



MODELAGEM PARA A ESTIMATIVA DA UMIDADE RELATIVA DO AR PARA A CIDADE DE ITUPORANGA/SC

Roberto Haveroth¹, Joabe Weber Pitz², Katiani Eli², Leonardo de O. Neves³
Elizabete Fernandes⁴

¹ Graduando em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul e Bolsistas do IFC – Campus Rio do Sul (haveroth@gmail.com)

² Graduandos em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul e Bolsistas do PET – Agroecologia.

³ Meteorologista, Professor Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul (leonardo.neves@ifc-riodosul.edu.br)

⁴ Graduanda em Engenharia Agronômica do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade da umidade relativa do ar para o período de 20 anos para a cidade de Ituporanga/SC. Entre as variáveis climatológicas, a umidade relativa do ar está entre as mais importantes, uma vez que ela é responsável por representar a taxa de evaporação de água. Para a agricultura esta variável possui papel funcional no que diz respeito a determinação da necessidade hídrica das culturas. Desta forma, utilizando dados da estação automática de Ituporanga-SC (A863) e a aplicação dos mesmos na metodologia de DELGADO *et al.*, (2007), foi possível criar uma modelagem que pode ser utilizada na estimativa da umidade relativa do ar para esta cidade.

PALAVRAS-CHAVE: umidade relativa, modelagem, Ituporanga.

MODEL FOR ESTIMATING THE AIR RELATIVE HUMIDITY FOR THE TOWN OF

ABSTRACT

The aim this work was to analyze the variability of relative humidity for the period of 20 years for the town of Ituporanga/SC. Among the climatological variables, the relative humidity of air is among the most important, since it is responsible for representing the rate of evaporation of water. In agriculture this variable has a functional role as regards the determination of the water requirements of crops. Thus, using data from the automatic station Ituporanga-SC (A863) and applying the same in the methodology of DELGADO *et al.*, (2007), it was possible to create a model that can be used to estimate relative humidity for this city.

KEYWORDS: relative humidity, modeling, Ituporanga.

INTRODUÇÃO

Com a crescente alteração climática observada a preocupação com os recursos hídricos têm aumentado, onde iniciasse a busca de formas alternativas e menos impactantes para a utilização dos mesmos. Sabe-se que a umidade relativa

do ar é intimamente ligada a diversos outros elementos meteorológicos, que juntos são de grande importância para o planejamento agrícola (DELGADO *et al.*, 2007).

Entende-se por umidade relativa do ar como sendo uma variável dentro dos fatores meteorológicos de grande importância, uma vez que esta influencia diretamente o resultado de culturas agrícolas, bem como os recursos hídricos e fatores relativos ao solo, conforto dos animais e também a saúde do ser humano (BRITO & AMORIM, 2012). Assim, a associação da umidade relativa do ar em seus valores extremos (menor que 30% e maior que 80%), associados a parâmetros como temperaturas extremas, chuvas fortes e condições de rajadas de ventos fortes, além dos danos previstos a saúde humana (LOWEN *et al.*, 2007), podem resultar em problemas sérios ao setor agrícola, o qual é responsável basicamente pela alimentação da população (TURCO *et al.*, 2006; PEZZOPANE *et al.*, 2011), o que resulta na necessidade de se observar e buscar uma estimativa da determinação desta variável.

De acordo com DELGADO *et al.*, (2007) a umidade relativa do ar é fundamental para muitos processos físicos e biológicos, bem como para modelos estimativos do balanço hídrico, severidade e proliferação de inúmeras doenças fúngicas. Ressalta-se ainda que a umidade relativa apresenta dados importantes em termos de estresse térmico para as culturas ou animais dentro de instalações agrícolas. Desta forma, estudos em bioclimatologia e agrometeorologia se fazem necessários, visando medições e estimativas para várias áreas do conhecimento que necessitam análise de condições climáticas (BELTRÃO *et al.*, 2003).

O uso de equações para a realização de cálculos de umidade relativa do ar e outras variáveis meteorológicas tem se tornado então essencial para a agricultura, quanto para qualquer outro setor que esteja diretamente susceptível a variações climáticas (SEDIYAMA *et al.*, 1998). De acordo com DELGADO *et al.*, (2007) a falta de dados meteorológicos e a representatividade dos mesmos para uma ampla extensão territorial, é o fator de maior limitação para a realização de maiores estudos.

