



CALIBRAÇÃO DE MODELO DE ESTIMATIVA DE TEMPERATURA DO AR DE PARTON & LOGAN (1981).

Murilo S. Vianna¹, Lucas Souza², Fábio Marin³, Paulo Cesar Sentelhas⁴

1 Eng. Ambiental, Depto de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP, Fone: (19) 3439-4123, murilodsv@gmail.com

2 Eng. Agrícola, Depto de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP

3 Eng. Agrônomo, Prof. Associado, ESALQ/USP, Piracicaba – SP

4 Eng. Agrônomo, Prof. Associado, ESALQ/USP, Piracicaba – SP

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém – PA.

RESUMO: A temperatura do ar é um elemento de grande importância em escala microclimática, em que passos de tempo menores que o diário são muitas vezes necessários. Esse tipo de dados, contudo, não é comum. Neste caso, Parton e Logan (1981) desenvolveram um modelo empírico para estimativa dos dados horários de temperatura do ar com base em valores de temperaturas máximas e mínimas diárias. Este trabalho buscou calibrar o modelo em função dos dados de temperatura de Piracicaba (SP). Após calibração, foram determinados coeficientes mensais e coeficientes anuais, que são: $a=1,23$, $b=2,22$ e $c=1,17$. Com tais coeficientes, o erro da estimativa caiu de 1,45 para 1,07.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura do ar horária, calibração.

CALIBRATION OF THE PARTON & LOGAN (1981) MODEL FOR ESTIMATING AIR TEMPERATURE

ABSTRACT: The air temperature is an important element for microclimatic scale, where smaller time steps are often required. This type of data, however, is not common. In this case, Parton and Logan (1981) developed an empirical model for estimating hourly data of air temperature based on values of daily maximum and minimum temperatures. This study aimed to calibrate the model as function of the temperature data of Piracicaba (SP). After calibration, coefficients were determined monthly and annual, which are: $a=1.23$, $b=2.22$ and $c=1.17$. With these coefficients, the error of the estimate fell from 1.45 to 1.07.

KEYWORDS: air temperature time, calibration.

INTRODUÇÃO

Na escala micrometeorológica, vários processos biofísicos precisam ser estimados em passos de tempo relativamente pequenos, indo desde a escala horária até escalas inferiores a um segundo. Quanto à temperatura, séries históricas de dados meteorológicos são constituídas basicamente de valores máximos e mínimos de temperatura diários, o que restringe sua aplicação para escalas mais detalhadas. Neste sentido Parton & Logan (1981) (PL) desenvolveram um modelo para prever as variações diurnas de temperaturas do ar e do solo, validando o modelo para uma localidade dos Estados Unidos, com bons resultados.





O modelo conta com três parâmetros dependentes das condições microclimáticas e, portanto, que necessitam de calibração regional. Por se tratar de um modelo simples e de utilidade em trabalhos de escala microclimática, buscou-se aqui desenvolver e aplicar um procedimento de calibração objetiva dos parâmetros do modelo, avaliando o desempenho do modelo calibrado para as condições de Piracicaba.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo PL usa uma função senoidal truncada para prever a variação das temperaturas diurna e uma função exponencial para prever as temperaturas noturnas (equações 1.1 e 1.2). As suposições importantes no modelo são: (a) que a temperatura máxima irá ocorrer durante o dia, algumas horas antes do pôr do sol, (b) que a temperatura mínima vai ocorrer durante a madrugada, ou próxima ao nascer do sol, e (c) que a variação da temperatura durante o dia é descrito por uma função senoidal truncada, enquanto as temperaturas noturnas são descritos por uma função exponencial, como seguem:

$$T_{i, \text{dia}} = (T_{\max} - T_{\min}) \operatorname{sen} \left(\frac{\pi i_{h, \text{dia}}}{N + 2a} \right) + T_{\min} \quad (1.1)$$

$$T_{i, \text{noite}} = T_{\min} + (T_s - T_{\min}) e^{-\left[\frac{b i_{h, \text{noite}}}{(24-N)} \right]} \quad (1.2)$$

