

COMPARAÇÃO ENTRE DADOS METEOROLÓGICOS DE ESTAÇÕES CONVENCIONAIS E DADOS ESTIMADOS POR MEIO DE EQUAÇÕES DE REGRESSÃO POLINOMIAL

Carnevskis, Elizabeth Lima¹, Fernando Campos Mendonça²

¹ Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, (55 11) 973731009, elizabeth.carnevskis@usp.br

² Prof. Dr., Depto. de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, (55 19) 98159-1613, fernando.mendonca@usp.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou verificar a possibilidade de utilizar dados meteorológicos estimados para cobrir falhas em séries históricas ou estimar dados em localidades sem estações meteorológicas. Foram empregados dados de temperatura máxima e mínima, precipitação, velocidade do vento e umidade relativa do ar, provenientes do Sistema de Reanálise de Previsões Climáticas (CFRS) do Centro Nacional de Previsões Ambientais (NCEP). Para verificar a compatibilidade dos dados, foi realizada uma análise comparando dados de quatro estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os dados do Posto Meteorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) com as respectivas estações presentes no banco de dados do CFRS. Foram calculadas as médias diárias dos dados de todas as estações estudadas, para um período de trinta anos, comparando-se os dados das estações convencionais com os dados do CFRS referentes às mesmas coordenadas geográficas das estações estudadas. Os métodos usados para a análise dos resultados foram: erro médio, erro quadrático médio, índices c e d, e erro percentual relativo da média absoluta (PMARE). A comparação entre temperatura mínima apresentou o melhor valor, e a precipitação apresentou o pior resultado.

PALAVRAS-CHAVE: COMPARAÇÕES, DADOS OBSERVADOS, ESTIMATIVAS.

COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL WEATHER DATA STATIONS AND ESTIMATED DATA BY POLYNOMIAL REGRESSION EQUATIONS

ABSTRACT: This study aimed to determine the possibility of using meteorological estimated data to cover gaps in historical data or estimate data on locations without weather stations. The data employed on the task came from the Climate Forecast Reanalysis System (CFRS) of the National Center for Environmental Predictions (NCEP), as it follows: maximum and minimum temperature, rainfall, wind speed and relative humidity. In order to check the data compatibility, it was performed an analysis comparing four seasons of data from the Meteorology National Institute (INMET) and data from the weather station of the “Luiz de Queiroz” College of Agriculture (ESALQ), and data from the stations database of the CFRS. It was calculated the average daily data of all the stations studied, for a thirty-year period, comparing the data of conventional weather stations with the CFRS data referent to the same geographical coordinates of the studied stations. The methods used for the results analysis were: mean error, mean square error, c and d indexes, and percent mean relative absolute error (PMARE). The comparisons between temperatures showed the best values, and precipitation showed the worst ones.

KEYWORDS: COMPARISONS, OBSERVED DATA, ESTIMATES.

INTRODUÇÃO: Um dos principais problemas nas pesquisas em Ciências Agrárias é a obtenção de dados meteorológicos de fácil acesso e de boa qualidade. No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é o principal fornecedor desses dados e tem, por objetivos: estabelecer, coordenar e operar as redes de observações meteorológicas e de transmissão de dados. Com 291 estações convencionais que disponibilizam dados desde 1961, o INMET desempenha um papel de grande importância na coleta, organização e distribuição de dados confiáveis. Há outras instituições, como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), que disponibilizam dados de suas

próprias estações. Funcionando desde 1917 (estação convencional) e 1997 (estação automática), as estações da ESALQ fornecem dados cruciais às pesquisas realizadas nessa instituição. Como o Brasil é um país de dimensões continentais, nem todas as localidades têm estações meteorológicas. Então, há estabelecimentos como o Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP), no qual o Sistema de Reanálise em Previsões Climáticas (CFSR) utiliza dados das estações disponíveis e um sistema de equações para estimar dados onde não há estação meteorológica disponível. O NCEP disponibiliza dados de uma rede de estações virtuais com espaçamento de 0,5° (55,55 km de distância entre elas), com dados de 1979 a 2014. Em várias estações meteorológicas há falhas de continuidade em séries históricas, problema que pode ser sanado por meio do preenchimento de falhas com dados virtuais. Este estudo teve por objetivo a verificação da possibilidade de utilizar dados meteorológicos estimados para cobrir falhas em séries históricas ou estimar dados em localidades sem estações meteorológicas.

