

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DADOS METEOROLÓGICOS OBTIDOS EM ESTAÇÕES CONVENCIONAIS E AUTOMÁTICAS, LOCALIZADAS EM TRÊS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

Hugo Ely dos Anjos Ramos¹, Neri Ellen Fernandes da Nóbrega¹, José Geraldo Ferreira da Silva², Franklín dos Santos Pagung³, Priscila Rodrigues Storch⁴.

RESUMO: Para a realização dessa avaliação comparativa, foram utilizados dados médios diários das seguintes variáveis meteorológicas: Temperatura do ar (T , °C), temperatura máxima (T_x , °C), temperatura mínima (T_n , °C) e umidade relativa do ar (UR, %), instalados em estações meteorológicas convencionais e automáticas nos municípios de Linhares, São Mateus e Vitória, no Estado do Espírito Santo. O período estudado foi de 01/11/2006 a 31/01/2008, totalizando 456 dias. Para essa comparação, foram utilizados os seguintes parâmetros estatísticos: Coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância de Willmott (d), erro absoluto médio (MBE) e a raiz quadrada do erro médio quadrático normalizado ($RMSE$). Os resultados mostraram que houve uma boa concordância entre os valores médios obtidos nas estações convencionais e automáticas, dando uma maior confiabilidade nos valores obtidos nas estações automáticas.

ABSTRACT: For the purposes of benchmarking, were used daily average data of the meteorological variables: Air temperature (T , °C), maximum temperature (T_x , °C), minimum temperature (T_n , °C) and relative humidity (UR, %), installed in conventional and automatic weather stations in Linhares, São Mateus and Vitória in Espírito Santo state. The study period was from 01/11/2006 to 31/01/2008, totaling 456 days. For this comparison, the following parameters were used statistics: coefficient of determination (R^2), Willmott index of agreement (d), average absolute error (MBE) and the square root of the quadratic normalized average error ($RMSE$). The results showed that there was a good correlation between the average values obtained in conventional and automatic stations, giving greater reliability in the values obtained in automatic stations.

Palavras-Chave: estação meteorológica convencional, estação meteorológica automática, séries temporais, comparação.

1. INTRODUÇÃO

O uso de dados agrometeorológicos no auxílio da tomada de decisões em qualquer planejamento agrícola, quer seja no manejo de irrigação, aplicação de defensivos agrícolas, zoneamento agrícola e classificação climática, ou na avaliação de riscos climáticos, é uma ferramenta importante para os profissionais que usam dados meteorológicos para estas aplicações.

Diante da tendência mundial de modernização da coleta dos dados, as Estações Meteorológicas Convencionais (EMC) com sua longa série de dados, estão sendo substituídas por Estações Meteorológicas Automáticas (EMA). Estas pela facilidade de obtenção de dados em tempo real e de transmissão de dados sem a intervenção humana facilitam o monitoramento do tempo e a tomada de decisões nas mais diversas atividades humanas.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise comparativa dos dados obtidos em estações meteorológicas convencionais e automáticas, localizadas nos municípios de Linhares, São Mateus e Vitória no Estado do Espírito Santo.

2. METODOLOGIA

Os dados para a realização desse trabalho foram obtidos em seis estações meteorológicas, sendo três convencionais e três automáticas, todas pertencentes à rede de observação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Cada localidade dispõe de uma EMC e uma EMA (Tabela 1).

¹ Pesquisadores INCAPER, Bs. em Meteorologia, Bolsistas CNPq; hugoely@incaper.es.gov.br; enobrega@incaper.es.gov.br

² Pesquisador INCAPER, Ds. Engenharia Agrícola; jgeraldo@incaper.es.gov.br

³ Estudante, Graduando em Sistemas de Informação; pagung@incaper.es.gov.br

⁴ Estudante, Graduando em Ciências Contábeis; prstorch@bol.com.br

O critério adotado para a escolha das estações foi existência de uma EMC e uma EMA e a proximidade entre elas. A EMC do município de Linhares está localizada na fazenda experimental do INCAPER, as margens do rio Doce enquanto que a EMA fica localizada no aeroporto do município, ao norte em relação à localização da EMC. A EMC de São Mateus fica próxima a Secretaria de Agricultura do município enquanto que a EMA fica próxima à rodovia BR-101 norte. A EMC de Vitória fica no morro de Santa Maria e a EMA fica no campus da UFES. A localização precisa encontra-se na Tabela 1.

