

UMIDADE RELATIVA DO AR: ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO

T. G. F. SILVA¹, S. ZONIER², M. S. B. MOURA³, G. C. SEDIYAMA², L. S. B. SOUZA⁴

¹Eng. Agrônomo, Doutorando, Depto. de Eng. Agrícola, Univ. Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, E-mail: thieresfreire@vicosa.ufv.br.

²Eng. Agrícola/Agrônomo, Prof., Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

³Eng. Agrônomo, Pesquisadora, Dra., Embrapa Semi-Árido, Petrolina - PE. E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br

⁴Graduando em Biologia, Bolsista do CNPq, Embrapa Semi-árido, Petrolina-PE. E-mail: luciana.Souza@cpatsa.embrapa.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: A umidade relativa do ar apresenta grande relevância na tomada de decisão em várias áreas do setor agrícola, principalmente em estudos que consideram a escala macroclimática, como é o caso dos zoneamentos climáticos. Apesar dessa importância, poucos dados desta variável estão disponíveis para estudos regionais. O estado de Pernambuco está incluído neste contexto, o qual possui apenas oito estações meteorológicas com dados históricos, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Assim, valores normais mensais de temperatura e de precipitação pluvial, além de dados geográficos, foram usados em um modelo multiplicativo para estimativa dos valores normais mensais da umidade relativa do ar em várias localidades do Estado. O modelo multiplicativo explicou 87,46% da variabilidade dos valores de umidade relativa do ar e foi validado posteriormente por meio de um conjunto independente de dados. A raiz quadrada do quadrado médio do erro foi 2,5%, indicando que o modelo apresenta excelente desempenho na estimativa da umidade relativa do ar. Os valores estimados foram aplicados para elaboração de mapas mensais desta variável para o estado de Pernambuco.

PALAVRAS-CHAVE: climatologia, zoneamento agrícola, SIG.

RELATIVE HUMIDITY: ESTIMATES AND INTERPOLATION FOR THE STATE OF PERNAMBUCO

ABSTRACT: The air relative humidity presents great relevance for decision making in several agricultural areas, mainly in studies that consider the macroclimatic scale, such as climatic zonings. Despite of this importance, few data of this variable are available for regional studies. The state of Pernambuco is included in this context which has only eight weather stations with historical data, belonging to the National Institute of Meteorology (INMET). Thus, monthly normal values of temperature and rainfall as well as geographical data were used in a multiplicative model for estimating monthly values of the air relative humidity in several locations of the state. The multiplicative model explained 87,46% of the air relative humidity variability and it was further validated by using an independent data set. The root mean square error was 2.5%, indicating that the model presents excellent performance in estimating the air relative humidity. Estimated results were applied for obtaining monthly maps of this variable for the state of Pernambuco.

KEY-WORDS: climatology, agricultural zoning, GIS.

INTRODUÇÃO: A umidade relativa do ar tem importância fundamental em muitas áreas de aplicação, principalmente aquelas direcionadas ao setor agropecuário, a qual possui influência na tomada de decisão de processos que envolvem a conservação de grãos armazenados, a sanidade e o crescimento de plantas, assim como o conforto térmico animal. A maior parte dos trabalhos que atuam em escala macroclimática, como ocorrem com os zoneamentos agroclimáticos e bioclimáticos, está limitada a utilização dos dados de temperatura e precipitação, devido à insuficiência dos demais dados climáticos. Informações de umidade relativa do ar em diferentes regiões de estudo, estão estritamente relacionadas às estações meteorológicas do INMET, o que restringe a realização de zoneamentos suficientemente detalhados, logo que os mesmos necessitam de dados históricos (médias de 30 anos) e de estações meteorológicas bem distribuídas na região a ser estudada. Embora existam alguns trabalhos que têm demonstrado bons ajustes de equações de regressão relacionando os valores normais mensais da umidade relativa do ar com o índice de umidade, resultante do balanço hídrico climatológico, em nenhum desses estudos foram utilizados índices estatísticos para a validação dessas equações com dados independentes dos utilizados para a determinação dos parâmetros do modelo de regressão. Assim, o objetivo desse trabalho foi: propor um modelo para a estimativa dos valores normais mensais da umidade relativa do ar, validar o modelo proposto e elaborar os mapas dessa variável para o estado de Pernambuco, visando suprir a insuficiência de informação da umidade relativa do ar para as diferentes regiões do Estado.