Nota-se que é de elevada importância a realização de estudos de simulação de comportamento da umidade do ar, haja vista sua influência sobre demais fatores meteorológicos, assim tornando possível o planejamento agrícola, diminuindo o eminente efeito surpresa gerado pelas adversidades climáticas (TURCO *et al.*, 2006; JENSEN, 2009).

Diante deste panorama, este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de um modelo físico-matemático para analisar o comportamento da umidade relativa média do ar na cidade de Ituporanga, estado de Santa Catarina.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no centro experimental da EPAGRI ($27^{\circ}22' S$; $49^{\circ}35' W$; alt. 360 m) no município de Ituporanga, estado de Santa Catarina. Este município encontra-se na região do Alto Vale do Itajaí, tendo a classificação climática por Köppen como Cfa. Para tal experimento, utilizou-se de dados obtidos pela estação automática experimental da EPAGRI (Figura 1) para o período entre os anos de 1988 e 2008, visando a umidade relativa média do ar.



FIGURA 1. Estação Meteorológica da EPAGRI – Ituporanga – SC

Fonte: autores.

A tabulação dos dados e a organização dos mesmos foi realizada com o auxílio do software Microsoft Excel 2007. Por meio de um método estatístico descritivo das médias diárias de umidade relativa, esta metodologia analisou um conjunto de dados referentes a 22 anos de observação. Desta forma, foram construídas distribuições de frequência das médias visando uma regressão harmônica, estimando assim um padrão para representar o comportamento da UR em Ituporanga-SC.

Utilizou-se a equação (1) proposta por DELGADO *et al.*, (2007) para a estimativa da umidade relativa para o município de Ituporanga, no estado de Santa Catarina.

$$UR = 100 \cdot \frac{e_s(T_{po})}{e_s(T_m)} \quad (1)$$

Em que:

T_{po} = Temperatura a ponto de orvalho;

T_m = Temperatura média;

e_s = pressão de saturação de vapor d'água.

O desempenho dos modelos empíricos aplicados para simular a umidade relativa do ar para esta cidade foi avaliado estatisticamente por meio da utilização de quatro testes estatísticos: A Raiz do Erro Quadrado Médio (RMSE); o Desvio Médio do Erro (MBE); precisão - Coeficiente de Correção (*r*), e exatidão - Índice de Concordância de Willmott (*d*) (WILLMOTT *et al.*, 1985).

A raiz do erro quadrado médio (RMSE) é definida pela equação (2):

$$RMSE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

em que,

n = número de dados da amostra; e

d_i = diferença entre o valor estimado e o valor medido.

O desvio médio do erro (MBE) é definido pela equação (3):

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (3)$$

O MBE fornece informações sobre o desempenho a longo prazo, assim um baixo MBE é desejado. Um valor positivo expõe a quantidade média de superestimativa de uma observação individual, que cancelará uma subestimativa em uma observação separada.

A precisão é dada pelo coeficiente da correlação, “r”, que indica o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à medida, ou seja, o erro aleatório. O coeficiente de correlação é descrito pela equação (4):

$$r = \frac{n \sum M \cdot O - (\sum M)(\sum O)}{\sqrt{n \sum M^2 - (\sum M)^2} \sqrt{n \sum O^2 - (\sum O)^2}} \quad (4)$$

Sendo “M” os valores calculados pelo modelo, “O” os valores experimentais e “n” número de dados. Os valores de coeficientes de correlação encontrados foram classificados seguindo a metodologia de HOPKINS (2009) (Tabela 1).

TABELA 1. Classificação das correlações de acordo com o coeficiente de correlação

Coeficiente de correlação “r”	Correlação
0 – 0,01	Muito Baixa
0,1 – 0,3	Baixa
0,3 – 0,5	Moderada
0,5 – 0,7	Alta
0,7 – 0,9	Muito Alta
0,9 – 1,0	Quase perfeita

O Índice de Concordância de Willmott, “d”, mede a dispersão dos dados em relação à reta “1:1”, isto é, mede a exatidão dos valores simulados em relação aos medidos. Este índice varia de “0 a 1”, sendo que quanto mais próximo de 1, menor a amplitude dos erros. O Índice de Concordância de Willmott, “d”, é descrito pela

equação (5):

$$d = 1 - \frac{\sum M_i - O_i}{\sum |M_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|^2} \quad (5)$$

sendo "M_i" os valores calculados pelo modelo, "O_i" os valores experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 2 e 3 observa-se a relação entre umidade relativa observada e simulada para o período de verão e inverno para o município de Ituporanga/SC. Observa-se um alto índice de correlação entre os dados coletados *in loco* e os valores obtidos matematicamente por meio do modelo físico-matemático proposto por DELGADO *et al.*, (2007). Para o período de 20 anos o coeficiente de correlação obteve valores acima de 0,84 (r^2) para o verão e 0,83 (r^2) para o inverno, mostrando que a modelagem apresentou uma correlação quase perfeita, uma vez que, seguindo a metodologia de HOPKINS (2009), foram alcançados valores de r para ambas as estações superiores a 0,91.

