

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DO AR PARA O MUNICÍPIO DE SOBRAL/CEARÁ

BEATRIZ ANGELIM DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, EUGENIO PACELI DE MIRANDA<sup>2</sup>, ANNA  
HOZANA FRANCILINO<sup>3</sup>, JHON LENNON BEZERRA DA SILVA<sup>4</sup>, MARIA  
FERNANDA DA SILVA VIEIRA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, IFCE – *Campus* Iguatu, beatrizangelim1@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo. Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – *Campus* Iguatu.

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – *Campus* Iguatu.

<sup>4</sup> Eng. Agrícola. Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Ceres.

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – *Campus* Iguatu.

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** A temperatura média do ar é um dos elementos climáticos que mais influencia as atividades fisiológicas das plantas, estando envolvida no seu desenvolvimento, determinação dos estádios fisiológicos e consumo hídrico, através da evapotranspiração. Este trabalho teve como objetivo analisar mensalmente o desempenho de quatro equações de determinação da temperatura média do ar para o município de Sobral/Ceará. Os indicadores de desempenho foram o Erro Padrão de Estimativa (EPE), o Erro Absoluto Médio (EAM) e o Índice de Concordância de Camargo e Sentelha (c). Os resultados mostraram que das quatro equações, a equação 4 apresentou os maiores erros, tanto EPE quanto EAM nos 12 meses do ano e com relação ao Índice de Concordância de Camargo e Sentelha (c), esta equação, apresentou os piores resultados em 10 dos 12 meses do ano. De modo geral, as equações 2, 3 e 5, apresentaram erros muito próximos ao longo dos 12 meses. As equações 2 e 5 se alternaram em apresentar os melhores índices de concordância ao longo do ano, enquanto a equação 3 apresentou os piores resultados desse parâmetro em 6 meses do ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** índice de concordância, modelagem climática, temperature média.

## ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF METHODS FOR DETERMINING THE AVERAGE MONTHLY AIR TEMPERATURE FOR THE MUNICIPALITY OF SOBRAL/CEARÁ

**ABSTRACT:** Average air temperature is one of the climatic elements that most influences the physiological activities of plants, being involved in their development, determination of physiological stages and water consumption, through evapotranspiration. This work aimed to analyze on a monthly basis the performance of four equations for determining the average air temperature for the municipality of Sobral/Ceará. The performance indicators were the Standard Error of Estimation (EPE), the Mean Absolute Error (EAM) and the Camargo and Sentelha Agreement Index (c). The results showed that of the four equations, equation 4 presented the largest errors, both EPE and EAM in the 12 months of the year and in relation to the Camargo and Sentelha Agreement Index (c), this equation presented the worst results in 10 of the 12 months of the year. In general, equations 2, 3 and 5 showed very close errors over the 12 months. Equations 2 and 5 alternated in presenting the best agreement rates

throughout the year, while equation 3 presented the worst results for this parameter in 6 months of the year.

**KEYWORDS:** concordance index, climate modeling, average temperature.

**INTRODUÇÃO:** O conhecimento das variáveis meteorológicas é importante nos estudos relacionados ao desempenho das culturas agrícolas, e a temperatura do ar é a que mais interfere nos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, influenciando, principalmente, na velocidade das reações químicas e nos processos internos de translocação de assimilados (PEREIRA et al., 2002; BENEVIDES et al., 2007). A temperatura do ar é um fator que provoca efeitos no desenvolvimento vegetal, animal e dos seres vivos (MEDEIROS et al., 2012). Para se trabalhar com dados precisos, é de suma importância utilizar-se de métodos que venha a estimar a temperatura de forma confiável. Dentre as variáveis atmosféricas com maior utilização para o desenvolvimento de estudos de impactos ambientais, a temperatura do ar tem se destacado para processos meteorológicos e hidrológicos (NOGUEIRA et al., 2012; CORREIA et al., 2011). Na meteorologia, a temperatura média do ar é constantemente atribuída em estudos de investigação climática, estimativa da evapotranspiração, bem como para a previsão do tempo (JANATIAN et al., 2016), evidenciando a significatividade da verificação de métodos confiáveis para se estimar da temperatura média do ar. Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o desempenho dos diferentes métodos para determinação da temperatura média do ar para o município de Sobral/CE.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O município de Sobral está localizado na região norte do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas de latitude 3°30'0,0" S e 4°15'0,0" S, e longitude 39°50'0,0" W e 40°40'0,0" W, com uma área de aproximadamente 2.122,98 km<sup>2</sup>. De Clima semiárido, com períodos chuvosos concentrados de janeiro a maio, com temperaturas variando de 21 a 39°C e médias entre 26 e 28°C. Abaixo estão relacionadas as equações usadas para determinação da temperatura média diária do ar, sendo a Equação 1 considerada como padrão e recomendada pela FAO.

