

# ANÁLISE COMPARATIVA PRELIMINAR DE OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS CONVENCIONAIS E AUTOMÁTICAS EM DOURADOS-MS

Carlos Ricardo FIETZ<sup>1</sup>, Claudio LAZZAROTTO<sup>2</sup>, Mário Artemio URCHEI<sup>3</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa de dados de temperatura (máxima, mínima e média) e de umidade relativa média do ar, obtidos por estações meteorológicas convencional e automática, em Dourados-MS. A análise comparativa foi realizada por gráficos de dispersão e índices estatísticos. Houve alta correlação entre valores de temperatura máxima e mínima das estações convencional e automática. A temperatura média foi a variável meteorológica que apresentou os índices estatísticos mais favoráveis. Os dados de umidade relativa da estação automática não apresentaram boa concordância com os da convencional, sendo quase sempre inferiores com desvios de até 20,3%. Os resultados indicam que há, provavelmente, algum problema com o sensor de umidade relativa da estação automática, evidenciando a importância de serem realizadas avaliações dos sensores anteriormente à adoção dos dados meteorológicos das estações automáticas.

## INTRODUÇÃO

A coleta, o armazenamento e a manipulação de dados meteorológicos tornaram-se mais simples e eficiente com o desenvolvimento das estações automáticas, que também eliminaram os erros de leitura e de digitação, reduzindo os custos operacionais das estações meteorológicas, principalmente com mão-de-obra.

Alguns trabalhos realizados no Brasil (Brunini et al., 1997; Fisch & Santos, 1997 e Sentelhas et al., 1997) obtiveram boa correlação entre elementos meteorológicos coletados em estações convencionais e automáticas. No entanto, a substituição de estações meteorológicas convencionais por automáticas não deve ser realizada sem que anteriormente haja uma avaliação da performance e da acuracidade dos sensores da estação automática (Brunini et al., 1997). Caso não haja boa correlação entre as observações meteorológicas convencionais e automáticas, não ocorrerá a homogeneização da série histórica com a nova, o que poderá causar grandes erros de interpretação na análise conjunta dos dados.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa, em caráter preliminar, de dados obtidos por estações meteorológicas convencional e automática em Dourados-MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se em dados diários de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e de umidade relativa média do ar do período de 01/11/98 a 31/1/99 (92 dias), coletados na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste de Dourados-MS, cujas

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970, Dourados, MS. E-mail: crfietz@cpao.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: claudio@cpao.embrapa.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: urchei@cpao.embrapa.br.

coordenadas são: latitude de 22° 14'S, longitude 54° 49'W e 452m de altitude. Os elementos meteorológicos foram obtidos de uma estação convencional e uma automática, operando simultaneamente.

As observações da estação convencional foram realizadas às 9, 15 e 21 horas local de verão, respectivamente, 12, 18 e 24 TMG. Os dados da estação automática, resultante da aquisição de uma observação a cada 5 segundos, são processados e armazenados em médias horárias. Na Tabela 1 estão apresentados os tipos de sensores, as marcas e os métodos de cálculo das médias diárias dos dados das duas estações.

**Tabela 1.** Variáveis meteorológicas analisadas e seus respectivos sensores, marca de equipamento e método de cálculo da média dos dados obtidos de estações convencional e automática.

Variável	Sensor	Marca	Média
<b>Estação convencional</b>			
Temperatura máxima ( $T_{máx}$ )	Mercúrio	Arno	
Temperatura mínima ( $T_{mín}$ )	Álcool	Arba Amarell	
Temperatura média (T)			$(L_{12h}^* + 2L_{24h} + T_{máx} + T_{mín}) / 5$
Umidade relativa média (UR)	Mercúrio (psicrômetro)	Arno	$(L_{12h} + L_{18h} + 2L_{24h}) / 4$
<b>Estação automática</b>			
Temperatura máxima ( $T_{máx}$ )	Termistor	Vaisala	
Temperatura mínima ( $T_{mín}$ )	Termistor	Vaisala	
Temperatura média (T)			$(\sum_{i=1}^{24} T_i) / 24$
Umidade relativa média (UR)	Capacitativo	Vaisala	$(\sum_{i=1}^{24} UR_i) / 24$

\* L é a leitura na estação convencional no horário TMG especificado.