O período observado foi de 01/11/2006 a 31/01/2008, totalizando 456 dias. Foram observados os seguintes elementos meteorológicos: Temperatura do ar (T , °C), temperatura máxima (T_x , °C), temperatura mínima (T_n , °C) e umidade relativa do ar (UR, %). Os equipamentos instalados nas EMC e nas EMA com seus respectivos sensores, estão em conformidade de acordo com as normas estabelecidas pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1983).

Município	Estação (ID)	Latitude	Longitude	Altitude
Linhares	83597*	19° 25' S	40° 04' W	29 m
	A 614**	19° 21' S	40° 04' W	40 m
São Mateus	83550*	18° 42' S	39° 51' W	25 m
	A 616**	18° 42' S	39° 51' W	39 m
Vitória	83648*	20° 19' S	40° 19' W	36 m
	A 612**	20° 18' S	40° 19' W	09 m

Tabela 1: Identificação e localização das estações meteorológicas convencionais e automáticas em cada município.

Fonte: http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php

Os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar das EMC foram obtidos através da média compensada conforme padrão INMET (1992). Os dados da EMA foram obtidos de observações efetuadas em intervalos 0,2Hz com médias processados a cada uma hora.

Após a análise da consistência dos dados, foi utilizado o software Microsoft Excel® para o processamento dos dados. Foi determinado Coeficiente de determinação (R^2) além dos seguintes parâmetros estatísticos: índice de concordância de Willmott (d) (WILLMOTT et al., 1985), erro absoluto médio (MBE) e a raiz quadrada do erro médio quadrático normalizado ($RMSE$), conforme equações a seguir.

a) Índice de concordância de Willmott (WILLMOTT et al., 1985) (d):

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - A_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|C_i - A| + |A_i - A|)^2}$$

b) Erro absoluto médio (MBE):

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

c) Raiz quadrada do erro médio quadrático normalizado ($RMSE$):

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - C_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{100}{A} \right)$$

Em que C_i , são dados médios diários obtidos nas EMC; A_i , os dados médios diários obtidos nas EMA; A , a média em relação ao período estudado a partir das médias diárias da EMA; e n , o número de dias observados. Se os valores de C_i e A_i forem coincidentes, então $MBE = RMSE = 0$, $R^2 = d = 1$ (SENTELHAS et al., 1997), (CUNHA e MARTINS, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os indicadores estatísticos apresentados na Tabela 2 e mostrados nas Figuras 1, 2 e 3, mostram que há uma boa correlação entre os valores obtidos nas EMC e nas EMA. As análises de regressão feitas entre as médias diárias das EMC e EMA nos três municípios, mostraram valores significativos de R^2 para todas as

* Numero sinótico da estação convencional (OMM).

** Identificação da estação na rede de estações automáticas (INMET).

séries estudadas. Para a temperatura média (T) e temperatura máxima (T_x), os valores de R^2 foram acima de 0,85, sendo que a melhor correlação foi observada para a temperatura média no município de São Mateus que foi de 0,96 (Figura 2). Para a concordância dos parâmetros de Temperatura mínima (T_n) e Umidade relativa (UR), os valores variaram entre 0,65 e 0,90, sendo que a menor relação de concordância foi para a Umidade relativa no município de Vitória (Figura 3). Mesmo assim, as tendências ao longo das séries foram semelhantes, com uma leve superestimativa por parte da EMA. Em estudos semelhantes realizados por SOUZA, GALVANI e ASSUNÇÃO (2002), verificou-se que as variáveis térmicas mostram uma melhor concordância em relação as outras variáveis.

