

## ESTIMATIVA DA MÉDIA DIÁRIA DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

Antonio Ribeiro da Cunha<sup>1</sup>, João Francisco Escobedo<sup>1</sup>, Dinival Martins<sup>1</sup>

**ABSTRACT** - This work evaluated the methods of estimate of the daily average of temperature and humidity relative of the air in protected environment. The methods were: arithmetic average, IAC, INMET, e values maximum and minimum. The obtaining of the temperature data and relative humidity of the air were through sensor automatic, in condition of protected environment and in field. The medium temperature of the air was determined better by the method of IAC for field condition, and in protected environment the method of INMET. The humidity relative average of the air was determined better by the method of IAC for the field conditions and protected environment.

### INTRODUÇÃO

A temperatura do ar atua como regulador de crescimento e desenvolvimento de um vegetal, pois pode criar condições ótimas ou adversas para esse vegetal. Através do somatório das temperaturas do ar durante o ciclo de qualquer planta é possível avaliar a quantidade de energia que uma espécie vegetal necessita para atingir sua maturidade fisiológica.

Ocorrem muitas alterações micrometeorológicas no interior de ambientes protegidos, e essas alterações dependem do tipo de estrutura e de cobertura do teto e de suas laterais (Edwards & Lake, 1965). Com isso, torna-se importante o conhecimento de um método mais adequado de estimativa da temperatura e umidade relativa do ar no interior desses ambientes, ou seja, que utilize um número reduzido de medidas ao longo do dia, facilitando assim o monitoramento dessas variáveis para um manejo mais adequado desse ambiente pelo agricultor.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os diferentes métodos de estimativa da temperatura e umidade relativa média do ar adotados pelos postos agrometeorológicos convencionais do IAC, do INMET, e dos postos termopluiométricos do Estado de São Paulo (valores extremos), em relação à média diária obtida em estação meteorológica automática, em ambiente protegido.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 20/04/99 à 03/11/99, na área experimental do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, Brasil, SP (latitude: 22° 51' S, longitude: 48° 26' W e altitude: 786 m).

O ambiente protegido utilizado foi do tipo túnel alto não-climatizado e orientado no sentido NNW-SSE, constituído de estrutura de ferro galvanizado, coberto com PEBD de 120 µm e tela plástica preta 50% nas laterais. Suas dimensões são: 7,0 m largura por 40,0 m de comprimento, com pé direito de 2,2 m e altura central de 4,0 m. A campo, usou-se uma área com as mesmas dimensões.

Utilizou-se 2 sensores Vaisala modelo HMP45C para temperatura e umidade relativa do ar instalados numa altura de 2 m no centro de cada ambiente, e conectados em datalogger Campbell Scientific modelo 21X. A frequência de varredura dos sensores foi de 5 seg, com saída média a cada 5 min, sendo que os valores mínimo e máximo da temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos através de instruções específicas na programação do datalogger para obtenção dos valores em escala diária.

A temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas através dos seguintes métodos (Pedro Júnior et al., 1987):

a) Método da média aritmética:

$$T_{ARITM}(UR) = \frac{\sum T_i(UR)_i}{288}$$

onde i = 00h:05min, 00h:10min,...24h:00min.

b) Método do IAC:

$$T_{IAC}(UR) = \frac{T(UR)_{7h} + T(UR)_{14h} + 2T(UR)_{21h}}{4}$$

c) Método do INMET:

$$T_{INMET}(UR) = \frac{T(UR)_{9h} + 2T(UR)_{21h} + T(UR)_{MAX} + T(UR)_{MIN}}{5}$$

d) Método dos valores extremos:

$$T_{EXTR}(UR) = \frac{T(UR)_{MAX} + T(UR)_{MIN}}{2}$$

em que T é a temperatura do ar (°C) e UR a umidade relativa do ar (%).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os ambientes, independente do método utilizado, observa-se que para o elemento meteorológico temperatura do ar, a média entre os dois ambientes apresentou diferença significativa pelo teste t, sendo que a temperatura do ar foi maior em condição de ambiente protegido. Para o elemento meteorológico umidade relativa do ar, a média entre os dois ambientes não apresentou diferença significativa, sendo que a umidade relativa do ar foi maior em condição de campo (Tabela 1). Isso é confirmado pelo resultado encontrado por Cunha & Escobedo (2003).

Analisando-se num mesmo ambiente, e levando-se em consideração os métodos utilizados para a estimativa das médias de temperatura do ar, observou-se que em condição de campo não diferiu significativamente o método de  $T_{ARITM}$  dos métodos  $T_{IAC}$ ,  $T_{INMET}$  e  $T_{EXTR}$ ; e o método de  $T_{IAC}$  dos métodos  $T_{INMET}$  e  $T_{EXTR}$ . No entanto, diferiu significativamente o método de  $T_{INMET}$  do método  $T_{EXTR}$ . Já em condição de

<sup>1</sup> Depto. de Recursos Naturais - Ciências Ambientais, FCA-UNESP, Cx.Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: [arcunha@fca.unesp.br](mailto:arcunha@fca.unesp.br)

ambiente protegido, não diferiu significativamente o método de  $T_{ARITM}$  dos métodos  $T_{IAC}$  e  $T_{INMET}$ ; e o método de  $T_{IAC}$  do método  $T_{INMET}$ ; havendo diferença significativa entre o método  $T_{ARITM}$  e o método  $T_{EXTR}$ ; e entre o método  $T_{IAC}$  e o método  $T_{INMET}$ ; e entre o método  $T_{INMET}$  e o método  $T_{EXTR}$  (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios com intervalo de confiança e o desvio-padrão das estimativas da temperatura ( $T$  °C) e umidade relativa (UR %) média do ar. Botucatu, UNESP, SP.