MATERIAL E MÉTODOS: No trabalho foram utilizados os dados de 30 anos de cinco estações convencionais do INMET e da estação convencional da ESALQ para a comparação com dados de 30 anos de estações do banco de dados do NCEP. A escolha das estações do NCEP levou em consideração as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) das estações convencionais escolhidas. Os dados comparados foram: temperatura máxima e mínima do ar (Tmax e Tmin), precipitação pluvial (Ppt), Radiação solar (RS), velocidade média do vento (Vmed) e umidade relativa do ar (UR). As estações utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das estações utilizadas

<i>Origem</i>	<i>Código</i>	<i>Localidade</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Altitude</i>
ESALQ		Piracicaba – SP	-22,7	-47,6	546,0
INMET	83781	São Paulo – SP	-23,5	-41,6	792,1
		(Mirante de Santana)			
INMET	83783	Campo Mourão – PR	-24,1	-52,4	616,4
INMET	82659	Araguaína – TO	-7,2	-48,2	228,5
INMET	83423	Goiânia – GO	-16,7	-49,3	741,0
CFSR/NCEP	226475	N/A*	-22,6	-47,5	580,0
CFSR/NCEP	242522	N/A*	-24,2	-52,2	610,0
CFSR/NCEP	167491	N/A*	-16,7	-49,1	814,0
CFSR/NCEP	73481	N/A*	-7,3	-48,1	253,0
CFSR/NCEP	236466	N/A*	-23,6	-46,6	666,0

(*N/A=Não aplicável)

Foram calculadas as médias diárias dos dados e aplicados os seguintes instrumentos de verificação de acurácia: índice de precisão (R^2 – correlação entre os valores das variáveis meteorológicas observadas e estimadas na regressão linear); Raiz Quadrada do Quadrado Médio do Erro (RQME); Erro Relativo Médio (ERM); índices C e D, sugeridos por Camargo & Sentelhas (1997); e Erro Percentual Relativo da Média Absoluta (PMARE), calculado com a Equação 1:

$$PMARE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|(O_i - P_i)|}{O_i} \quad (1)$$

A Tabela 2 indica o desempenho do índice PMARE.

Tabela 2: Desempenho em função da porcentagem

PMARE (%)	Classificação do modelo
0-5	Excelente (E)
5-10	Muito bom (MB)
10-15	Bom (B)
15-20	Razoável (R)
20-25	Moderado (Mo)
>25	Insatisfatório (I)

Embora o índice R^2 seja um dos indicativos de desempenho mais utilizados (Yorukogly & Celik, 2006), são necessários outros parâmetros de avaliação, tais como a análise do grau de dispersão entre os valores estimados, subestimados e superestimados, e seu grau de precisão (Jacovides & Kontoyiannis, 1995). Para isso foram utilizados os demais índices citados. Com relação ao RMQE, quanto menor seu valor, melhor é o desempenho. O ERM mostra se o modelo causa superestimação de dados (valores positivos) ou subestimação (valores negativos) (Jacovides & Kontoyiannis, 1995). O índice de exatidão D de Willmott é utilizado para verificar o grau de afastamento entre os valores observados e os estimados (Willmott, 1985).

A utilização desses indicativos em conjunto pode ser considerada uma boa alternativa para avaliação de modelos estatísticos por permitirem uma análise simultânea do desvio da média, identificando a ocorrência de subestimativas, superestimativas, espalhamento e ajuste do modelo com relação às medidas tomadas. (Souza & Escobedo, 2013).

Para uma avaliação mais detalhada foram acrescentados mais dois índices: o índice de confiança (C), que é utilizado juntamente com o índice de exatidão (D) e o PMARE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados abaixo foram obtidos realizando uma média dos valores para cada estação comparada, ou seja, temos a média de cada índice para cada uma das variáveis meteorológicas avaliadas.

