

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE DESAGREGAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR DA ESCALA DIÁRIA PARA HORÁRIA PARA O SUL DO BRASIL

Carolina Kannenberg^{1*}, Caroline Bresciani², Jônatan Dupont Tatsch^{1,3}

1. Programa de Pós-Graduação de Meteorologia UFSM

2. Estudante IC do curso de Meteorologia UFSM

3. Professor do curso de Meteorologia UFSM - Departamento de Física / Orientador

Resumo:

A modelagem da variação horária da temperatura do ar (Tar) é crucial para estender as observações dos extremos diários da temperatura do ar (Temperatura máxima-Tx e mínima - Tn) em aplicações que requerem a simulação da fenologia da cultura e de processos fisiológicos. O objetivo deste trabalho foi calibrar e validar o modelo híbrido de desagregação temporal da Tar (MHDT) da escala diária para horária, baseado nas informações de Tx e Tn, para o sul Brasil.

Foram utilizados dados das Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) INMET, no período de 2008 a 2015. O ciclo diurno médio das EMAs estimado pelo MHDT apresentou um padrão consistente ao observado. As estatísticas da validação para as EMAs indicaram que o Viés médio foi de 0,05 °C, o RMSE médio foi de 1,8 °C e o R2 de 0,88.

Os resultados indicam adequada representação do MHDT da variação horária da Tar, utilizando-o para diversas aplicações, como em modelos fenológicos baseados na soma térmica em graus dia.

Autorização legal: Não se aplica.

Palavras-chave: ciclo diário da Temperatura do ar; regime térmico; desagregação temporal.

Apoio financeiro: PIBIC-CNPq

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFSM

Introdução:

O regime térmico horário da temperatura do ar (Tar) é necessário para aplicações ambientais, agrícolas, hidrológicas, energéticas e climáticas. Exemplos de uso dessa informação incluem: a simulação da fenologia de culturas agrícolas em modelos agrometeorológicos para fins de manejo agrícola (REA; ECCEL, 2006); modelagem do conforto térmico humano e animal (THOMPSON et al., 2014); simulação hidrológica para avaliação de impactos do clima nos recursos hídricos (Tang, Oki e Hu (2008), Waichler e Wigmosta (2002)); concepção de sistemas fotovoltaicos de conversão da radiação solar em eletricidade (AL-AJLAN; FARIS; KHONKAR, 2003) e a previsão da demanda por eletricidade (SAILOR, 2001).

As medidas de Tar necessárias para aplicação dessas ferramentas são mais prontamente disponíveis com resolução temporal diária. Registros horários de Tar fornecem condições mais detalhadas para representação da resposta dos sistemas por meio dos processos físicos, químicos e biológicos simulados. Entretanto, a disponibilidade de dados horários de Tar é incipiente no Brasil. Medidas horárias de Tar são realizadas por Estações meteorológicas Automáticas (EMA) do INMET, com séries temporais mais curtas (~ 8 anos) e uma quantidade significativa de falhas em comparação a séries históricas diárias de temperatura máxima (Tx) e temperatura mínima (Tn) obtidas por Estações Meteorológicas Convencionais (EMC).

Portanto, o objeto deste trabalho é validar um método de desagregação temporal da Tar que considere o efeito da nebulosidade a fim de obter melhor caracterização do regime térmico do sul do Brasil.

Metodologia:

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados horários de Tar de 78 EMAs do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas no sul do Brasil, utilizando-se o critério com o mínimo de 4 anos de dados.

Foi utilizado o modelo híbrido de desagregação temporal da Tar (MHDT) proposto por Eccel (2010), o qual é um aperfeiçoamento do modelo de temperatura proposto por Cesaraccio et al. (2001), que inclui os valores de T_n do dia anterior e posterior ao dia simulado e um parâmetro z (relacionado a ocorrência de nebulosidade à noite e pela manhã).

O modelo é descrito pelo conjunto de 6 equações e assume um ciclo diurno conceitual dividido em 4 partes. A primeira parte representa a curva de variação da temperatura para a madrugada na qual é uma curva que pode assumir a forma de uma parábola (para madrugadas de céu claro) ou uma reta (para madrugadas de céu nublado), que está relacionada ao parâmetro z . O tempo varia das 0 h ao horário da T_n (H_n). A segunda parte corresponde a período de aquecimento diurno, seguindo um padrão de variação senoidal, delimitado por H_n e o horário da temperatura máxima (H_x). A terceira parte é o período de resfriamento diurno entre H_x e o horário do pôr-do-sol (H_s). A quarta parte representa a curva de variação da Tar para a parte inicial da noite, a qual a curva, assim como na primeira parte, pode assumir a forma de uma parábola (para noites de céu claro) ou uma reta (para noites de céu nublado). O tempo varia de H_s até às 23 h.

