

ANÁLISE COMPARATIVA DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR OBTIDOS POR ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA

HERMES ALVES DE ALMEIDA¹, JOSÉ AUGUSTO DE SOUZA², HUGO MORAIS DE AL-CÂNTARA³

¹Meteorologista, Doutor, Prof^º Titular, Departamento de História e Geografia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Campina Grande, e-mail: hermes_almeida@uol.com.br, Estudante de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Campina Grande, PB, e-mail: jota_augusto@yahoo.com.br, Engenheiro Civil, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, PB.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia– 02 a 05 de julho de 2007
Aracaju – SE.

RESUMO: Para comparar dados de temperaturas do ar obtidos simultaneamente em uma estação meteorológica convencional (EMC) e outra automática (EMA), instaladas na Bacia Escola de São João do Cariri, PB, foi utilizada uma série de dados de 01.01.04 a 31.12.06, sendo essa análise comparativa o objetivo principal deste trabalho. Os resultados indicaram que há uma tendência para que os valores de temperatura do ar, especialmente, os de temperaturas média e mínima provenientes da EMA sejam menores que os da EMC, cujas frequências relativas foram de 90,4% e 85,0%, respectivamente. As análises estatísticas de precisão e exatidão dos modelos de regressão linear entre as temperaturas máxima, média e mínima, mostraram elevados coeficientes de determinação ($r^2 > 0,87$), sendo significativos ao nível de 1% de probabilidade para os testes t e F, e índice estatístico de concordância próximo de um, o que permite concluir que a substituição da estação meteorológica convencional por automática dará continuidade à série térmica existente.

PALAVRAS-CHAVE: CLIMA, TEMPERATURA, AUTOMAÇÃO DE DADOS.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA OF TEMPERATURE OF THE AIR OBTAINED BY CONVENTIONAL AND AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS.

ABSTRACT: To compare data of temperatures of the air obtained simultaneously in a conventional meteorological station (EMC) and other automatic station (EMS), installed in the Basin School of São João of Cariri, PB, to a series of data from 01.01.04 to 31.12.06, being that comparative analysis the main objective of this study. The results indicated that there is a tendency for the values of temperature of the air, especially, the temperatures average and minimum coming of the EMS are smaller than the one of EMC, whose relative frequencies was of 90.4% and 85.0%, respectively. The statistical analyses of precision and accuracy of the models of lineal regression among the temperatures maxim, average and minimum, showed high of determination coefficients ($r^2 > 0,87$), being significant at the level of 1% of probability for the tests t and F, and statistical indexes of agreement (d) close of the intercept. Thus, conclude that the substitution of the conventional meteorological station for automatic will give continuity to the existent thermal series.

KEYWORDS: CLIMATE, TEMPERATURE, AUTOMATION OF DATA.

INTRODUÇÃO: Diante do avanço na automação de dados, os instrumentos mecânicos existentes nas estações meteorológicas convencionais (EMC) estão sendo substituídos por “sofisticados” sensores automáticos. Os motivos vão desde a maior capacidade de amostragem até a possibilidade de operação em locais inóspitos e/ou de difícil acesso.

O processo de substituição de uma EMC por outra automática exige cuidado, porque há necessidade de homogeneizar a série nova com a antiga, ou seja, de transferir a confiabilidade de uma para a outra e, portanto, torná-la uma série única (SENTELHAS et al, 1997; SEIBERT & MORÉN, 1999). Esse aspecto é ainda muito mais importante, quando se considera a temperatura média, em virtude da diferente capacidade de amostragem.

Resultados encontrados por FISCH & SANTOS (1997), SENTELHAS et al (1997) mostraram que existe uma boa concordância entre elementos meteorológicos obtidos nos dois sistemas, especialmente, a temperatura do ar. CUNHA & MARTINS (2004), encontraram uma boa concordância entre os dados de temperaturas do ar obtidas na EMC em relação os da estação automática (EMA), em Botucatu, SP, além de recomendar que a substituição de um sistema por outro só deva ser feita após análise comparativa entre as duas.

