

# ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR NO ESTADO DO PIAUÍ

Thieres George Freire da Silva<sup>1</sup>, Magna Soelma Beserra de Moura<sup>2</sup>, Sílvia Helena Nogueira Turco<sup>3</sup>, Carla Valéria da Silva Padilha<sup>4</sup>, Antônio Heriberto de Castro Teixeira<sup>2</sup>

## ABSTRACT

With monthly climatic values of temperature and rainfall from different locations of the Piauí state, the climatic water balance was obtained according to the THORNTHWAITE & MATHER (1955) method for a 120mm soil moisture capacity. As results of the water balances, was obtained the moisture index (IH), which was correlated with air relative humidity (UR) data available for Piauí State. It was obtained a polynomial equation ( $UR = -10^{-3} \cdot (IH)^2 + 20,75 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 75,379$ ) to estimate the air relative humidity from moisture index (IH) for Piauí state. Using Geographic Information System, it was obtained the map of the annual air relative humidity normals for Piauí State.

**Key words:** air relative humidity, moisture index, Piauí State

## RESUMO

Com os valores médios de temperatura do ar e de precipitações mensais de diferentes locais do estado do Piauí, efetuaram-se os balanços hídricos climáticos pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para uma capacidade de retenção de água no solo de 120mm. Como resultado do balanço hídrico, foi obtido o índice hídrico (IH), que foi correlacionado com os dados de umidade relativa do ar (UR), disponíveis para o estado do Piauí. Foi obtida uma equação polinomial ( $UR = -10^{-3} \cdot (IH)^2 + 20,75 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 75,379$ ) para estimar a umidade relativa do ar a partir de

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, UNEB – BA/CAMPUS III/DTCS. Av. Edgard Chastinet, S/N 48900-000 - Juazeiro – BA . E-mail: [thi geoprofissional@hotmail.com.br](mailto:thi geoprofissional@hotmail.com.br) , [flaviovinho@hotmail.com.br](mailto:flaviovinho@hotmail.com.br)

<sup>2</sup>Pesquisador (a), Embrapa Semi-Árido. BR 428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina – PE. Telefone: 87 38 62 17 11. Fax: 87 38 62 17 44. E-mail: [magna@cpatsa.embrapa.br](mailto:magna@cpatsa.embrapa.br)

<sup>3</sup> Professora Adjunta, UNEB – BA/CAMPUS III/ DTCS. Av. Edgard Chastinet, S/N 48900-000 - Juazeiro – BA. E-mail: [silviaturco@aol.com](mailto:silviaturco@aol.com)

<sup>4</sup>Técnica em Alimentos, SENAI – CERTA/ Petrolina – PE. Rod. BR 407 – Km. 08 – s/n. –. CEP 56300- 000. E-mail: [cautecal@bol.com.br](mailto:cautecal@bol.com.br)

dados do índice hídrico (IH) para o estado do Piauí. Usando Sistema de Informações Geográficas, foi obtido o mapa das normais anuais da umidade relativa do ar para o Estado do Piauí.

**Palavras-chave:** umidade relativa do ar, índice hídrico, estado do Piauí.

## INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos e pedológicos são muito importantes na adaptação e produtividade das plantas e animais em uma determinada região. Através da análise do comportamento médio dos elementos do clima é possível estabelecer áreas-limite para exploração mais racional da propriedade agrícola e otimização do uso dos recursos produtivos. Diversos são os elementos climáticos considerados na seleção dessas áreas, dentre os mais importantes, pode-se citar a precipitação, temperatura e umidade relativa do ar.

A precipitação pluviométrica, por si só, não reflete totalmente as condições hídricas de uma região, pois estas dependem também do potencial térmico do local. Essas condições são obtidas através do balanço hídrico climático, que é um método climatológico introduzido por THORNTHWAITE (1948) e aprimorado por THORNTHWAITE & MATHER (1955), que consiste em se efetuar a contabilidade de água em relação a uma dada superfície vegetada, computando-se, sistematicamente, todos os ganhos e perdas. São considerados ganhos, as contribuições devidas à precipitação pluviométrica e as perdas são ocasionadas pela transferência vertical de vapor d'água para a atmosfera (evapotranspiração) (TEIXEIRA & AZEVEDO, 1997). Os dados de temperatura do ar podem ser estimados para diversas regiões por meio de equações cujos dados de entrada são a latitude, longitude e a altitude, conforme CAVALCANTI & SILVA (1994). A umidade do ar é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor d'água existente na atmosfera, sendo definida como a relação entre o vapor d'água contido no ar num dado momento e o teor máximo que esse ar poderia conter, à temperatura ambiente. A diferença entre as pressões do vapor d'água na superfície e do ar vizinho é um fator determinante para a remoção do vapor. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para diminuir a amplitude térmica, uma vez que a água intercepta parte da radiação terrestre de ondas longas e, desta forma, diminui o resfriamento noturno.

