

MODELOS EMPÍRICOS PARA ESTIMATIVA DA VARIAÇÃO DIÁRIA DA TEMPERATURA DO AR EM PIRACICABA/SP

Gustavo Bastos LYRA¹, José Luiz C. S. JÚNIOR², Sílvia N. Monteiro SANTOS², Welliam Chaves Monteiro SILVA²

INTRODUÇÃO

A limitada disponibilidade de dados horários de temperatura do ar, aliado a morosidade de leitura desse elemento nos diagramas do termógrafo, dificulta a realização de diversos trabalhos (ZOLNIER, 1996). Apesar da implantação de estações automáticas nos últimos anos, esse tipo de informação ainda é escasso, ou a densidade de estações não é suficiente para a realização de trabalhos em escalas maiores.

Visando contornar essas dificuldades, ZOLNIER (1996) apresenta um modelo para estimativa da marcha diária de temperatura do ar (T_{ar}). Esse modelo considera que T_{ar} segue uma variação diária senoidal, em que suas variáveis de entrada são as temperaturas do ar das 9:00 h, 21:00 h, máxima e mínima local. Modelo similar é apresentado por CAMPBELL & NORMAN (1998), sendo esse função das temperaturas máxima e mínima do ar.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os modelos de Zolnier (ZOLNIER, 1996) e Campbell (CAMPBELL & NORMAN, 1998) para a estimativa da marcha diária da temperatura do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os valores horários da temperatura do ar foram coletados por um termohigrográfo (HMP35C, VAISALA, Woburn, MA) conectado a um datalogger (CR10, CAMPBELL SCIENTIFIC Inc., Logan, UT), que armazenou valores médios de 1 hora. O sensor estava instalado, a 2 m de altura, numa estação meteorológica automática localizada na área experimental do Departamento de Física do Ambiente Agrícola, pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Piracicaba/SP (latitude: 22° 43'S; longitude: 47° 25' W; altitude: 580m). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo **Cwa** (subtropical úmido – com chuvas no verão e inverno seco).

Foram utilizados dois períodos considerados representativos das estações de verão (janeiro de 2001) e inverno (junho de 2001).

O modelo de Zolnier (ZOLNIER, 1996) foi desenvolvido considerando a marcha típica da temperatura do ar para Viçosa/MG no período de verão, sendo dividido em quatro trechos (AB, BC, CD, DA), descritos a seguir:

- Trecho AB (das 21:00 às 6:00 horário local):

a) Para valores relativos às 22:00, 23:00 e 24:00 horas:

$$t_x = t_{21} - (t_{21} - t_6) \text{sen}[\pi / 2((x - 21) / 9)] \quad (1)$$

b) Para estimativas de valores de 1:00 às 5:00 horas:

$$t_x = t_{21} - (t_{21} - t_6) \text{sen}[\pi / 2((3 + x) / 9)] \quad (2)$$

- Trecho BC (6:00 às 9:00 horário local):

$$t_x = t_9 - (t_9 - t_6) \text{sen}[\pi / 2((9 - x) / 3)] \quad (3)$$

- Trecho CD (9:00 às 15:00 horário local)

$$t_x = t_9 + (t_{m\acute{a}x} - t_9) \text{sen}[\pi / 2((x - 9) / 6)] \quad (4)$$

- Trecho DA (15:00 às 21:00 horário local)

$$t_x = t_{21} + (t_{m\acute{a}x} - t_{21}) \text{sen}[\pi / 2((21 - x) / 6)] \quad (5)$$

em que, t_x é a temperatura estimada pelo modelo no horário x ; t_6 é a temperatura mínima do ar, t_9 é a temperatura do ar das 9:00 horas; $t_{m\acute{a}x}$ é a temperatura máxima do ar; t_{21} é a temperatura do ar das 21:00 horas; x é o horário de estimativa da temperatura.