A substituição de uma EMC por uma EMA não é um ato simples de troca e, por isso, requer obrigatoriamente os funcionamentos simultâneos. Diante disto, procurou-se fazer uma análise estatística comparativa entre os dados de temperaturas do ar coletados na EMC e na EMA, instaladas na Bacia Escola de São João do Cariri, PB, sendo essa análise o objetivo do presente estudo.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados de temperatura do ar foram coletados nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA) da Bacia Escola da Universidade Federal da Paraíba, em São João do Cariri, PB, pertencentes à Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

Os dados de temperaturas do ar utilizados no presente trabalho correspondem a uma série coletada simultaneamente, durante o período de 01.01.2004 a 31.12.06. A temperatura média da EMC foi determinada utilizando-se a fórmula padrão da WMO, que corresponde à média ponderada dos valores de temperatura observados nos horários das 12:00; 18:00 e 24:00 h UTC, enquanto que a média da EMA foi obtida pela média aritmética dos valores registrados a cada 10 min.

Os termômetros de máxima e mínima utilizados na EMC são da marca R. FUESS e os sensores da EMA da Vaisala, com precisão de 0,2 e 0,1 °C, respectivamente. As medições automatizadas eram feitas a cada cinco segundo e armazenadas a cada 10 minutos. As temperaturas máxima (Tmax) e a mínima (Tmin) diárias foram extraídas dos registros por meio de instruções específicas de programação do sistema de aquisição de dados (Data Logger, modelo Campbell CR10x).

Para comparar os dados meteorológicos obtidos nos dois sistemas, foi feita, inicialmente, uma consistência horária e diária, em seguida uma visualização gráfica e por fim análises de medidas de tendência central e de dispersão. Os modelos de regressão linear entre os dados de temperatura média, máxima e mínima foram escolhidos com bases no indicativo de precisão, maior coeficiente de determinação (r^2), e exatidão mostrados pelos índices estatísticos propostos WILLMOTT (1981), mediante as expressões:

a) índice de concordância (d):

$$d = 1 - \left[\frac{\sum (DMC - DMA)^2}{\sum (|DMC - DMA|)^2 + (DMA - \overline{DMA})^2} \right]$$

b) erro máximo (ME)

$$ME = \max (|DMC - DMA|)$$

c) erro absoluto médio (EAM)

$$EMA = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|DMC - DMA|) \right]$$

Sendo DMC e DMA os dados de temperaturas obtidos na EMC e EMA, respectivamente. As análises estatísticas, os cálculos, a confecção de gráficos e tabelas foram realizadas utilizando-se a planilha eletrônica Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 mostra as médias diárias das temperaturas máxima, mínima e média oriundas das estações convencional e automática. Fazendo-se uma análise comparativa, verifica-se que as diferenças médias entre elas foram muito pequenas, ou seja, de 0,1°C, 0,7°C e 0,6°C para as temperaturas máxima, média e mínima, respectivamente.