MATERIAIS E MÉTODOS: Foram utilizados valores normais mensais da umidade relativa do ar, da precipitação, das temperaturas mínima, média e máxima, e dados geográficos de 8 estações meteorológicas distribuídas por todo o estado de Pernambuco e pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 1992). Essas estações meteorológicas foram divididas em dois grupos, a partir do método dos “quartis”, resultando para cada grupo, um conjunto de 48 valores mensais de umidade relativa do ar e de variáveis independentes. Como aplicado por SILVA (2006), o primeiro grupo foi utilizado para a elaboração da equação de estimativa dos valores normais mensais de umidade relativa do ar, adotando como base o modelo multiplicativo proposto por JARVIS (1976). Esse modelo, para duas funções e escrito para estimativa da umidade relativa do ar (UR), é dado pela seguinte expressão: $UR = f(x) f(y)$, sendo que as funções $f(x)$ e $f(y)$ podem ter comportamentos lineares ou curvilíneos. Como variáveis independentes avaliadas para o ajuste do modelo multiplicativo aos valores mensais normais de umidade relativa do ar foram utilizadas: o índice efetivo de umidade (I_m , adimensional) ($I_m = \{[P/ETP]-1\}.100$), a precipitação pluvial (P , mm), as temperaturas do ar mínima (t_n , °C), média (t_m , °C) e máxima (t_x , °C), as pressões de saturação de vapor d’água do ar mínima (e_{sn} , hPa) e máxima (e_{sx} , hPa), o déficit de pressão de saturação do vapor d’água do ar (ψ , hPa), a amplitude térmica (α , °C) e as variáveis geográficas longitude (λ , graus negativos), latitude (θ , graus negativos) e altitude (z , metros). Após a escolha das variáveis independentes foram realizadas análises estatísticas por meio do software SigmaPlot, versão 7.0 para Windows. Com os valores dessas variáveis e dos parâmetros do modelo, foram estimados os valores de umidade relativa do ar para o conjunto de valores pertencentes ao segundo grupo de estações meteorológicas, visando realizar a validação do modelo multiplicativo. Assim, foram determinados os índices estatísticos de precisão (coeficiente de correlação, r) e o de exatidão (índice de concordância, d), bem com os erros estatísticos: erro médio de estimativa (MBE) e a raiz quadrada do erro médio (RMSE). Depois de avaliado o modelo multiplicativo de estimativa dos valores normais mensais da umidade relativa do ar, foi elaborado um banco de dados contendo os valores observados e estimados referentes a 252 postos de observação (8 estações meteorológicas e 244 postos pluviométricos). Foram utilizados os valores geográficos de postos

pluviométricos, pertencentes ao banco de dados de chuva da SUDENE, os quais permitiram estimar os valores de temperatura do ar (mínima, média e máxima) por meio das equações de regressão elaboradas por CAVALCANTI & SILVA (1994) e, em seguida, obter as demais variáveis independentes. Com os valores de umidade relativa do ar para os 252 postos de observação, utilizou-se o software Arcview 3.2a e o método de interpolação IDW (Inverso do Quadrado da Distância) para geração dos mapas, reclassificação, cruzamentos, análise dos resultados e geração das saídas gráficas (mapas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir de análises de regressão entre os valores normais mensais da umidade relativa do ar e as variáveis independentes consideradas nesse estudo foi possível verificar que, individualmente, o índice efetivo de umidade (I_m) foi o que mais explicou a variabilidade espacial e temporal dos valores de umidade relativa do ar para o estado de Pernambuco. Na expressão do modelo multiplicativo ($UR = f(x) f(y)$), a função $f(x)$ foi descrita pelo modelo de Gompertz com três parâmetros tendo como variável independente os valores de I_m (Figura 1a), que resultou em um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,7484. Para isolar a variabilidade dos valores normais mensais da umidade relativa do ar, não explicada pelos valores de I_m , realizou-se a divisão entre os valores observados e estimados de UR ($f(y) = UR_{OBS} / f(x)$). Assim, outra variável que permitiu explicar a variabilidade espacial e temporal da umidade relativa do ar, foi o produto dos valores da longitude (λ) e da temperatura média do ar (T_m), sendo a função $f(y)$ descrita da seguinte forma: $f(y) = d + e(t_m \lambda)$ (Figura 1b). Essa relação obteve um valor de R^2 igual 0,3705. Os parâmetros obtidos para as funções $f(x)$ e $f(y)$ podem ser observados na Tabela 1. A combinação dessas funções resultou em um coeficiente de determinação de 0,8746, mostrando que o modelo multiplicativo explica bem a variabilidade dos valores normais mensais de umidade relativa do ar. Na Figura 1d é demonstrada os resultados da validação do modelo multiplicativo, realizada por meio de índices estatísticos de desempenho, como sugerido por JACOVIDES e KONTOYIANNIS (1995). Esses resultados indicam a ótima precisão e exatidão do modelo, uma vez que valores de r e MBE e d e RMSE foram iguais a 0,8021 e -0,5391% e 0,8862 e 2,5384%, respectivamente. Depois de elaborado e validado o modelo multiplicativo para as condições climáticas do estado de Pernambuco, foram espacializados os valores normais mensais da umidade relativa do ar, como apresentando na Figura 2. Para o Estado, os valores variaram entre 48 e 94%, sendo que os menores valores são observados para a região semi-árida, enquanto que, os maiores para a região mais litorânea. Na região semi-árida, esses valores coincidem com os meses mais secos do ano e início da estação chuvosa, em meados de novembro, os quais os valores de umidade relativa do ar ainda são inferiores a 60%. Para a região litorânea os altos valores de umidade relativa ocorrem durante entre os meses de abril e agosto, onde ocorrem os maiores níveis de chuva dessa região.