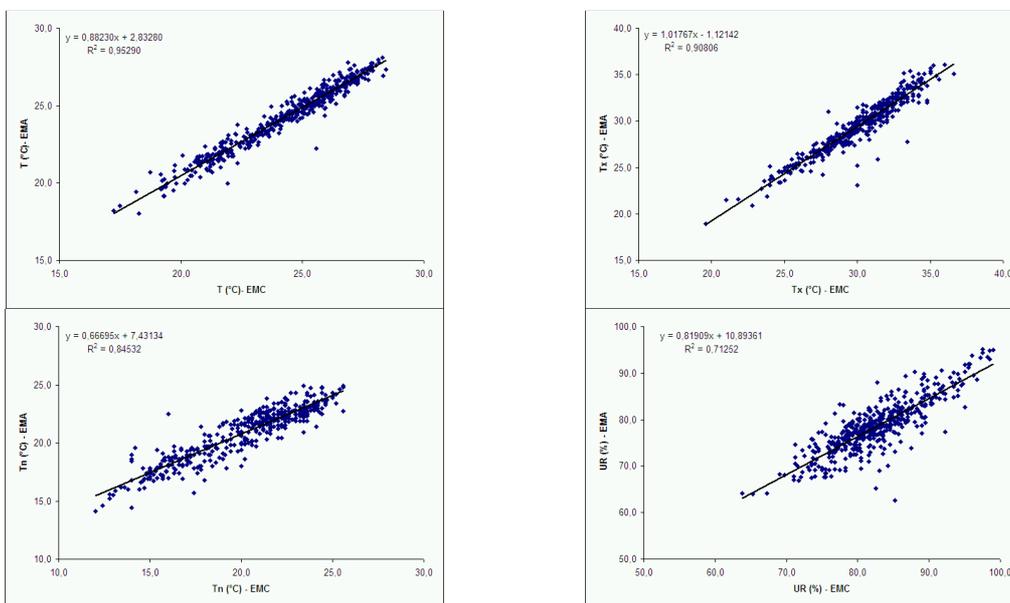


Figura 1: - Correlações entre as médias diárias das variáveis T , T_x , T_n e UR obtidas nas EMC e EMA no município de Linhares – ES, no período de 01/11/2006 a 31/01/2008.

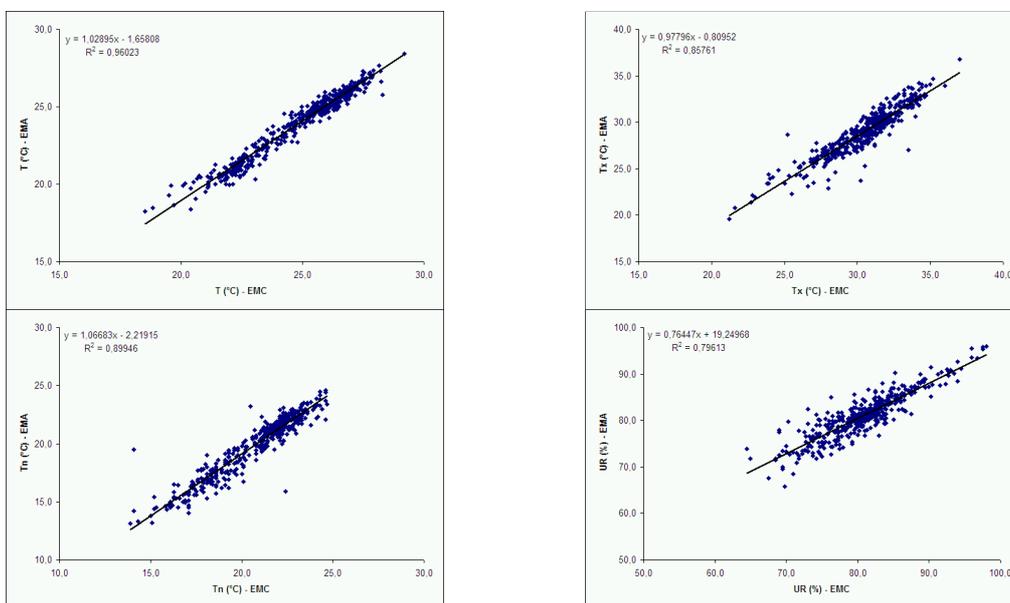


Figura 2: - Correlações entre as médias diárias das variáveis T , T_x , T_n e UR obtidas nas EMC e EMA no município de São Mateus – ES no período de 01/11/2006 a 31/01/2008.