Em que: N é o comprimento do dia (h); T_i é a temperatura na hora i ; T_{\max} e T_{\min} são as temperaturas máximas e mínimas, respectivamente; T_s é a temperatura no momento do pôr-do-sol; $i_{h, \text{dia}}$ é o numero de horas entre a hora da temperatura mínima e a hora atual (i) (deve ser considerada somente entre o nascer e o pôr do sol); $i_{h, \text{noite}}$ é o número de horas entre a hora do pôr do sol até a hora atual (i) (deve ser considerada entre o pôr do sol e o momento em que ocorre a temperatura mínima), a é um coeficiente relacionado com a defasagem da temperatura máxima, e b é o coeficiente relacionado com a temperatura mínima; e c é um coeficiente que descreve o tempo entre a temperatura mínima e o nascer do sol.

Para atender os parâmetros de entrada do modelo, utilizou se dados de temperatura máxima e mínima diária da estação meteorológica da ESALQ (Escola Superior Luiz de Queiroz) Piracicaba (SP), dos anos de 1997 a 2011. Inicialmente utilizou se os coeficientes obtidos pelos autores para 1,5 metros de altura ($a=1,86$ $b=2,20$ $c=-0.17$) para estimar a temperatura de toda a serie de dados. Em seguida os coeficientes do modelo foram calibrados para Piracicaba utilizando o método da minimização da soma dos desvios (POWEL,1965).

A calibração foi feita considerando a serie de dados de 1997 a 2007, obtendo se valores mensais e anuais para os parâmetros do modelo. Todos os arquivos e cálculos foram feitos em macro planilhas Microsoft Excel com auxilio de Visual Basic para automatização de alguns processos. Os anos de 2008 a 2011 foram usados para validação do modelo onde os valores estimados e observados passaram por análise estatística dentro do software R 2.12.



RESULTADOS

O método PL aplicado a dois dias de Janeiro e Julho apresentou resultados muito satisfatórios para dias sem nebulosidade. Em dias com alta nebulosidade onde a curva de temperatura horária varia, e os picos de temperatura máxima e mínima podem ocorrer em horários distintos dos pressupostos pelo modelo, o método PL apresentou menor precisão. Principalmente no período vespertino, quando o modelo assume a ocorrência da temperatura máxima. Na Figura 1 é possível observar o bom desempenho do método para um dia sem nebulosidade em janeiro (a) e junho (b). Isso é um indicio de que o método tenha um melhor desempenho em dias de céu limpo, quando a nebulosidade não influencia na incidência de radiação na superfície, e as pressuposições do método de fato ocorrem.

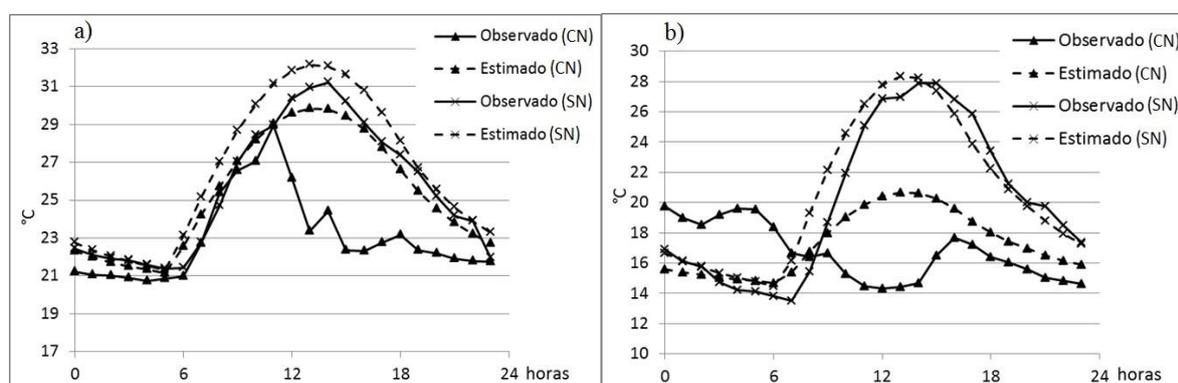


Figura 1- Comparação entre os valores observados e estimados pelo Método de Parton & Logan em dois dias de janeiro (a) e de junho (b), um para dia com alta nebulosidade (CN) e outro para dia com baixa nebulosidade (SN).