CONCLUSÃO: O modelo multiplicativo proposto para estimativa dos valores normais mensais da umidade relativa do ar nas condições climáticas do estado de Pernambuco apresentou resultados estatísticos satisfatórios, contendo como variáveis independentes os valores do índice efetivo de umidade e o produto entre a longitude e temperatura média do ar. Esses resultados permitiram a utilização desse modelo para a estimativa da umidade relativa do ar para aquelas localidades que não se dispunham dessa informação e, posteriormente, realizar a espacialização dos valores mensais dessa variável para todo o Estado.

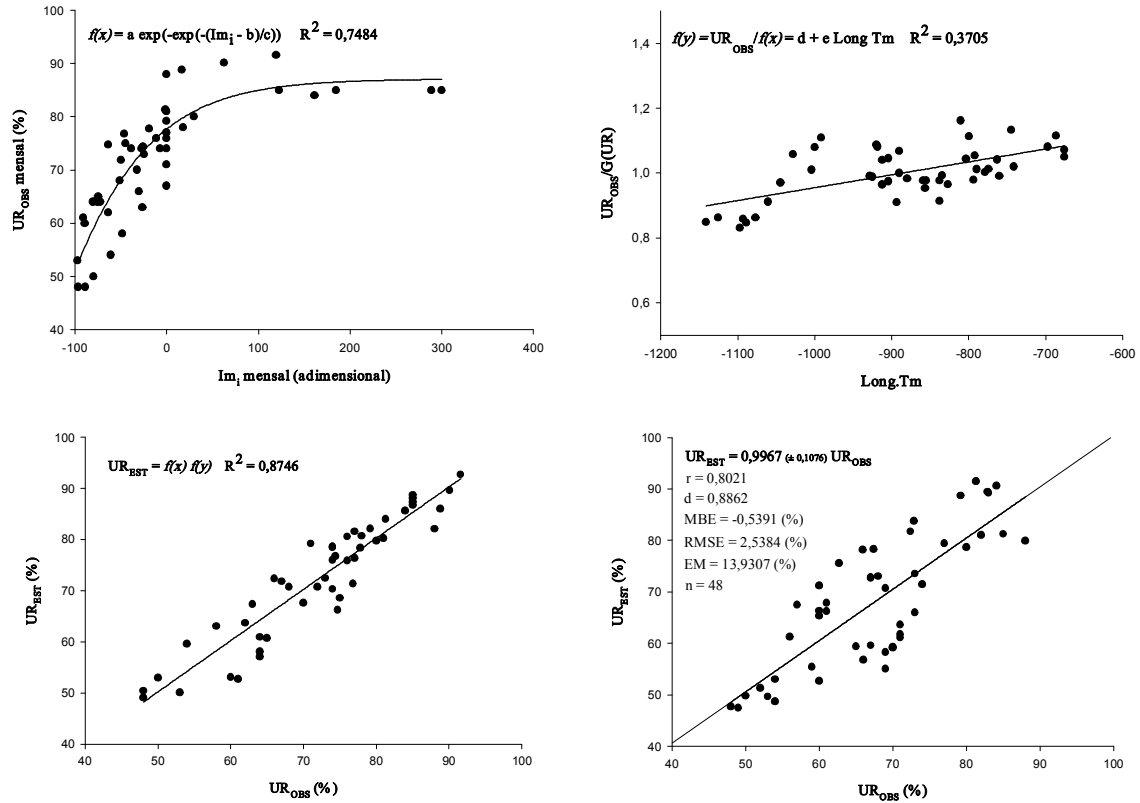


Figura 1. Resultados estatísticos da elaboração e validação do modelo multiplicativo de estimativa dos valores normais mensais da umidade relativa do ar para o estado de Pernambuco.