A análise comparativa foi realizada por gráficos de dispersão, coeficiente de correlação (R) e utilizando, conforme Isaaks & Srivastava (1989), o erro absoluto médio (EAM) e o erro quadrático médio (EQM):

$$EAM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|A_i - C_i|) \quad (1)$$

$$EQM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - C_i)^2 \quad (2)$$

em que  $A_i$  e  $C_i$  são, respectivamente, as observações das estações automática e convencional e  $n$  o número de dados.

Também foram utilizados na análise os seguintes índices estatísticos apresentados por Zacharias et al. (1996):

$$EM = \text{máximo} \left( |C_i - A_i| \right)_{i=1}^n \quad (3)$$

$$RQEM = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_i - A_i)^2 \right]^{0,5} \quad (4)$$

$$CA = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{C})^2} \quad (5)$$

$$CMR = \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_i - \sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right) \quad (6)$$

em que EM é o erro máximo, RQEM é a raiz quadrada do erro médio, CA é o coeficiente de ajuste e CMR é o coeficiente de massa residual. Numa situação ideal, em que os dados dos dois tipos de estação são semelhantes, teríamos:  $R = CA = 1,0$  e  $EAM = EQM = EM = RQEM = CMR = 0$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

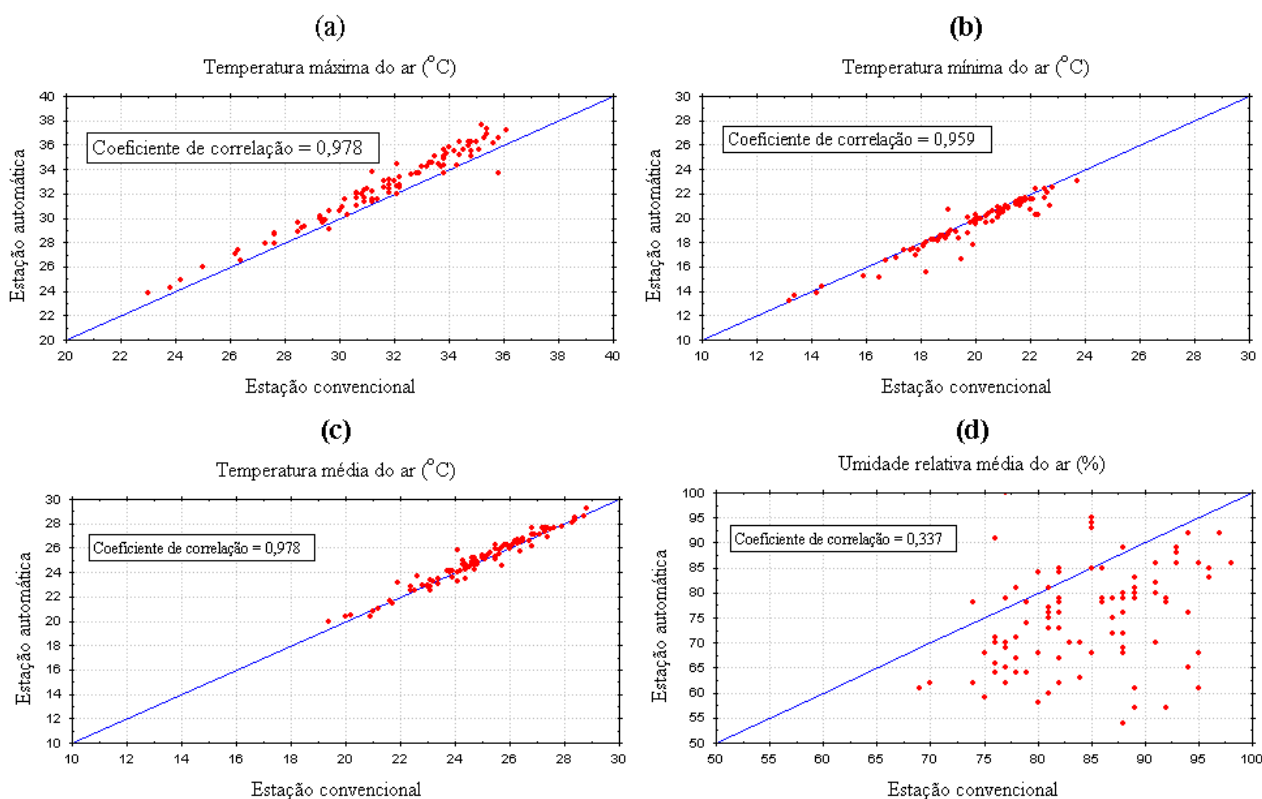
Houve alta correlação entre os valores de temperatura máxima e mínima das estações convencional e automática, comportamento que pode ser visualizado pela pequena dispersão dos dados em relação à reta 1:1 (Figuras 1a e 1b) e que se refletiu nos altos coeficientes de correlação. Ao contrário do observado por Fisch & Santos (1997), os dados de temperatura máxima da estação automática foram quase sempre superiores aos da convencional, como se pode verificar pela concentração dos pontos acima da reta 1:1 (Figura 1a) e também pelo sinal negativo do índice CMR (Tabela 2), estatística que pode ser utilizada para identificar super e subestimativas (Zacharias et al., 1996). Da mesma forma que Fisch & Santos (1997), os dados de temperatura mínima da estação automática foram quase na sua totalidade inferiores aos da convencional (Figura 1b), comportamento também indicado pelo valor positivo do índice CMR. Os valores de erro máximo (EM) das variáveis temperatura máxima (2,6°C) e mínima (2,9°C) foram menores que os observados por Sentelhas et al. (1997), respectivamente, 3,5 e 6,0°C, provavelmente, devido à maior série analisada pelos autores (13 meses).