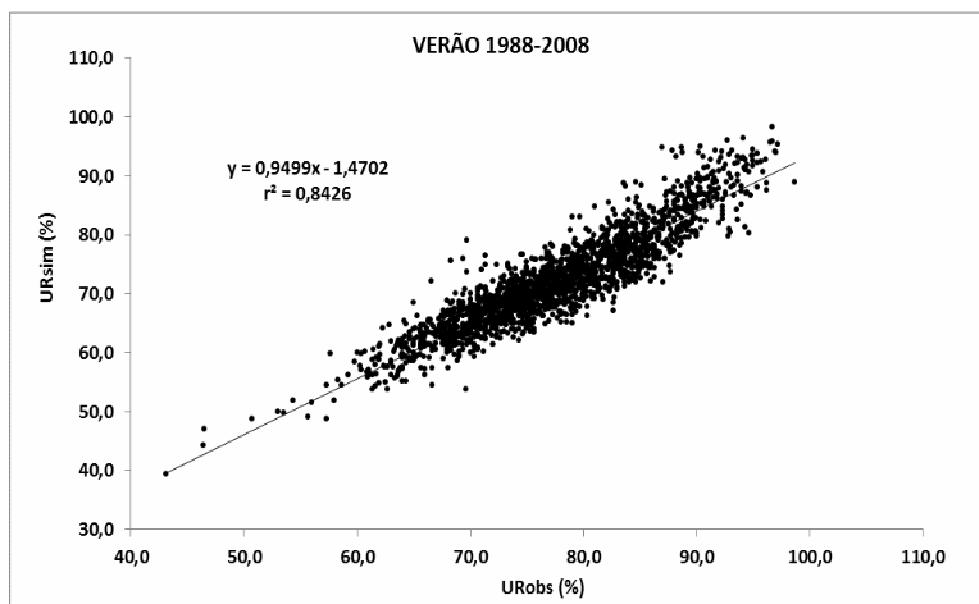


FIGURA 2. Relação entre os valores diários da umidade relativa observada e simulada para o verão município de Ituporanga/SC.

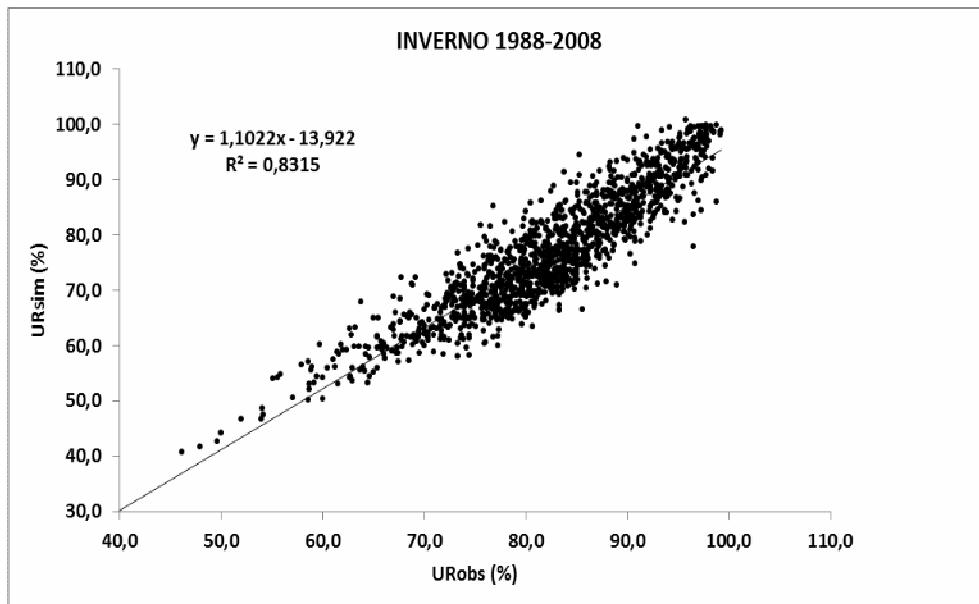


FIGURA 3. Relação entre os valores diários da umidade relativa observada e simulada para o inverno município de Ituporanga/SC.