Os valores dos coeficientes calibrados pela minimização dos erros (POWEL, 1965) são apresentados na Tabela 1. O coeficiente *a* foi que apresentou maior variação durante o ano, partindo de 0,45 em janeiro até 1,89 em agosto, expressando a variação do tempo de defasagem da temperatura máxima no ano. A mesma variação ocorre com o coeficiente *c* que representa o tempo do nascer do sol até a ocorrência da temperatura mínima, partindo de 0,96 em agosto até 1,55 em janeiro. O coeficiente *b* não apresentou variação significativa e manteve-se quase igual ao valor original proposto pelo autor de 2,20.

Tabela 1. Valores do coeficiente *a*, *b* e *c* do modelo de Parton & Logan obtidos para Piracicaba/SP.

Período	Coeficientes		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
JAN	0,45	2,19	1,55
FEV	0,61	2,35	1,48
MAR	0,96	2,39	1,20
ABR	1,39	2,42	1,04
MAI	1,44	2,31	1,04



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



JUN	1,61	2,35	1,09
JUL	1,75	2,30	1,09
AGO	1,89	2,27	0,96
SET	1,40	2,08	1,01
OUT	1,21	2,28	1,08
NOV	0,95	2,13	1,07
DEZ	0,67	2,04	1,43
ANUAL	1,23	2,22	1,17

O modelo foi avaliado com base nos coeficientes que foram obtidos através da série total utilizada na calibração e mensalmente. A Tabela 2 indica os valores dos índices de desempenho do modelo utilizando os coeficientes obtidos e aplicados na série de 2008 a 2011, avaliando o desempenho mensal e anual. Observa-se que o modelo respondeu satisfatoriamente com ambos os coeficientes na cidade de Piracicaba (SP), tanto os coeficientes mensais como anuais obtiveram classificação como “ótimo” de acordo com os valores do índice *c* (CAMARGO & SENTELHAS, 1997). Porém, os coeficientes obtidos mensalmente, refletiram em menores erros, na maioria dos meses, além de apresentarem maior precisão devido aos coeficientes da reta $a = 0,672$ e $b = 0,987$ (Figura 2b).

Tabela 2. Índices de desempenho do modelo utilizando coeficientes obtidos com a série total e coeficientes obtidos mensalmente; EF – eficiência do modelo; EMA – erro médio absoluto; R^2 - coeficiente de determinação; *d* – índice de Willmott; e *c* – índice de Camargo.

Mês	Coeficiente Anual					Coeficiente Mensal				
	EMA	EF	R^2	<i>d</i>	<i>C</i>	EMA	EF	R^2	<i>d</i>	<i>C</i>
1	1,12	0,78	0,83	0,94	0,85	1,08	0,81	0,82	0,95	0,86
2	1,26	0,75	0,82	0,93	0,84	1,21	0,79	0,81	0,94	0,85
3	0,86	0,91	0,92	0,98	0,94	0,90	0,91	0,91	0,98	0,93
4	0,73	0,95	0,95	0,99	0,96	0,71	0,95	0,96	0,99	0,97
5	0,87	0,92	0,93	0,98	0,94	0,85	0,93	0,93	0,98	0,95
6	1,14	0,91	0,91	0,98	0,93	1,10	0,91	0,92	0,98	0,93
7	1,10	0,89	0,89	0,97	0,92	1,09	0,89	0,90	0,97	0,92
8	1,09	0,91	0,91	0,98	0,93	1,01	0,92	0,92	0,98	0,94
9	1,28	0,83	0,84	0,96	0,88	1,31	0,83	0,84	0,96	0,88
10	1,30	0,83	0,84	0,96	0,88	1,29	0,83	0,84	0,96	0,88
11	1,24	0,80	0,82	0,95	0,86	1,23	0,81	0,83	0,95	0,86
12	1,08	0,84	0,87	0,96	0,89	1,05	0,85	0,86	0,96	0,89
Anual	1,09	0,91	0,92	0,98	0,93	1,07	0,91	0,92	0,98	0,94

Esses valores superam os valores do desempenho do modelo sem a calibração apresentados na Tabela 3, diminuindo o erro médio absoluto de 1,45 para 1,07 e aumentando a eficiência e o desempenho do modelo devido à calibração com os dados de Piracicaba. A melhora do



desempenho do método também é ilustrada pela Figura 2, onde os coeficientes angulares (b) se aproximam de um, e os valores intersecção (a) da reta está mais próximo de zero.