A temperatura média foi a variável meteorológica que apresentou os índices estatísticos mais favoráveis, com os menores valores de EAM, EQM, EM e RQEM e o maior de CA. Esse comportamento pode ser atribuído à temperatura média da estação convencional ser calculada em função das mínimas e máximas que apresentaram quase sempre, respectivamente, valores superiores e inferiores aos da estação automática. Portanto, houve uma compensação que reduziu os desvios.

Os dados de umidade relativa da estação automática não apresentaram boa concordância com os da convencional (Figura 1d), ao contrário do observado por Sentelhas et al. (1997), sendo os valores da estação automática quase sempre inferiores aos da convencional. A grande discrepância entre esses valores resultou nos índices estatísticos mais desfavoráveis da avaliação, ou seja, os maiores valores de CMR, EAM, EQM, EM, e RQEM e o menores de CA e de R. O erro máximo foi de 20,3%, valor muito superior a 12,1% verificado por Sentelhas et al. (1997). Esses resultados indicam que, provavelmente, há algum problema com o sensor de umidade relativa do ar da estação automática.

**Tabela 2.** Índices estatísticos obtidos na análise comparativa de observações coletadas por estações convencional e automática em Dourados-MS.

Variável	Índices estatísticos					
	EAM	EQM	EM	RQEM	CA	CMR
Temperatura máxima (°C)	0,931	1,2	2,6	3,4	0,820	-0,027
Temperatura mínima (°C)	0,499	0,5	2,9	3,7	0,944	0,022
Temperatura média (°C)	0,323	0,2	1,7	1,8	0,983	-0,004
Umidade relativa média (%)	9,603	108,6	20,3	12,3	0,237	0,114



**Figura 1.** Gráficos de dispersão dos valores de temperatura máxima (a), temperatura mínima (b) e temperatura média do ar (c) e de umidade relativa média do ar (d) obtidos de estações meteorológicas convencional e automática, período de 1º/11/98 a 31/1/99, em Dourados-MS.

## CONCLUSÕES

Houve boa concordância entre valores de temperaturas máxima, mínima e média do ar das estações convencional e automática. No entanto, os dados de umidade relativa média do ar das duas estações apresentaram grandes discrepâncias, indicando que há, provavelmente, algum problema com o sensor de umidade relativa da estação automática. Os resultados demonstram a importância de serem realizadas avaliações dos sensores anteriormente à adoção dos dados de estações automáticas.

## BIBLIOGRAFIA

BRUNINI, O.; SANTOS, J.M. dos; ALFONSI, R.R. et al. Viabilidade técnica e performance de uma estação meteorológica automática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, SP. **Agrometeorologia, monitoramento ambiental e agricultura sustentável**: anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 249-251.

FISCH, G.F.; SANTOS, J.M. Comparação entre observações meteorológicas convencionais e automáticas na região do Vale do Paraíba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, SP. **Agrometeorologia, monitoramento ambiental e agricultura sustentável: anais.** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 246-248.

ISAACS, H.E.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics.** New York: Oxford University Press, 1989. 560 p.

SENTELHAS, P.C.; MORAES, S.O.; PIEDADE, S.M.S. et al. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estações convencional e automática. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p.215-221, 1997.

ZACHARIAS, S.; HEATWOLE, C.D.; COAKLEY, C.W. Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n.1, p.47-54, 1996.