Analizando as Figura 4 e 5 observa-se a estimativa da umidade relativa do ar para a cidade de Ituporanga/SC. Em alguns casos isolados, é visto que o modelo superestimou os dados observados para ambas as estações. Todavia, isto pode ter ocorrido devido algum erro de leitura na obtenção de dados pelo avaliador na coleta de campo ou mesmo a ausência de dados comparativos, COSTA (2004) demonstra também esse acontecimento de superestimação de dados em alguns casos, porém os valores não são significativos, pelo fato de não haver diferença estatística, a 5% de significância, entre o resultado do modelo e o valor medido.

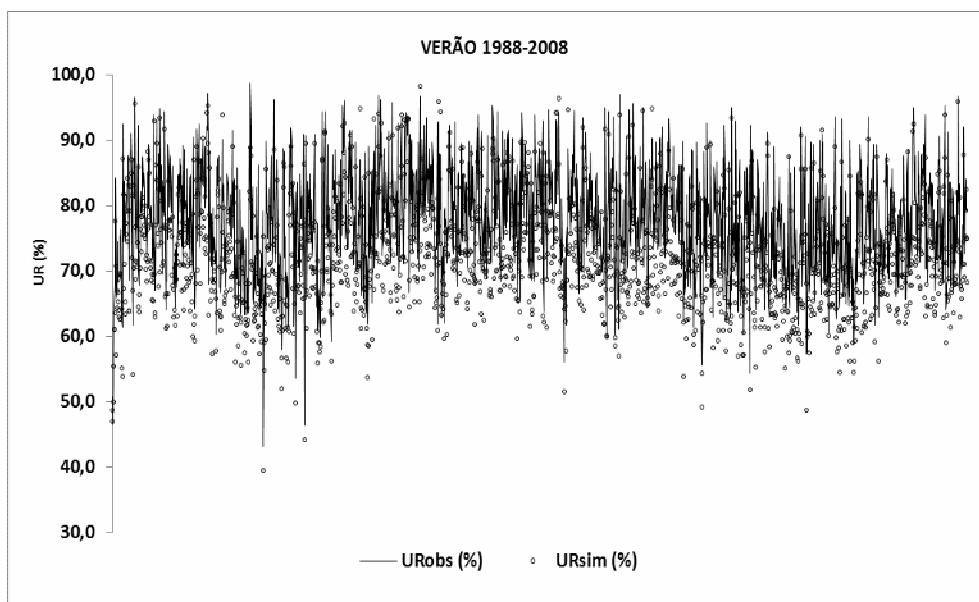


FIGURA 4. Estimativa da umidade relativa do ar para o verão em Ituporanga/SC.

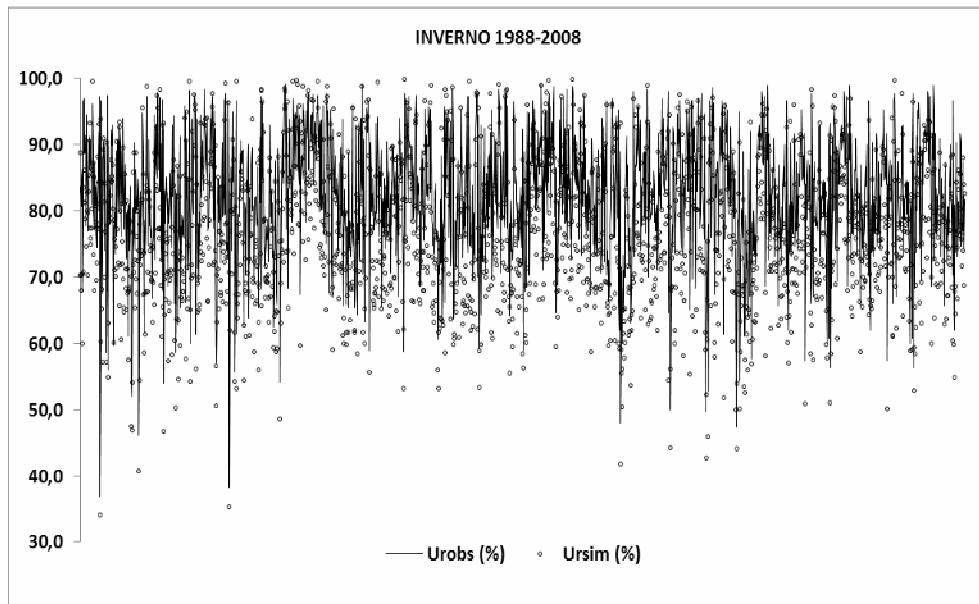


FIGURA 5. Estimativa da umidade relativa do ar para o inverno em Ituporanga/SC.

