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 129-132, 1995.

MASSIGNAM, A. M. et al. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas diárias do ar no estado de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 109-119, 2005.

RIBEIRO, B. T. et al. Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para região de Barbacena, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1297-1302, 2007.

SILVA, J. B.; LLOPART, M. P.; BOIASKI, N. Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidade em escalas de tempo pentadal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 267-276, 2005.

SUDENE. Levantamento Exploratório – **Reconhecimento de solos do Estado do Ceará** – Recife: SUDENE, 1973. v. 1, 301 p.

THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis**. Geneva, World Meteorological Organization, 1966. 53p. (WMO, 199 - TP,103 - Technical note, 81)