Tabela 1. Parâmetros e coeficientes de determinação ajustados (r_{aj}^2) das funções componentes do modelo multiplicativo.

Funções	Parâmetros	Valor (\pm Erro Padrão)	r_{aj}^2
Gompertz	a	87,0982 (2,5721)	0,7484
	b	-141,6209 (10,482)	
	c	65,3662 (12,0319)	
Linear múltipla	d	1,3524 (0,00665)	0,3705
	e	0,0003974 (0,0001)	

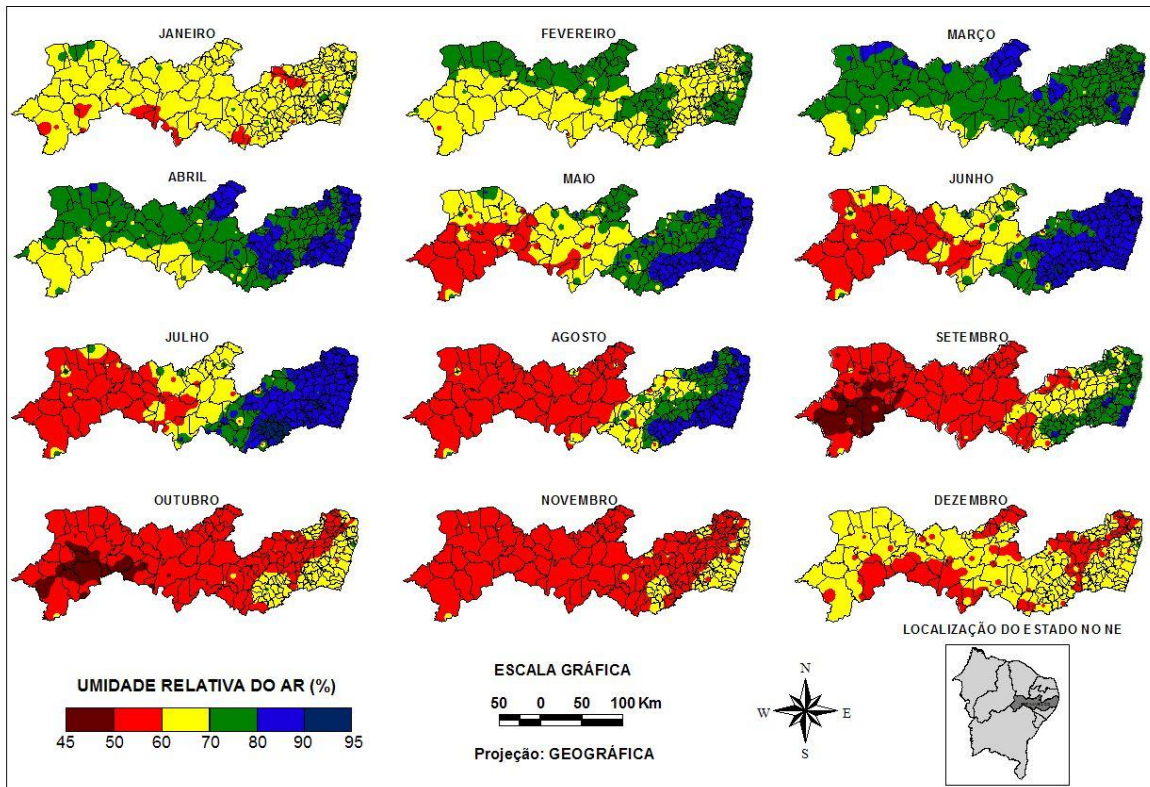


Figura 2. Espacialização dos valores normais mensais da umidade relativa do ar para o Estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7, e Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia, 1994, Belo Horizonte. Anais..., Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994, p.154-157.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992. 84 p.
- JARVIS, P.G. The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B, v. 273, p. 593-610, 1976.
- JACOVIDES, C.P.; KONTOYIANNIS, H. Statistical procedures for the evaluation of evapotranspiration computing models. Agricultural Water Management, v. 27, p. 365-371, 1995.
- SILVA, T.G.F. da. Zoneamento agroclimático do estado da Bahia para a cultura da atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.). 2006. 113f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.