A variação horária no modelo de Modelo de Campbell (CAMPBELL & NORMAN, 1998) é estimada em função das temperaturas máximas e mínimas, sendo dividido em três trechos:

- Primeiro trecho (das 0:00 às 5:00 horas)

$$T(t) = T_{x,i-1} \Gamma(t) + T_{n,i} [1 - \Gamma(t)] \quad (6)$$

- Segundo trecho (das 5:00 às 14:00 horas)

$$T(t) = T_{x,i} \Gamma(t) + T_{n,i} [1 - \Gamma(t)] \quad (7)$$

- Terceiro trecho (das 14:00 às 24:00 horas)

$$T(t) = T_{x,i-1} \Gamma(t) + T_{n,i+1} [1 - \Gamma(t)] \quad (8)$$

em que,

$$\Gamma(t) = 0,44 - 0,46 \text{ sem}(\omega t = 0,9) + 0,11 \text{ sem}(2\omega t + 0,9) \quad (9)$$

sendo, T_x a temperatura máxima; T_n a temperatura mínima; $\omega = \pi/12$; $t = n^\circ$ o de horas.

Foi utilizada a regressão linear simples para comparar os valores estimados pelos modelos com os medidos na estação automática, para os períodos de verão e inverno. Além do erro padrão de estimativa (EPE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de determinação (r^2) para o ajuste entre os valores medidos e estimados pelos modelos foram elevados, de 0,8097 (janeiro) e 0,8242 (junho), para o modelo de Campbell (Figura 1B e 2B) e de 0,8920, janeiro (Figura 1A) e 0,9206, junho (Figura 2A) para o modelo de Zolnier.

¹ Doutorando do curso de Física do Ambiente Agrícola, LCE/ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11, CP 9. Piracicaba, SP – CEP: 13418 – 900. e-mail: gblyra@esalq.usp.br

² Doutorando do curso de Meteorologia Agrícola, DEA/UFV. e-mail: jlcabral@alunos.ufv.br

O coeficiente angular (b) de todos os modelos foi próximo de 1, sendo que o Modelo de Zolnier apresentou interceptação (a) não significativa ($p < 0,05$) para os dois períodos, enquanto no de Campbell, a interceptação foi acima de 0,90.

O modelo de Zolnier apresentou uma tendência de sempre superestimar os valores medidos, independente do período. Essa superestimativa foi baixa, em torno de 3%. Enquanto que o de Campbell, superestimou os baixos valores, observados durante a noite e subestimou os altos (período diurno), tanto para janeiro como junho.

CABRAL et al. (2000), avaliando os modelos de Zolnier e Campbell para Viçosa/MG, encontraram resultados semelhantes. Essa tendência do modelo de Campbell foi observada também por CAMPBELL & NORMAN (1998) em dia sem nebulosidade no outono para a localidade de Hanford/WA.

O erro padrão de estimativa (EPE) para o modelo de Zolnier foi de 3,25 °C no verão e 3,66 °C para o inverno. Apesar do modelo ter sido desenvolvido considerando a variação diária típica da temperatura do ar no verão, o mesmo apresentou boas estimativas também para o inverno. Já no de Campbell, o EPE para janeiro (3,87 °C) foi superior ao observado pelo de Zolnier, e no inverno (junho) o EPE foi o maior (5,57 °C) determinado entre os modelos e períodos. Assim, o modelo de Campbell é menos indicado para estimativa da variação de T_{ar} nos meses de inverno em Piracicaba/SP.