A umidade atmosférica é um fator determinante para as atividades biológicas, afetando o desenvolvimento de plantas, pragas e doenças e a sensação de conforto térmico animal. Com relação aos vegetais, altas concentrações de vapor favorecem a absorção direta de umidade pelas plantas e o aumento da taxa fotossintética. A umidade afeta também a transpiração, que é tanto mais intensa quanto mais seco se encontra o ar.

Cultivos bem irrigados em regiões áridas, como no caso da região Semi-Árida do Nordeste brasileiro, consomem grandes quantidades de água devido à abundância de energia solar e ao poder dissecante da atmosfera. Em regiões úmidas a elevada umidade do ar reduz a demanda evapotranspiratória. Em tais circunstâncias, o ar encontra-se próximo da saturação, portanto, causando uma menor demanda evapotranspiratória da atmosfera, do que nas regiões áridas (ALLEN et al., 1998).

O estado do Piauí é caracterizado por apresentar dois tipos de clima diferentes dentro de sua extensão territorial. O Aw e o BSh de Köppen. O clima Aw, tropical com chuvas e invernos secos, domina a maior parte do estado, onde se registram temperaturas médias anuais de 25°C a 27°C e total pluviométrico de 700mm, no sul, e 1200mm, no norte. O clima BSh, semi-árido quente com chuvas de verão e invernos secos ocorre na porção sudeste do estado. Registra média térmica de cerca de 24°C e pluviosidade aproximadamente 650mm, sujeita a irregularidades. Para o Estado do Piauí, a precipitação pluviométrica pode ser facilmente obtida através da rede de pluviômetros existentes. Nos locais onde não existem sensores de medida da temperatura, a mesma pode ser estimada em função das coordenadas geográficas. Quanto à umidade relativa do ar, existem poucos postos de observação, sendo menos medida do que a precipitação pluviométrica e, até então, não se obteve ainda uma equação de estimativa para todo o Estado, como existe para o estado do Ceará (TEIXEIRA et al., 2002), Pernambuco (TEIXEIRA, 1999), Paraíba e Bahia (TEIXEIRA et al., 2001).

Este trabalho teve como objetivo obter uma equação de regressão a fim de se estimar a umidade relativa do ar, através da correlação dos dados existentes desse parâmetro com os elementos do balanço hídrico climático e, apresentar a distribuição espacial da umidade relativa do ar para o estado do Piauí.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas as normais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e totais mensais de precipitação do Estado do Piauí (BRASIL, 1992), visando obter uma equação de estimativa da umidade relativa do ar. Com os dados de temperatura do ar e precipitação foi realizado o balanço hídrico climático do estado, cujos índices resultantes foram correlacionados com os dados de umidade relativa do ar existente.

O balanço hídrico climático foi realizado conforme THORNTHWAITE & MATHER (1955), considerando-se a capacidade de armazenamento de água do solo igual a 120mm. A evapotranspiração potencial ( $ET_p$ ) foi calculada, mensalmente, pelo método de THORNTHWAITE

(1948). De acordo com esse método, para um mês  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, 12$ ), a evapotranspiração potencial pode ser estimada usando-se a seguinte expressão:

$$ETp_j = F_j \cdot E_j \quad (1)$$

onde  $E_j$  é a evapotranspiração potencial não ajustada ao fotoperíodo e ao número de dias do mês, podendo ser obtida das seguintes formas:

- Quando a temperatura do mês ( $T_j$ ), for igual ou maior do que 26,5 °C, aceita-se que  $E_j$  é independente do índice anual de calor ( $I$ ) e emprega-se uma tabela fornecida por THORNTHWAITE (1948) para a obtenção de  $E_j$ .