Os horários da T_n , T_x e do pôr do sol e outros parâmetros foram calibrados mensalmente, a partir dos dados horários, do período de 2008 à 2012. A validação foi feita utilizando os dados de entrada os valores diários (T_n e T_x) e os parâmetros determinados na calibração, do período de 2013 à 2015.

As medidas quantitativas usadas para avaliar o desempenho do modelos de desagregação temporal da Tar foram os índices estatísticos: Raiz do Erro Médio Quadrático (RMSE), o qual fornece uma medida alternativa da acurácia do modelo e um modelo ideal tem $RMSE = 0$, Coeficiente de Determinação (R^2), o qual fornece uma medida da correlação entre os valores simulados e observados e um modelo ideal apresenta $R^2 = 1$, Viés (VIES), o qual fornece estimativa da tendência de subestimativa ou superestimativa e um modelo ideal apresenta $VIES = 0$.

Resultados e Discussão:

O ciclo diurno médio estimado de todas as EMAs obtidas pelo método MHDT (no período calibrado), apresenta uma variação consistente com padrão observado da Tar. O método apresenta uma taxa de aquecimento

diurno maior que a observada, superestima a Tar desde H_x até H_p s, mas com erro inferior a 1°C e o resfriamento noturno simulado é muito próximo ao observado.

A variação espacial do viés obtido pela desagregação pelo MHDT evidenciou uma leve tendência de superestimativa (até $0,2^\circ\text{C}$) para as EMAs mais costeiras e de subestimativa (até $-0,2^\circ\text{C}$) para as regiões mais no interior do continente. A acurácia do método em termos do RMSE variou de $1,3^\circ\text{C}$ na EMA da Ilha do Mel-PR a $2,2^\circ\text{C}$ na EMA de São Mateus do Sul-PR. Em todo Sul do Brasil o RMSE foi inferior a $2,2^\circ\text{C}$. O coeficiente de determinação R^2 indicou que o MHDT explica de 84 a 92% da variabilidade horária da Tar observada para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

A validação do MHDT mostrou índices de desempenho muito comparáveis àqueles do período de calibração. O intervalo de variação Viés no período de validação reduziu em relação ao período de calibração e é inferior a incerteza da medida dos termômetros do INMET ($\pm 0,2^\circ\text{C}$). O RMSE manteve-se constante nos períodos (RMSE médio de $\sim 1,8^\circ\text{C}$). O R^2 obteve uma diminuição de 1% (de 0,89 para 0,88) do período calibrado para o validado.

Conclusões:

As estatísticas suportam uma validação com desempenho satisfatório do MHDT na simulação dos ciclos diurnos da Tar para o Sul do Brasil. A desagregação da temperatura do ar para escala horária, a partir de dados de T_x e T_n , pelo MHDT permite caracterizar o regime térmico horário observado, provendo dados horários com adequada acurácia. Consequentemente pode ser utilizado para aplicação em modelos fenológicos baseados na soma térmica em graus dia; e modelos de conforto térmico animal e humano. O método também possibilita o preenchimento das falhas frequentes nas séries de Tar horárias das EMA do INMET e a geração de séries horárias da Tar fornecida por projeções climáticas globais, geralmente disponíveis somente na escala diária.

Referências bibliográficas

AL-AJLAN, S.; FARIS, H. A.; KHONKAR, H. A simulation modeling for optimization of flat plate collector design in riyadh, saudi arabia. **Renew-able Energy**, v. 28, p. 1325–1339., 2003.

CESARACCIO, C. et al. An improved model for determining degree-day values from

daily temperature data. **Int J Biometeorol**, n. 45, p. 161–169, 2001.

ECCEL, E. What we can ask to hourly temperature recording. Part I: Statistical vs. meteorological meaning of minimum temperature. **Italian Journal of Agrometeorology**, p. 41–43, 2010.

REA, R.; ECCEL, E. Phenological models for blooming of apple in a mountainous region. **International Journal of Biometeorology**, v. 51, p. 1–16, 2006.

SAILOR, D. J. Relating residential and commercial sector electricity loads to climate—evaluating state level sensitivities and vulnerabilities. **Energy**, v. 26, p. 645–657, 2001.

TANG, Q.; OKI, S. K. T.; HU, H. Hydrological cycles change in the yellow river basin during the last half of the twentieth century. **J. Climate**, v. 21, p. 1790–1806, 2008.

THOMPSON, V. A. et al. The development of a dynamic, mechanistic, thermal balance model for bos indicus and bos taurus. **Journal of Agricultural Science**, 2014.

WAICHLER, S. R.; WIGMOSTA, M. S. Development of hourly meteorological values from daily data and significance to hydrological modeling at h. j. andrews experimental fores. **JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY**, p. 251–260, 2002.