



## Modelagem da temperatura do ar em periodicidade horária para o clima Subtropical úmido de Curitiba

Aline Aparecida dos Santos<sup>1\*</sup>, André Carlos Auler<sup>1</sup>, Jorge Luiz Moretti de Souza<sup>1</sup>, Stefanie Lais Kreutz Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Paraná; \*aline.santos.trabalhos@gmail.com

### Introdução

A maioria das pesquisas envolvendo desenvolvimento e produtividade de culturas agrícolas, de forma direta ou indireta, abrange a temperatura do ar ( $T$ ) como variável de grande influência nas respostas fisiológicas das plantas. Neste contexto, torna-se importante a disponibilidade de dados de  $T$ , os quais frequentemente apresentam inconsistência, resultando em séries de dados incompletos. Para que um banco de dados seja robusto, é necessária uma modelagem adequada dos valores ausentes, a qual pode ser obtida com métodos de estimativa. Dentre os modelos de estimativa de  $T$  horária, ressalta-se o modelo proposto por Campbell e Norman e as regressões fragmentadas.

Diante disto, teve-se por objetivo no presente estudo estimar a  $T$  e suas tendências ao longo das horas do dia, por meio de regressões fragmentadas ( $Tfr$ ) e do modelo Campbell e Norman ( $Tcn$ ).

### Material e métodos

Foram obtidos dados horários de  $T$  entre 01/01/2017 a 31/12/2019, na estação meteorológica de Curitiba (clima  $Cfb$ ), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram verificados na série de  $T$  aspectos como normalidade, homocedasticidade, análise de variância (5% de significâncias), bem como realizada comparação das médias mensais dos dados observados com os valores das Normais Climatológicas do INMET (1981 a 2010).

A calibração compreendeu período entre 01/01/2017 a 01/01/2018, obtendo-se coeficientes “a” e “b” em análise de regressão fragmentada no *Software R*, por meio do pacote ‘easyreg’.

O modelo de Campbell e Norman foi aplicado conforme fracionamentos propostos pelos autores (Eq. 1 a 4), não sendo necessário realizar calibrações, utilizado período entre 02/01/2019 e 31/12/2019. As associações entre os respectivos valores de “ $Tobs$  vs  $Tfr$ ” e “ $Tobs$  vs  $Tcn$ ” foram verificadas em análise de regressão linear simples, considerando coeficiente de correlação ( $r$ ), concordância ( $d$ ) e a raiz quadrada do erro quadrado médio ( $RMSE$ ).

$$\Gamma(t) = 0.44 - 0.46 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{12} + 0.9\right) + 0.11 \cdot \sin(2 \cdot \pi + 0.9) \quad (1)$$

$$T = T_{x,i-1} \Gamma(t) + T_{n,i} [1 - \Gamma(t)] \quad 24 < t \leq 5 \quad (2)$$

$$T = T_{x,i} \Gamma(t) + T_{n,i} [1 - \Gamma(t)] \quad 5 < t \leq 14 \quad (3)$$

$$T = T_{x,i} \Gamma(t) + T_{n,i+1} [1 - \Gamma(t)] \quad 14 < t \leq 24 \quad (4)$$

Sendo:  $T$  – Temperatura do ar obtida na  $i$ -ésima hora ( $^{\circ}C h^{-1}$ );  $\Gamma(t)$  – função da temperatura (adimensional);  $T_{x,i}$  – temperatura máxima na  $i$ -ésima hora do dia ( $^{\circ}C h^{-1}$ );  $T_{n,i}$  – temperatura mínima na  $i$ -ésima hora do dia ( $^{\circ}C h^{-1}$ ). O subscrito  $i$  representa a hora analisada,  $i-1$  é a hora anterior e  $i+1$  é a hora seguinte.

### Resultados

Os dados utilizados para calibração foram consistentes e representativos para o ambiente de estudo, uma vez que foi comprovada normalidade, homogeneidade e similaridade dos dados observados com os dados das Normais Climatológicas.

Os coeficientes “a” e “b” foram obtidos na calibração conforme três fragmentações horárias. No período de verão houve variação abrupta da  $T$  ao longo das horas e, por esse motivo, a  $Tfr$  teve menor desempenho e  $Tcn$  foi o melhor (Tabela 1; Tabela 2). Contudo, a  $Tfr$  permite a verificação exata dos horários em que ocorrem valores máximos e diminuição de  $T$  (Tabela 1), compreendendo ótima ferramenta para análise de tendências.

**Tabela 1:** Três intervalos de quebra para calibração, em regressão fragmentada, sendo obtidos os coeficientes “a” e “b”, considerando o período 24 horas em média estacional.

Estações	Intervalo de quebra	-----Coeficientes-----		r
		“a”	“b”	
Primavera	24:00 ≥ 04:00	16.20	-0.20	0.95
	04:00 ≥ 14:00	12.40	0.70	0.95
	14:00 ≥ 24:00	33.20	-0.70	0.95
Verão	24:00 ≥ 04:00	16.20	-0.20	0.95
	04:00 ≥ 14:00	12.40	0.70	0.95
	14:00 ≥ 24:00	34.80	-0.70	0.93
Outono	24:00 ≥ 06:00	15.20	-0.10	0.96
	06:00 ≥ 14:30	10.90	0.70	0.96
	14:30 ≥ 24:00	28.60	-0.60	0.92
Inverno	24:00 ≥ 06:00	13.40	-0.20	0.96
	06:00 ≥ 15:00	6.40	1.00	0.96
	15:00 ≥ 24:00	35.00	-0.90	0.92

**Tabela 2:** Raiz quadrada do erro quadrado médio ( $RMSE$ ;  $^{\circ}C$ ), índices de concordância ( $d$ ; adimensional) e correlação ( $r$ ; adimensional), obtidos em associação entre dados de  $T$  observados ( $Tobs$ ) e estimados ( $Tfr$  e  $Tcn$ ).

Erros e índices	Primavera	Verão	Outono	Inverno
$RMSE$	1.02	2.88	1.50	1.14
$d$	0.96	0.76	0.89	0.96
$r$	0.94	0.86	0.97	0.92
----- $Tobs$ vs $Tcn$ -----				
$RMSE$	0.42	1.03	0.34	0.42
$d$	0.99	0.96	0.99	0.99
$r$	0.99	0.92	0.99	0.99

### Conclusão

Os modelos testados apresentaram boas associações, o  $Tcn$  obteve melhor ajuste;

A regressão fragmentada permite observações precisas das tendências horárias de  $T$ .