- Quando a temperatura do mês ( $T_j$ ) for menor que 26,5 °C, utiliza-se a seguinte expressão empírica:

$$E_j = 0,5333 \cdot (10T_j / I)^a \quad (2)$$

onde  $I$  representa o índice anual de calor, dado pela soma dos 12 índices mensais ( $i_j$ ), ou seja:

$$I = (i_1 + i_2 + \dots + i_{12}) \quad (3)$$

em que:

$$i_j = (T_j / 5)^{1,514} \quad (4)$$

O expoente  $a$  da equação (2) é calculado por meio da seguinte expressão empírica:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,79 \cdot I + 0,49 \quad (5)$$

O símbolo  $F_j$  que aparece na equação (1) é um fator de correção que considera o fotoperíodo médio e o número de dias do mês em questão. Essa correção é dada por:

$$F_j = D_j \cdot N_j / 12 \quad (6)$$

em que o  $D_j$  indica o número de dias do mês  $j$  e o fator  $N_j$  representa o fotoperíodo do dia 15 do mês  $j$ , considerado representativo do fotoperíodo médio desse mesmo mês. Se  $\phi$  indicar a latitude e  $\delta_j$  a declinação do Sol no dia 15 do mês  $j$ , então:

$$N_j = 2\{\arccos(\text{tg}\phi.\text{tg}\delta)\}/15 \quad (7)$$

Com os dados da precipitação e da evapotranspiração potencial, foram estimadas a deficiência ( $DEF$ ) e o excedente hídrico ( $EXC$ ) para cada ano. Com os valores de  $DEF$  e  $EXC$ , foram obtidos os índices de umidade ( $IU$ ), de aridez ( $IA$ ) e o índice hídrico ( $IH$ ) por meio das seguintes expressões:

$$IU = (100.EXC) / ETp \quad (8)$$

$$IA = (100.DEF) / ETp \quad (9)$$

$$IH = IU - IA \quad (10)$$

Com as normais de umidade relativa do ar ( $UR$ ) e os valores do Índice Hídrico ( $IH$ ) obtidos foi feita uma regressão polinomial relacionando ambos os termos e, gerando uma equação polinomial. De posse desta equação, e dos resultados do balanço hídrico climático para todo o Estado do Piauí, foram estimadas as normais anuais de umidade relativa do ar e juntamente com os dados reais desse último parâmetro, foram traçadas as isolinhas de umidade com a utilização de um Sistema de Informações Geográficas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos elementos do balanço hídrico climático ( $ETp$ ,  $DEF$  e  $EXC$ ) foi calculado o índice hídrico ( $IH$ ) para cada localidade em estudo, do estado do Piauí. A regressão polinomial obtida com os valores de umidade relativa do ar ( $UR$ ) e Índice Hídrico ( $IH$ ) é apresentada na Figura 1.

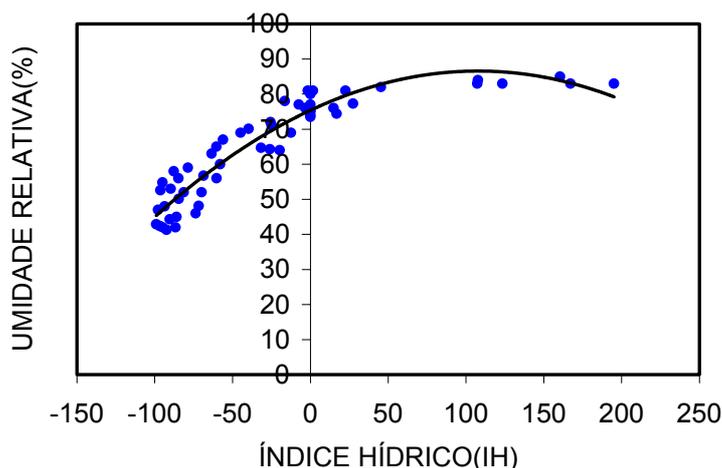


Figura 1. Estimativa da normal anual de Umidade Relativa do Ar (UR) em função do Índice Hídrico Anual (IH), para o Estado do Piauí.

A equação obtida,  $UR = -10^{-3} \cdot (IH)^2 + 20,75 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 75,379$  apresentou um coeficiente de determinação  $r^2 = 0,90$ , comprovando que se pode estimar UR em função de IH com boa precisão. A maior importância dessa estimativa, conjuntamente com outros dados climáticos, está na determinação da adaptabilidade de animais ou vegetais e ainda da possibilidade de ocorrência de pragas ou doenças nos diferentes locais do Estado, quando para isso se utilizem índices bioclimáticos que requerem a umidade relativa do ar para diferentes zonas bioclimáticas do Estado. A estimativa da umidade relativa do ar também é muito importante para a realização do zoneamento agroclimático de diferentes espécies animais e vegetais no estado do Piauí. Para o estado do Ceará, TEIXEIRA et al. (2002) desenvolveram a seguinte equação polinomial:  $UR = -6 \cdot 10^{-4} \cdot (IH)^2 + 17,84 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 76,585$ , e mapearam a umidade relativa do ar. Já, para a Paraíba, foi encontrada a seguinte equação:  $UR = -3 \cdot 10^{-4} \cdot (IH)^2 + 10,34 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 76,3$  e, para o estado da Bahia:  $UR = -11 \cdot 10^{-4} \cdot (IH)^2 + 16,62 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 78,803$  (TEIXEIRA et al., 2001).