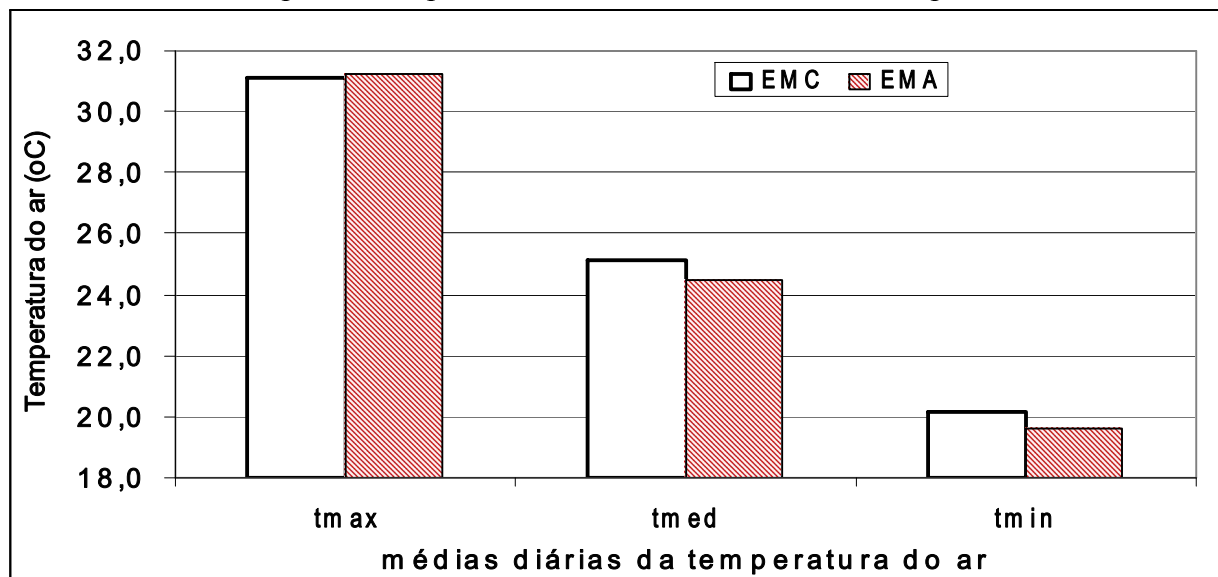


Figura 1: Médias diárias das temperaturas máxima, mínima e média na EMC e EMA. Bacia Escola de São João do Cariri, PB, no período de 01.01.2004 a 31.12.06.

A maior diferença encontrada na média diária das temperaturas máxima e mínima se justifica por ser esse um valor pontual, ou seja, representa a média de valores pontuais ocorridos num intervalo de tempo muito pequeno, enquanto que, a temperatura média representa uma média calculada de três ou mais observações diárias. Há uma tendência para que a temperatura do ar medida na estação automática seja menor do que no sistema convencional. Numa análise de frequência rela-

tiva, contabilizou-se que a de temperatura média diária obtida na EMA foi maior que na EMC em apenas 9,6% dos valores amostrados e os de temperatura mínima em 15,0%.

As análises estatísticas e os modelos de regressão linear entre os dados diários das temperaturas do ar, provenientes da EMC e da EMA, são mostrados na Figura 2. As linhas de tendências dos dados originais e os elevados valores do coeficiente de determinação da equação de regressão, com r^2 de 0,925 para a temperatura máxima, 0,870 para a temperatura mínima e de 0,906 para a temperatura média, revelam, portanto, a existência de uma boa concordância, sendo significativos ao nível de 1% de probabilidade para os testes t e F, inclusive para o intercepto.