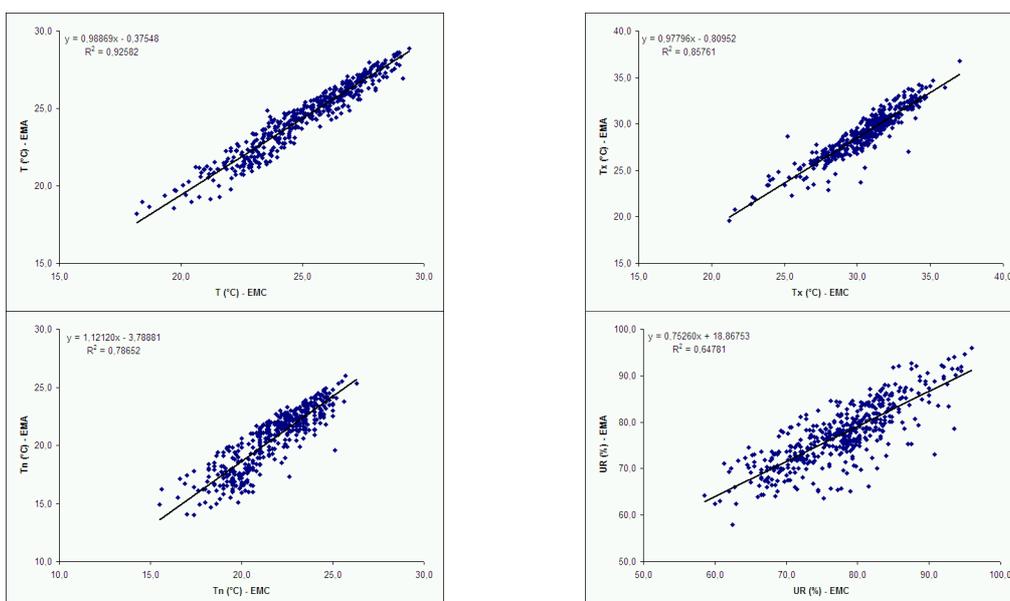


Figura 3: - Correlações entre as médias diárias das variáveis T, T_x, T_n e UR obtidas nas EMC e EMA no município de Vitória – ES no período de 01/11/2006 a 31/01/2008.

Os resultados mostram uma concordância (d) significativa, em que os valores foram próximos a 1 com uma pequena amplitude entre os dados, variando apenas a partir da quarta casa decimal.

Município	Variável	R^2	d	MBE	$RMSE$
Linhares	T (°C)	0,95290	0,99995	-0,02097	2,20775
	T _x (°C)	0,90806	0,99988	-0,59119	3,59311
	T _n (°C)	0,84532	0,99974	0,68965	7,18259
	UR (%)	0,71252	0,99940	-4,05728	6,59938
São Mateus	T (°C)	0,96023	0,99984	-0,94053	4,33065
	T _x (°C)	0,85761	0,99963	-1,48249	6,03612
	T _n (°C)	0,89946	0,99984	-0,83457	5,92877
	UR (%)	0,79613	0,99974	0,26018	3,11499
Vitória	T (°C)	0,92582	0,99987	-0,65835	3,68515
	T _x (°C)	0,93990	0,99994	0,02437	2,57945
	T _n (°C)	0,78652	0,99964	-1,15099	8,01994
	UR (%)	0,64781	0,99977	-0,32906	5,54781

Tabela 2: Índices estatísticos para a análise de concordância entre as variáveis T, T_x, T_n e UR obtidas nas EMC e EMA dos três municípios.

Em relação aos valores médios diários, apenas observou-se uma leve superestimativa dos valores médios diários da temperatura mínima, em Linhares, e da umidade relativa, em São Mateus, obtidos em estação automática. A diferença apresentada entre estes parâmetros foi de até 4% em relação às respectivas médias das estações convencionais. Porém, os demais parâmetros climáticos foram superestimados pelas convencionais. Entretanto, FISCH e SANTOS (1997) e SENTELHAS et al, (1997) verificaram que todos estes parâmetros estudados foram superestimados pelas EMC.

A umidade relativa é elemento onde foram observados os menores índices de correlação em todas as comparações. SOUZA, GALVANI e ASSUNÇÃO (2002) observaram um comportamento semelhante em estudo feito com dados comparativos entre séries históricas em Maringá – PR.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que os valores médios diários das estações convencionais e automáticas de todos os municípios estudados mostraram uma boa concordância, isso revela uma boa confiabilidade nos dados obtidos nas estações automáticas. A série histórica de cada EMC pode ser considerada como sendo série histórica da respectiva EMA. Os dados de uma EMA podem ser agrupados aos de uma EMA, culminando na formação de uma única série de dados.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FINEP/CNPq/MCT pela concessão das bolsas e ao INMET pela aquisição dos dados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CUNHA, A.R. da; MARTINS, D. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos obtidos em estações meteorológicas convencional e automática em Botucatu, SP, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria – RS, v. 12, n. 1, p. 103-111, 2004.

FISCH, G., 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. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 246-248, 1997.

INMET. Normais climatológicas (1961- 1990). Brasília – DF, 84 p., 1992.

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

SOUZA, I.A., GALVANI, E., ASSUNÇÃO, H.F. Avaliação de elementos meteorológicos monitorados por estações convencional e automática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu - PR. Anais..., Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira Meteorologia, 2002. (CD-ROM).

WILLMOTT, C.J., ACKLESON, S.G., DAVIS, R.E. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, Ottawa, v. 90, n. C5, p. 8995-9005, 1985.

WMO. Guide to meteorological instruments and methods of observation. Geneva, World Meteorological Organization, n. 8, 5th edition, 230 p., 1983.