$$T_{med}(FAO) = \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} \quad (1)$$

$$T_{med2} = \frac{T_{max} + T_{min} + T^{9h} + 2 \cdot T^{21h}}{5} \quad (2)$$

$$T_{med3} = \frac{T^{7h} + T^{14h} + 2 \cdot T^{21h}}{4} \quad (3)$$

$$T_{med4} = \frac{\sum_1^8 T_{3i}}{8} \quad (4)$$

$$T_{med5} = \frac{\sum_1^{24} T_i}{24} \quad (5)$$

Em que: T<sub>med</sub> – temperatura média diária do ar (°C); T<sub>max</sub> – temperatura máxima do ar (°C); T<sub>min</sub> - temperatura mínima do ar (°C); T<sup>7h</sup> - temperatura do ar medido as 7 horas (°C); T<sup>9h</sup> - temperatura do ar medido as 9 horas (°C); T<sup>14h</sup> - temperatura do ar medido as 14 horas (°C); T<sup>21h</sup> - temperatura do ar medido as 21 horas (°C); T<sub>i</sub> - temperatura do ar medido a cada 1 hora (°C) e T<sub>3i</sub> - temperatura do ar medido a cada 3 horas (°C).

Para analisar o desempenho dos métodos em relação ao método padrão, foram usados o Erro Padrão de Estimativa (Equação 6), o Erro Absoluto Médio (Equação 7) e o Índice de Concordância de Camargo e Sentelha (Equação 8).

$$EPE = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n - 1} \right]^{0,5} \quad (6)$$

$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{n} \quad (7)$$

$$c = d \cdot r \quad (8)$$

Em que:  $O_i$  – Temperatura média do ar estimada pelo método padrão ( $^{\circ}\text{C}$ );  $P_i$  – Temperatura média do ar estimada pelo método avaliado ( $^{\circ}\text{C}$ );  $n$  – número de observações;  $c$  – índice de concordância de Camargo e SentelhaS (adimensional);  $d$  – índice de Willmott (adimensional) e  $r$  – coeficiente de correlação de Pearson (adimensional).

O Índice de Concordância de Camargo e Sentelha (Equação 8) é obtido pelo produto do Coeficiente de Willmot (Equação 9) pelo coeficiente de correlação de Pearson (Equação 10).

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (9)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}|)(|O_i - \bar{O}|)}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2][\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2]}} \quad (10)$$

Em que:  $d$  – índice de concordância de Willmott;  $r$  – coeficiente de determinação;  $P_i$  –  $i$ -ésimo valor do método a ser ajustado;  $O_i$  –  $i$ -ésimo valor do método padrão;  $\bar{O}$  – valor médio do método padrão.

A Tabela 1 mostra a classificação do Índice de Concordância de Camargo e Sentelha

Índice de Desempenho (c)	Classificação
>0,85	Ótimo
0,76-0,85	Muito Bom
0,66-0,75	Bom
0,61-0,65	Mediano
0,51-0,60	Sofrível
0,41-0,50	Mau
$\leq 0,40$	Péssimo

TABELA 1. Critérios de classificação do índice de desempenho (c).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta o Erro Padrão de Estimativa (EPA) e o Erro Absoluto Médio (EAM) mensal, indicando mensalmente qual equação teve o melhor desempenho. Pela Figura 1 pode-se observar que a Equação 4 apresentou os maiores valores de EPE e EAM, ao longo de todo o ano, e que as Equações 2, 3 e 5 apresentaram valores muito próximos em 11 dos 12 meses, somente no mês de julho houve uma pequena diferença entre elas, sendo que a Equação 2 apresentou o menor valor de EPE e a Equação 3 apresentou o maior valor, entre essas e equações.