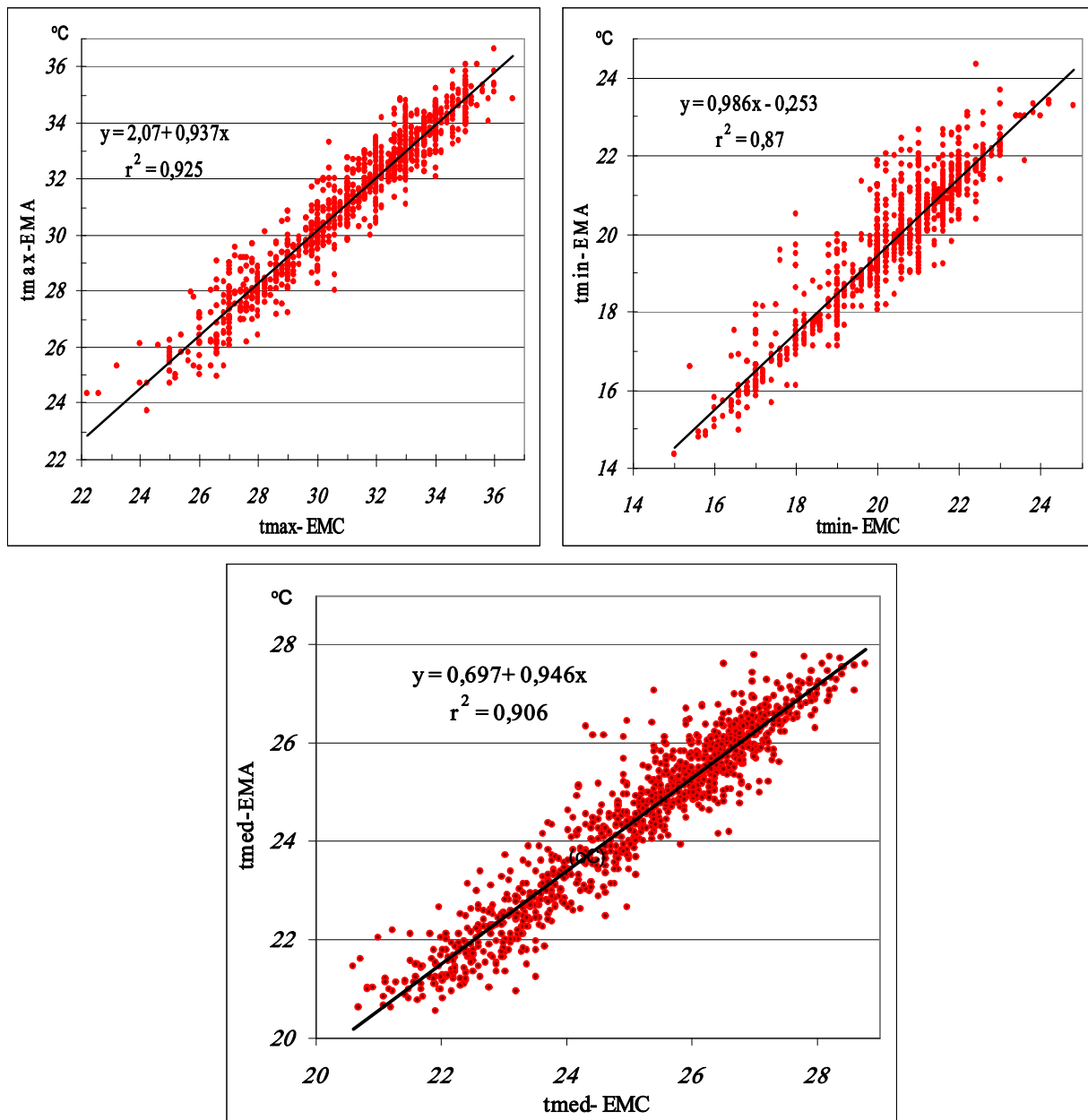


Figura 2: Modelos de regressão linear entre os dados de temperaturas máxima, mínima e média da EMC em relação aos da EMA. Bacia Escola de São João do Cariri, PB, média do período: 01.01.2004 a 31.12.06.

Os índices estatísticos de precisão e exatidão são mostrados na Tabela 1. Fazendo-se uma análise comparativa dos dados de temperaturas da EMC em relação aos da EMA (Figura 1) e os índices estatísticos de precisão e de exatidão dos modelos (Tabela 2), observa-se que há uma pequena amplitude de variação nos dados, embora os índices de concordância (d) são próximos de um.

Tabela 1: Índices estatísticos de precisão e exatidão para os modelos de temperaturas: máxima, mínima e média observadas na EMC e EMA. Bacia Escola de São João do Cariri, PB.

variáveis	r^2	D	ME	EAM
tmax	0,925	0,924	2,9	0,003
tmin	0,870	0,911	2,5	0,002
tmed	0,906	0,907	2,4	0,002

Mesmo assim, o erro máximo absoluto pode chegar a 2,9 °C, para a temperatura máxima ou de 2,5 °C para a temperatura mínima. Esses erros devem estar associados, a priori, aos horários de ocorrências desses valores extremos. Os erros máximos absoluto (ME) e o absoluto médio (E-AM) para as temperatura máxima, mínima e média foram bem menores que os encontrados por SENTELHAS et al (1997) que foram de 4,3; 3,55; 6,01, respectivamente.

CONCLUSÕES: Os resultados parciais mostraram que, apesar dos termômetros da estação meteorológica convencional não terem a mesma sensibilidade dos sensores da automática, a precisão e exatidão dos dados de temperaturas obtidos nos dois sistemas, mediante critérios estatísticos, foram boas. Por isso, a precisão encontrada permite garantir que a substituição da estação meteorológica convencional por automática permitirá a continuidade da série térmica existente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CUNHA, A. R., MARTINS, D. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos obtidos em estações meteorológicas convencional e automática em Botucatu, SP, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 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. Anais, p.246-248, 1997
- SEIBERT, J.; MORÉN, A. S. Reducings systematic errors in rainfall measurements using a new type of gauge. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v.98-99, n.1, p.341-348, 1999.
- SENTELHAS, P. C 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.
- WILLMOTT, C. J. On the validation of models. Physical Geography, 2:184-194, 1981.