Em termos gerais, nota-se que a modelagem para o verão teve um melhor resultado com relação ao seu desempenho, porém a modelagem para o inverno não difere da modelagem de verão a ponto de ser descartada estatisticamente. A modelagem para verão apresentando uma exatidão acima de 97%, onde os dados estimados tiveram uma distribuição uniforme em quase todo transcorrer dos dados observados (Tabela 2). Para o período de inverno, também foi obtido um bom desempenho do modelo em simular a umidade relativa do ar, com índice de concordância de Willmott “d” acima de 0,87, e forte correlação “r”, acima de 0,90. Resultados similares foram encontrados por DELGADO *et al.*, (2007) utilizando a mesma metodologia para o estado de São Paulo.

TABELA 2. Dados estatísticos obtidos para a validação da equação.

Período	R	r ²	RMSE	d
Verão	0,91	0,84	6,16	0,97
Inverno	0,91	0,83	7,22	0,87

Observando o RMSE, o período de verão ainda apresenta-se melhor se comparado ao inverno, SILVA *et al.*, (2007) ao realizarem a modelagem para o estado de Pernambuco, observaram melhor eficiência de sua modelagem quando em períodos de verão, indicando que variáveis climáticas podem interferir na modelagem, quando utilizam valores como temperatura máxima, média e mínima.

De forma geral nota-se que o modelo adotado para a realização da modelagem apresentou um bom desempenho e isso evidencia que esta modelagem apresenta-se como de grande expressividade para a simulação da umidade relativa do ar.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio da modelagem proposta por DELGADO *et al.*, (2007) mostram que este método é uma ferramenta de grande importância para a

estimativa da umidade relativa. Partindo apenas dos dados coletados pela estação automática de Ituporanga (A863), foi possível estimar e traçar um padrão físico-matemático da umidade relativa do ar para a cidade de Ituporanga/SC. Esta modelagem demonstrou uma baixa oscilação entre os dados obtidos pelo método de DELGADO *et al.*, (2007) e os valores observados pela estação automática para a variável em questão. Desta forma, evidencia-se que a modelagem é uma representação bastante fiel desta variável climatológica.

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N.E. de M.; ARAÚJO, A.E. de; BENASSI, A.C.; AMARAL, J.A.B.; SEVERINO L.S.; CARDOSO, G.D. Zoneamento e época de plantio para o algodoeiro no norte do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p. 99-105, 2003.
- BRITO, J.I.B. de.; AMORIM, M.R.B. **Análise da umidade relativa do ar em localidades da região sudestes do brasil no período de 1961 a 2010.** XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Gramado – RS, 2012
- COSTA., Edilson. LEAL, Paulo A. M., JUNIOR, Ruy R. do Carmo. **Modelo de simulação da temperatura e umidade relativa do ar no Interior de estufa plástica.** 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/eagri/v24n1/v24n01a08.pdf> Acessado em: 21/10/2012
- DELGADO, R. C., SEDIYAMA, G. C., ANDRADE, R. G., LIMA, E. de P., MENEZES, S. J. M. da C. **Estimativa da umidade relativa do ar a partir de dados de temperaturas máxima e mínima do ar para Viçosa/MG.** XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Aracaju – SE, 2007.
- HOPKINS, W. G. **Correlation coefficient.** 2009. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html> Acessado em: 18 de junho de 2012.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma Perspectiva em Recursos Terrestres.** São José dos Campos-SP: Parêntese, 2009.
- LOWEN A.C.; MUBAREKA, S.; STEEL, J.; PALESE, P. Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. **PLoS Pathog**, v.3, n.10, e151, 2007.
- PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M. S.; FERRARI, W. R.; PEZZOPANE, J. E. M. Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. **Revista ciência agronômica**, v. 42, p. 865-871, 2011.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO, J.C.F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.6, n.1, p. 57-61, 1998.
- SILVA, T.G.F. et al. **Umidade relativa do ar: estimativa e espacialização para o estado de Pernambuco.** XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Aracaju – SE 2007.

TURCO, S.H.N.; SILVA, T.G.F da; SANTOS, L.F.C. dos; RIBEIRO, P.H.B; ARAÚJO, G.G.L; JUNIOR, E.V.H; AGUIAR, M.A. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado da Bahia. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p. 20-27, 2006.

WILLMOTT, C. J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, 1985. v. 90, p. 8995-9005.