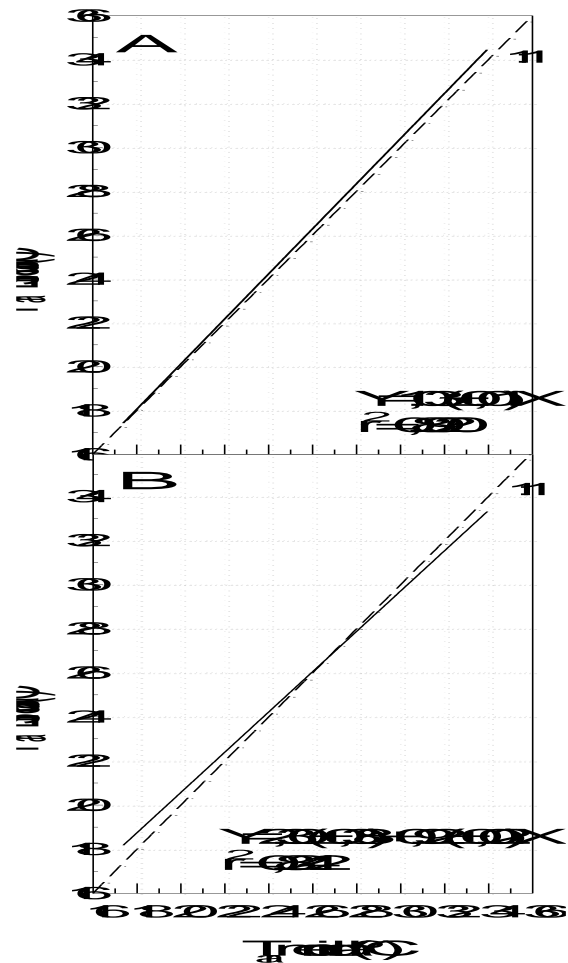


Figura 1 – Valores horários da temperatura do ar e estimados pelos modelos de Zolnier (A) e Campbell (B), para o mês de Janeiro. Piracicaba, SP. 2001.

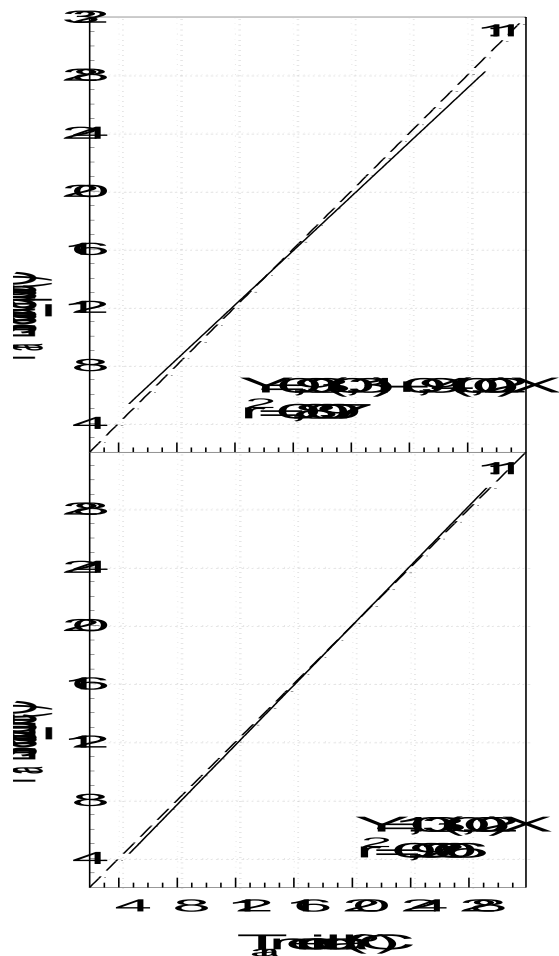


Figura 2 – Valores horários da temperatura do ar e estimados pelos modelos de Zolnier (A) e Campbell (B), para o mês de Junho. Piracicaba, SP. 2001.

CONCLUSÕES

O modelo de Zolnier (ZOLNIER, 1996) foi o que melhor estimou a variação diária da temperatura do ar para Piracicaba/SP, independente da estação (verão ou inverno). Em contraste, o modelo proposto por CAMPBELL & NORMAN (1998) superestimou as temperaturas noturnas e subestimou os valores observados durante o período diurno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, G. S., NORMAN, JOHN M. **An Introduction to environmental biosphysics**, 2^o ed. New York: Springer, 1998. 286 p.
- ZOLNIER, S. Avaliação de modelos para estimativa dos valores médios horários do Índice de Temperatura e Umidade. **Engenharia na Agricultura**. Série: Construções Rurais e Ambiente, Viçosa, MG, v. 5, n. 16, p. 1-17, 1996.
- CABRAL, J.L.; LYRA, G.B.; ZOLNIER, S. Avaliação de modelos para simulação da marcha diária da temperatura em Viçosa/MG. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2000, Fortaleza, CE. **Anais...**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2000. p.