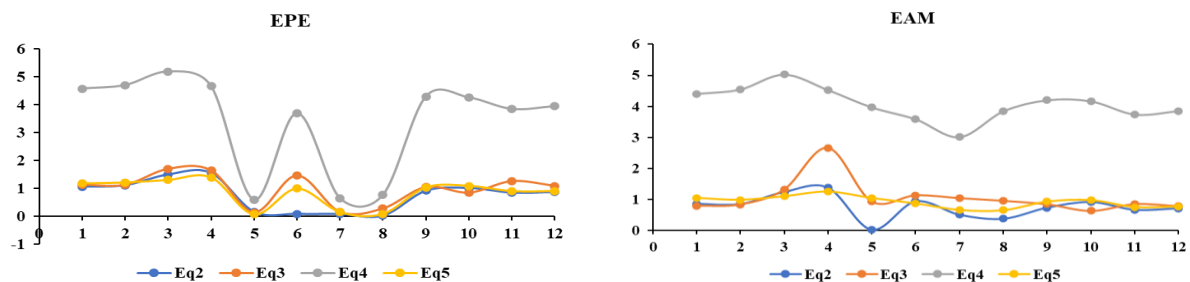


FIGURA 1. Erro Padrão de Estimativa (EPA) e Erro Absoluto Médio (EAM).

Da mesma forma que o Erro Padrão de Estimativa (EPE) e o Erro Absoluto Médio (EAM), a Equação 4 foi a que teve o pior desempenho com relação ao Índice de concordância (c), como pode ser visto na Figura 2.

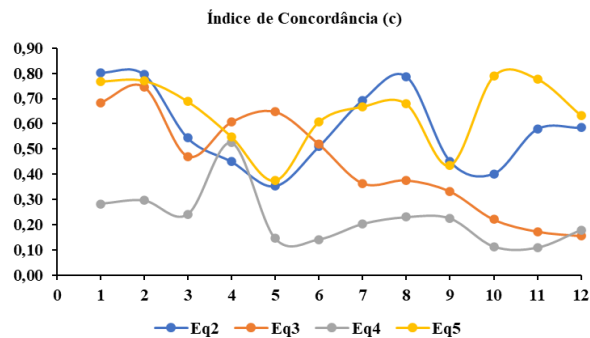


FIGURA 2. Índice de concordância de Camargo e Sentelha.

**CONCLUSÕES:** Das quatro equações avaliadas, não se recomenda usar a Equação 4, por ter apresentado o pior desempenho, podendo ser usada qualquer uma das 3 outras equações, que apresentaram desempenho próximos. Entretanto, pode-se usar as 3 equações, nos meses correspondentes ao seu melhor desempenho.

#### REFERÊNCIAS:

BENEVIDES, R.; MONTES, F.; RUBIO, A.; OSORO, K. Geostatistical modelling o air temperature in a mountainous region of Northern Spain. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 146, p. 173-188, 2007.

CORREIA, M.F.; SILVA, F.S.; SILVA, A.M.R.S.; SANTOS, E.P.; MOURA, M.S.B. Impacto da expansão agrícola na amplitude térmica diária em ambiente semiárido. **Ciência e Natura**, v. Suplementar, p.311-314, 2011.

JANATIAN, N.; SADEGHI, M.; SANAEINEJAD, S. H.; BAKHSHIAN, E.; FARID, A.; HASHEMINIA, S. M.; GHAZANFARI, S. A statistical framework for estimating air temperature using MODIS land surface temperature data. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 3, p. 1181- 1194, 2016. <https://doi.org/10.1002/joc.4766>.

MEDEIROS, R. M.; TAVARES, A. L.; KASCAR, C. B.; SILVA, J. A. S.; SILVA, V. P. R. Metodologias de cálculo da temperatura média diária do ar: aplicação para os municípios de Parnaíba, picos e Gilbués, PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 6, n.4, p.283-295, 20 dez. 2012. INOVAGRI.

NOGUEIRA, V.F.B.; CORREIA, M.F.; NOGUEIRA, V.S. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha - MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.708 -724. 2012.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.