Tabela 3: Média do desempenho para as estações em cada uma das variáveis meteorológicas

Variáveis*	ERM	Classe**	RMQE	Classe	R^2	Classe	C	Classe	D	Classe	PMARE	Classe
Tmax	-1,228	B	2,328	ME	0,632	B	0,597	S	0,748	B	2,018	E
Tmin	0,117	O	0,306	O	0,978	O	0,979	O	0,990	O	0,031	E
Ppt	-2,531	B	3,582	MA	0,455	B	0,364	P	0,527	S	17,524	R
RS	2,083	ME	3,374	MA	0,547	B	0,514	S	0,674	B	2,234	E
UR	-0,934	B	10,359	P	0,772	B	0,632	ME	0,709	B	2,688	E
Vmed	-0,969	B	1,619	ME	0,204	B	0,129	P	0,401	MA	9,349	MB

*Tmax=Temperatura Máxima ($^{\circ}$ C), Tmin= Temperatura Mínima ($^{\circ}$ C), Ppt= Precipitação (mm), RS= Radiação Solar ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{d}$), UR= Umidade Relativa (%) e Vmed= Velocidade Média do Vento (m/s).

**B=Bom, O= Ótimo, ME= Mediano, S=Sofrível, P=Péssimo, MA=Mau, E=Excelente, R=Razoável e MB=Muito Bom.

Segundo Jacovides & Kontoyiannis (1995), o índice ERM mostra se há valores sub ou superestimados. Pelos resultados apresentados na Tabela 3, o ERM indica que Tmin e RS estão superestimadas. Entretanto, deve-se relevar o valor obtido, pois o ERM para temperatura mínima apresentou um valor de 0,1170 (pouco superestimado). Já o ERM para radiação solar apresentou um valor de superestimação bem mais elevado (2,0834). O restante das variáveis está subestimado, e aqui também se deve levar em conta os valores encontrados. Enquanto os valores de ERM para umidade relativa (-0,9336) e velocidade média do vento (-0,9691) indicam pequenas subestimativas, o valor para a precipitação (-2,5313) mostrou que os valores foram muito subestimados.

Os resultados do índice RMQE apresentaram um ótimo desempenho para Tmin e um desempenho insatisfatório para UR.

Segundo os critérios de Yorukogly & Celik, 2006, as variáveis estimadas que apresentaram melhor desempenho foram Tmin e UR, e as estimativas apresentaram desempenho insatisfatório para Ppt e Vmed.

Segundo os critérios de Camargo & Sentelhas (1997), a variável que apresentou melhor exatidão e confiabilidade foi T_{min} e a que apresentou o pior desempenho foi a V_{med}.

Por fim, seguindo os critérios estabelecidos por Ali et al (2014), a estimativa de T_{min} apresentou um excelente desempenho e os piores resultados foram obtidos para P_{pt}.

CONCLUSÕES: Para as séries de dados utilizadas, a comparação entre dados estimados e observados mostrou que as estimativas de temperatura mínima apresentaram o melhor desempenho, e o pior resultado foi obtido para a precipitação pluvial.

REFERÊNCIAS:

- ALI, M.H; ABUSTAN, I. A new novel index for evaluating model performance. *Journal of Natural Resources and Development*, v. 4, p. 1-9, 2014.
- 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, PP 89-97, 1997.
- JACOVIDES, C. P.; KONTOYIANNIS, H. Statistical procedures for the evaluation of evapotranspiration computing models. **Agricultural Water Management**, Auckland, v.27, p.365-371, 1995.
- Série de Dados Climatológicos do Campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP; Departamento de Engenharia de Biosistemas; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo LEB - ESALQ – USP. Disponível em <http://www.leb.esalq.usp.br/postocon.html>> Acesso em 01/12/14
- Série de Dados Climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Eixo Monumental Via S1 Sudoeste - Brasília-DF - CEP: 70680-900 Fone: (61) 2102-4700 / 2102-4699. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>> Acesso em 01/12/2014
- Série de Dados Estimados do Sistema de Reanálise em Previsões Climáticas (CFSR) do Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP). Disponível em < <http://globalweather.tamu.edu/>> Acesso em 01/12/2014
- SOUZA, A. P.; ESCOBEDO, J. F. Estimativas da radiação global incidente em superfícies inclinadas com base na razão de insolação. **Agrária**: Recife, v.8, n.3, p.483-491, 2013.
- WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, R. E.; FEDDEMA, J. J.; KLINK K. M.; LEGATES, D. R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.
- YORUKOGLU M, CELIK AN. A critical review on the estimation of daily global solar radiation from sunshine duration. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 47, p. 2441–50, 2006.