

## **AValiação DE DIFERENTES METODOLOGIAS EMPREGADAS NA ESTIMATIVA DE TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA DO AR, NATAL-RN**

**E. R. F. LEDO<sup>1</sup>, M. G. SILVA<sup>2</sup>, D. H. NOGUEIRA<sup>3</sup>, E. P. MIRANDA<sup>4</sup>, L. D. P. LIMA<sup>2</sup>**

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo estimar a temperatura média diária do ar com o emprego de diferentes metodologias, em Natal-RN. Foram avaliados quatro métodos de estimativas de temperatura média do ar em relação ao método padrão (INMET). Os resultados foram analisados por meio de regressões lineares simples, erro padrão de estimativa (EPE), porcentagem (%), índice de concordância (d) e pelo índice de confiança ou desempenho (c). Os quatro métodos avaliados foram classificados como “Ótimo”, com coeficiente de desempenho “c” com valores de 0,96, 0,95, 0,94 e 0,90, respectivamente com as equações 4, 5, 2 e 3, e índice de concordância “d” de 0,98, 0,98, 0,97 e 0,93 respectivamente. Para as condições climáticas da região em estudo, qualquer um dos métodos pode estimar a temperatura média diária do ar com boa precisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elementos meteorológicos, desempenho, temperatura média do ar.

**ABSTRACT:** This study aimed to estimate the average daily air temperature with the use of different methodologies, in Natal-RN. We evaluated four methods for estimating the average air temperature in relation to the standard method (INMET). The results were analyzed using linear regression, standard error of estimate (SEE), percent (%) index of agreement (d) and the index of confidence or performance (c). The four methods evaluated were rated "Optimum," with a coefficient of performance "c" with values of 0.96, 0.95, 0.94 and 0.90 respectively with equations 4, 5, 2 and 3, and agreement index "d" of 0.98, 0.98, 0.97 and 0.93 respectively. For the climatic conditions of the region under study, either method can estimate the average daily air temperature with good accuracy.

**KEYWORDS:** weather elements, performance, average air temperature.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem do IFCE - Campus Iguatu. Rodovia Iguatu-Várzea Alegre, Km 05, Vila Cajazeiras-CEP 63500-000, Iguatu -CE; E-mail: eder\_ramon@hotmail.com

<sup>2</sup> Aluno do Curso Superior Tecnologia em Irrigação e Drenagem – IFCE Campus Iguatu, E-mail: mairtong@hotmail.com; lucas\_carius@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Prof. Dr. IFCE Campus Iguatu, E-mail: dijaumahonorio@ifce.edu.br

<sup>4</sup> Prof. Msc. do IFCE – Campus Iguatu, E-mail: eu.paceli@yahoo.com.br

## **INTRODUÇÃO**

O conhecimento das temperaturas mínimas e máximas pode auxiliar no zoneamento agrícola de uma região, na estimativa do ciclo das culturas e na definição da época de semeadura (GALVANI et al., 2000).

A temperatura do ar à superfície da terra apresenta um comportamento cíclico, passando por uma temperatura máxima e por uma mínima durante o dia. Pela própria definição, a temperatura média diária do ar deveria ser considerada como a média aritmética de todas as temperaturas observadas a intervalos regulares e curtos. Porém a temperatura média do ar diária apresenta diferentes metodologias de cálculo, quando não se dispõe de equipamentos automáticos com capacidade de medir em intervalos menores e obter a média diária de forma mais próxima da realidade (BORGES, 2004).

No Brasil, assim como em quase todos os países, a temperatura média diária do ar é estimada através de um parâmetro chamado de temperatura compensada, cujo seu valor é calculado através da fórmula desenvolvida por SERRA (VAREJÃO-SILVA, 2000).

A verificação da confiabilidade de métodos utilizados para estimar a temperatura média do ar é importante, visto que valores de temperatura são frequentemente utilizados para avaliar efeitos positivos ou negativos em atividades agrícolas como produção agropecuária, irrigação, zoneamentos agroclimáticos, estudos de mudança climática, entre outras (JERSZURKI & SOUZA, 2010).

A temperatura do ar é, dentre os elementos climáticos, o que promove maiores efeitos diretos e significativos sobre muitos processos fisiológicos que ocorrem em plantas e animais, portanto, seu conhecimento se torna fundamental em estudos de planejamento agrícola e em análises de adaptação de culturas a determinadas regiões com características distintas (MEDEIROS et al., 2005).