Tabela 3. Índices de desempenho do modelo utilizando coeficientes propostos por Parton & Logan (1981) para serie de 2008 a 2011; EMA – erro médio absoluto; EF – eficiência do modelo; b – coeficiente angular; a – intersecção; R² - coeficiente de determinação; d – índice de Willmott; e c – índice de Camargo.

Índice	Coefficientes Originais
EMA	1,45
EF	0,86
a	1,40
b	0,97
r ²	0,89
d	0,97
c	0,91

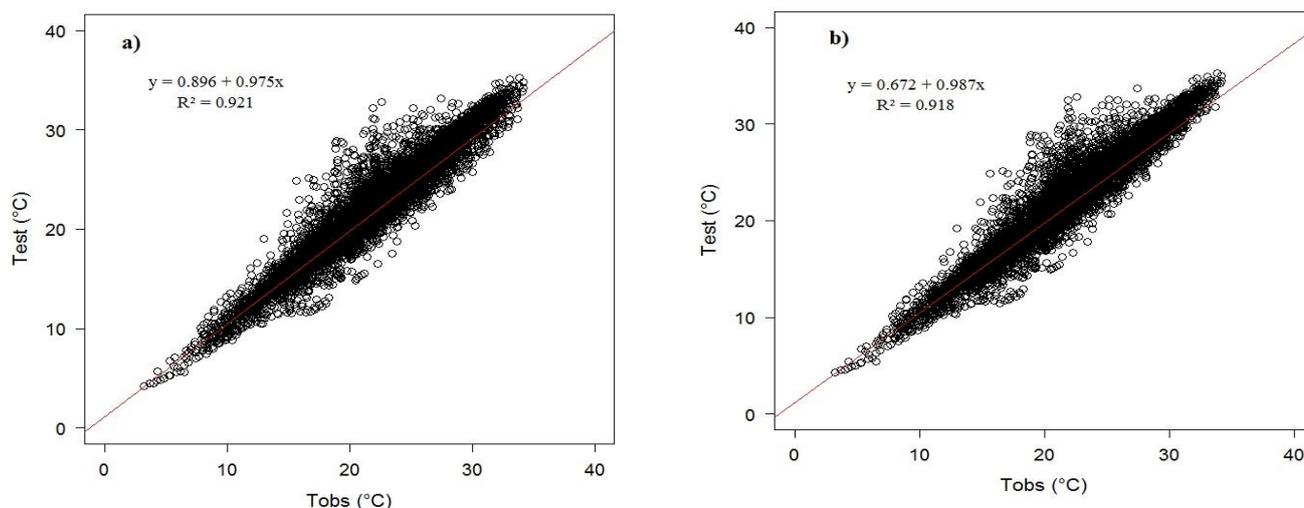


Figura 2 - Regressão entre temperatura do ar estimada e observada utilizando os coeficientes anuais (a) e utilizando coeficientes mensais (b) obtidos pela calibração para Piracicaba/SP,

CONCLUSÕES

O modelo apresentado neste trabalho estimou adequadamente os valores horários da temperatura do ar para Piracicaba/SP. Tanto os coeficientes originais quanto os calibrados obtiveram resultados satisfatórios na estimativa dos valores de temperatura, porém os coeficientes calibrados para região apresentaram melhora no desempenho do método. A calibração diminuiu o erro médio de 1,45 para 1,07 comprovando que o ajuste dos parâmetros para as condições específicas de cada local também podem melhorar o desempenho do método.



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
*Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia*



REFERÊNCIAS

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do Desempenho de Diferentes Métodos de Estimativa da Evapotranspiração Potencial no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

PARTON, W,J,; LOGAN, J,A, 1981, A model for diurnal variation in soil and air temperature, *Agric. Meteorol.*, 23: 205-216.

POWEL, M, J, D,, 1965, A method for minimizing a sum of squares of nonlinear function without calculating derivation, *Computer J.*, 7: 303-307.