Elemento Meteorológico	Campo	Ambiente Protegido
$T_{ARITM}$	19,1±6,7 (3,4) a / c*	19,9±6,9 (3,5) b / c
$T_{IAC}$	19,1±7,1 (3,6) a / ce	19,6±7,1 (3,6) b / ce
$T_{INMET}$	18,8±6,8 (3,5) a / cef	19,7±7,0 (3,6) b / ce
$T_{EXTR}$	19,6±6,7 (3,4) a / ceg	21,1±7,1 (3,6) b / d
$UR_{ARITM}$	67,5±28,6 (14,6) a / c	66,3±27,6 (14,1) a / c
$UR_{IAC}$	67,5±30,6 (15,2) a / cd	67,0±29,3 (14,9) a / cd
$UR_{INMET}$	68,6±28,3 (14,5) a / cde	67,2±27,5 (14,0) a / cd
$UR_{EXTR}$	65,9±24,8 (12,6) a / cdf	64,0±23,5 (12,0) a / ce

\* Valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste  $t$ . Antes da barra – teste entre os ambientes, após a barra – entre os métodos num mesmo ambiente.

(<sup>1</sup>) Número entre parênteses indica o desvio-padrão da média.

Da mesma forma, analisando os métodos utilizados para a estimativa das médias da umidade relativa do ar, observou-se que em condição de campo, não diferiu significativamente o método de  $UR_{ARITM}$  dos métodos  $UR_{IAC}$ ,  $UR_{INMET}$  e  $UR_{EXTR}$ ; o método  $UR_{IAC}$  dos métodos  $UR_{INMET}$  e  $UR_{EXTR}$ ; e o método  $UR_{INMET}$  do método  $UR_{EXTR}$ . No entanto, diferiu significativamente o método de  $UR_{INMET}$  do método  $UR_{EXTR}$ . Já em condição de ambiente protegido, não diferiu significativamente o método de  $UR_{ARITM}$  dos métodos  $UR_{IAC}$ ,  $UR_{INMET}$  e  $UR_{EXTR}$ ; e o método de  $UR_{IAC}$  do método  $UR_{INMET}$ ; havendo diferença significativa entre o método  $UR_{INMET}$  e o método  $UR_{EXTR}$  (Tabela 1).

Pela Tabela 2, observa-se que a temperatura média do ar foi melhor estimada pelo método do IAC para as condições de campo, e para as condições de ambiente protegido foi o método do INMET. A umidade relativa média do ar foi melhor estimada pelo método

do IAC para as duas condições, de campo e ambiente protegido. Tanto para a temperatura do ar, como para a umidade relativa do ar, os métodos do IAC e do INMET apresentaram-se mais adequados para a estimativa do que o método dos valores extremos. Pezzopane et al. (1995) também concluíram que o método do INMET foi o melhor em relação ao método dos valores extremos.

Tabela 2. Diferenças entre a temperatura ( $T$  °C) e umidade relativa (UR %) do ar obtida pela média aritmética e as obtidas pelos métodos do IAC, INMET e dos valores extremos. Botucatu, UNESP, SP.

Diferenças	Campo	Ambiente Protegido
$T_{ARITM} - T_{IAC}$	-0,01	0,24
$T_{ARITM} - T_{INMET}$	0,23	0,14
$T_{ARITM} - T_{EXTR}$	-0,50	-1,20
$UR_{ARITM} - UR_{IAC}$	-0,02	-0,76
$UR_{ARITM} - UR_{INMET}$	-1,09	-0,99
$UR_{ARITM} - UR_{EXTR}$	1,63	2,22

## REFERÊNCIAS

- Cunha, A.R., Escobedo, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.11, p.15-26, 2003.
- Edwards, R.J., Lake, J.V. Transmission of solar radiation in a large-span east-west glasshouse II. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v.10, p.125-131, 1965.
- Pedro Júnior, M.J., Camargo, M.B.P., Macedo, L.A. *Guia para o observador dos postos agrometeorológicos do Instituto Agrônomo*. Campinas, 59p. 1987. (Boletim Técnico nº 116)
- Pezzopane, J.E., Pedro Júnior, M.J., Pezzopane, J.R.M., Ortoloni, A.A., Sentelhas, P.C. Estimativa da temperatura média em estufas com cobertura plástica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., Campina Grande, 1995. *Anais...*, Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p.58-59.