Diante da importância do estudo da temperatura do ar, este trabalho teve por objetivo estimar a temperatura média diária do ar com o emprego de diferentes metodologias, em Natal no Estado do Rio Grande do Norte.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os elementos climáticos utilizados neste trabalho foram obtidos da Estação Automática de Natal-RN localizada a latitude de 5° 50' S, longitude 35° 12' W e altitude de

65 m, pertencente à rede de observações meteorológicas de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O clima da cidade de Natal, segundo a classificação de Köppen é do tipo climático AS', é um clima quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e verão seco (ANDRADE, 1977), influenciado pelas massas de ar oriunda do Oceano Atlântico, constituída pelos ventos alísios de Sudeste para Noroeste, responsáveis pelas condições climáticas amenizantes da cidade. O período chuvoso compreende os meses de março a julho, sendo que as máximas estão entre abril e julho, registrando chuvas torrenciais e esparsas.

Neste estudo foram utilizados dados horários de temperatura do ar, sendo 24 observações do dia e as temperaturas mínimas e máximas compreendendo o período de um ano, de janeiro a dezembro de 2008.

As estimativas da temperatura média diária do ar foram realizadas empregando cinco equações. Sendo o método recomendado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) adotado como padrão (Equação 1), a segunda equação, proposta pelo Serviço Meteorológico do Estado de São Paulo (Equação 2), a terceira, média das temperaturas máxima e mínima do dia, recomendada pela FAO (Equação 3), a quarta, média aritmética das 24 observações horárias (Equação 4) e a última equação, a média aritmética das 8 observações realizadas a cada três horas (Equação 5), descrito por WEISS & HAYS (2005).

$$Tm1(INMET) = \frac{Ta^{9h} + T_{max} + T_{min} + 2 \cdot Ta^{21h}}{5} \quad (1)$$

$$Tm2 = \frac{Ta^{7h} + Ta^{14h} + 2 \cdot Ta^{21h}}{4} \quad (2)$$

$$Tm3(FAO) = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (3)$$

$$Tm4 = \frac{\sum_{i=1}^{24} Ti}{24} \quad (4)$$

$$Tm5 = \frac{\sum_{i=1}^8 T3i}{8} \quad (5)$$

em que: Tm1(INMET), Tm2, Tm3(FAO), Tm4, e Tm5 - temperatura média diária do ar (°C); Tmax - temperatura máxima do ar do dia (°C); Tmin - temperatura mínima do ar do dia (°C); Ta<sup>9h</sup> e Ta<sup>21h</sup> - temperatura do ar observada às 9 e às 21 horas, respectivamente (°C); Ta<sup>7h</sup>, Ta<sup>14h</sup> e Ta<sup>21h</sup> - temperatura do ar às 07, 14 e às 21 horas, respectivamente (°C); Ti e T3i - temperatura do ar observada a cada hora e a cada três horas, respectivamente (°C).

Para avaliar o grau de exatidão entre valores de temperatura média diária do ar, estimada com o método do INMET (padrão) e os demais métodos, utilizou-se o índice “d” de concordância ou exatidão de WILLMOTT et al. (1985), onde seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita).

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n [(P_i - \bar{O}) + (O_i - \bar{O})]^2} \right] \quad (6)$$

em que: d – índice de concordância ou exatidão;  $P_i$  – temperatura média do ar estimada pelo método considerado ( $^{\circ}\text{C}$ );  $O_i$  – temperatura do ar estimada com método do INMET (padrão), ( $^{\circ}\text{C}$ );  $\bar{O}$  – média das temperaturas médias diárias do ar, estimada com o método do INMET (padrão), ( $^{\circ}\text{C}$ ); n - número de observações.

Os resultados ainda foram analisados por meio de regressões lineares simples, erro padrão de estimativa (EPE), porcentagem (%) e pelo índice de confiança ou desempenho (c) de CAMARGO & SENTELHAS (1997), em que ( $c = r.d$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices estatísticos da estimativa de temperatura média diária do ar com as quatro metodologias avaliadas em relação o método padrão, recomendado pelo INMET podem ser observados na (Tabela 1). O primeiro índice refere-se o quanto o método superestima ou subestima o método padrão, em que verifica-se que as equações 2, 4 e 5 apresentam resultados bem próximos do método padrão, já a utilização da equação 3, superestima o método padrão em 2,56%.