Com a estimativa da umidade relativa foi possível a realização do mapeamento desse parâmetro no estado do Piauí, utilizando-se um Sistema de Informações Geográficas (Figura 2).

## CONCLUSÃO

A partir dos elementos do Balanço Hídrico Climático de THORNTHWAITE & MATHER (1955) foi possível estimar, com boa precisão, as normais de umidade relativa do ar, através da equação polinomial  $UR = -10^{-3} \cdot (IH)^2 + 20,75 \cdot 10^{-2} \cdot (IH) + 75,379$ , para as regiões dentro Estado do Piauí que não dispunham desse parâmetro.

Com os valores de umidade relativa do ar estimada obteve-se o mapa com a espacialização desse parâmetro, possibilitando assim a obtenção de índices bioclimáticos no estado do Estado do Piauí que dispõem apenas de dados de temperatura do ar e de precipitação pluviométrica.

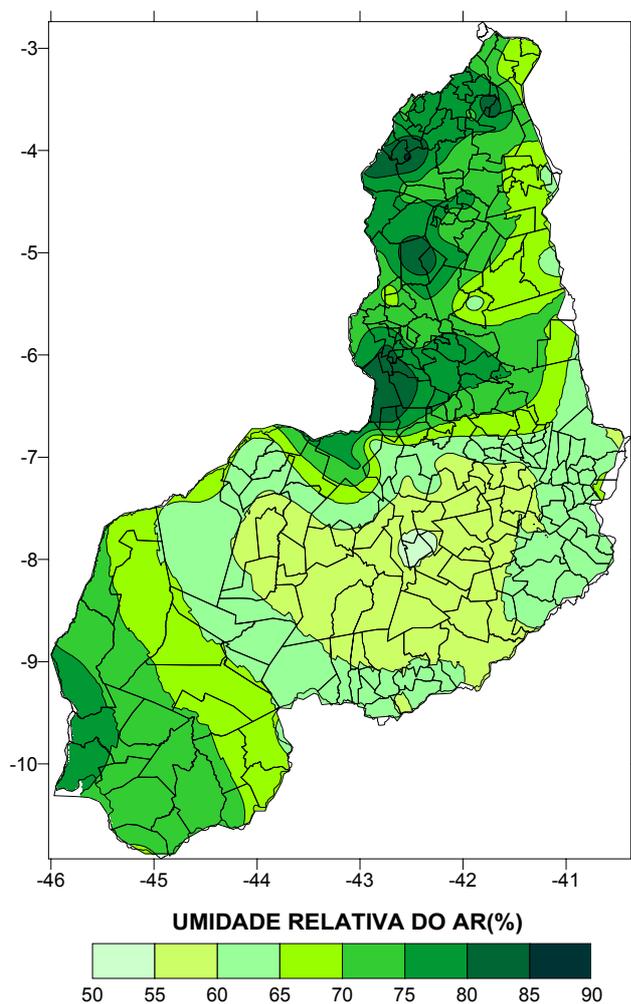


Figura 2. Zoneamento das Normais Anuais de Umidade Relativa do ar no Estado do Piauí.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M., Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Roma, n. 56, 300p.,1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. P. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA e CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 1994, Belo Horizonte, MG, **Anais...**, p. 154-157, 1994.

TEIXEIRA, A. H. de C; AZEVEDO, P. V. de. M. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 137-141, 1997.

TEIXEIRA, A.H. de C. Estimativa da umidade relativa do ar no estado de Pernambuco. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E II REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 1999, **Anais..** Florianópolis-SC. CD-Rom

TEIXEIRA, A.H. de C.; SOUZA, R. A., RIBEIRO, P.H.B.; COSTA, W.P.L.B. da. Espacialização da umidade relativa do ar no estado da Bahia. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E III REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2001, Fortaleza-CE. *Água e Agrometeorologia no Novo Milênio*. Fortaleza-CE: FUNCEME, 2001. V.1, p.73-74.

TEXEIRA, A.H. de C; RIBEIRO, P.H.B.; REIS, V.C.S.; SILVA, T.G.F. Mapeamento da umidade relativa no estado do Ceará. In: XII CONGRESSO DE METEOROLOGIA, 2002, Foz do Iguaçu – PR. *A Meteorologia e a gestão de energia*. Foz do Iguaçu – PR, 2002. p. 179 – 184.

THORNTHWAITE, C. W. Na approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, Centerton, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J. R. The water balance., **Laboratory of Climatology**, Centerton, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1955.