Outro índice avaliado foi o erro padrão de estimativa (EPE), em que os menores valores foram encontrados com as equações 4 e 5, ambas com EPE de  $0,36^{\circ}\text{C}$ , a equação 2 apresentou EPE de  $0,41^{\circ}\text{C}$  e o maior valor com a equação 3, EPE de  $0,72^{\circ}\text{C}$ .

As quatro equações apresentaram coeficiente de correlação (r) igual ou maior do que 0,97, indicando alta correlação entre os métodos avaliados em relação ao padrão.

Para o índice de exatidão (d) verifica os maiores valores com a utilização das equações 4 e 5, ambas com valores de 0,98 e equação 2, com “d” de 0,97, valores próximos de “1” (concordância quase perfeita). A equação 3 apresentou “d” de 0,93.

O último índice avaliado foi o coeficiente de desempenho (c), onde segunda a classificação de CAMARGO & SENTELHAS (1997) as quatro metodologias avaliadas apresentaram desempenho “Ótimo”, em que os valores maiores foram encontrados com a utilização das equações 4, 5 e 2, com “c” de 0,96, 0,95 e 0,94 respectivamente.

Dos quatro métodos avaliados, o que estima a temperatura média diária do ar com a temperatura máxima e mínima do dia (Equação 3), sendo recomendado pela FAO, foi o que apresentou valor abaixo dos demais métodos, com coeficiente de desempenho “c” de 0,90, porém conforme a sua classificação, pode estimar a temperatura média com boa precisão.

Resultados semelhantes aos encontrados por (BORGES, 2004), em que na estimativa da evapotranspiração de referência no município de Paraipaba-CE utilizou métodos de estimativa da temperatura média diária do ar, adotando como padrão a média das 24 observações horárias e mais três métodos, concluindo que pode-se empregar no cálculo da temperatura média do ar, qualquer uma das metodologias propostas.

Já JERSZURKI & SOUZA (2010) não encontraram resultados satisfatórios com esse método, onde estimaram a temperatura média diária do ar em distintas regiões brasileiras empregando métodos alternativos e utilizaram o método recomendado pelo INMET como padrão e dois outros métodos, concluíram que o método do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) estima melhor a temperatura média diária do ar que o método dos Extremos (temperatura máxima e mínima), para o período anual e estações do ano das localidades estudadas.

Tabela 1: Indicadores estatísticos da avaliação das metodologias de estimativa de temperatura média diária do ar.

Métodos	%	EPE	r	d	c	Desempenho
Tm2	100,99	0,41	0,97	0,97	0,94	Ótimo
Tm3	102,56	0,72	0,98	0,93	0,90	Ótimo
Tm4	100,82	0,36	0,98	0,98	0,96	Ótimo
Tm5	100,73	0,36	0,97	0,98	0,95	Ótimo

## CONCLUSÕES

Baseado as condições climáticas da região em estudo, pode-se concluir que as quatro metodologias avaliadas podem ser utilizadas no cálculo da temperatura média diária do ar, pois ambos os métodos apresentaram coeficiente de desempenho “Ótimo” segundo a metodologia empregada na avaliação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, G. O. 1977. Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste. Recife, SUDENE, Coord. Planej. Regional – Div. Política Espacial. 75 p.

BORGES, R. L. M. Evapotranspiração de referência utilizando diferentes metodologias para o cálculo da radiação solar global, da temperatura e da umidade relativa do ar. Fortaleza, 2004. 60p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M. Estimativa da temperatura média diária do ar em distintas regiões brasileiras empregando métodos alternativos. Scientia Agraria, Curitiba, v. 11, n. 5, p. 407-416, Sept./Oct. 2010.

MEDEIROS, S. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JÚNIOR, J. C. F. SILVA JÚNIOR, J. L. C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 2, p. 247-255, 2005.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Brasília: INMET, 2000. 532p.

WEISS, A.; HAYS, C. J. Calculating daily mean air temperatures by different methods: implications from a non-linear algorithm. Agricultural and Forest Meteorology. v. 128, p. 57–65, 2005.

WILLMOTT, C. J. et al. Climatology of terrestrial seasonal water cycle. International Journal of Climatology, v. 5, p. 589-606, 1985.