

COMPARAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS OBTIDOS EM ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Thieres George Freire da Silva

Mestrando do Curso de Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa
CP 09, 36570-000, Viçosa, MG, Brazil.

Bolsista do CNPq. (*thigeoprofissional@hotmail.com*)

Magna Soelma Beserra de Moura

Pesquisadora Agrometeorologia – Embrapa Semi-Árido
BR 428, Km 152, CP 23, Zona Rural, Petrolina-PE, CEP 56300-000.

(*magna@cpatsa.embrapa.br*).

Sílvia Helena Turco

Professora - Universidade do Estado da Bahia, UNEB/FAMESF
CP 09, 13418-900, Juazeiro, BA, Brazil.

(*silvia@uneb.br*)

RESUMO

Sabendo das dificuldades operacionais de uma EMC e dos recentes avanços na agricultura irrigada, essa pesquisa teve o objetivo de realizar um estudo comparativo entre os dados meteorológicos obtidos em estação automática e convencional na Região do Submédio São Francisco. Foram utilizados os dados meteorológicos obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), localizadas no campo experimental de Bebedouro (latitude 09°09'S, longitude 40°22'W e altitude 365,5m), durante o período de 01 de maio de 2003 até 31 de dezembro de 2004. As correlações entre os dados obtidos pelas EMC e EMA foram realizadas utilizando-se: análise de regressão, índice de concordância (D) (Willmont et al., 1985), erro absoluto médio, desvios absolutos e a análise de significância através do teste de Tukey. Os resultados permitiram observar a boa relação existente entre os dados de temperatura do ar obtidos em estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA). No entanto as diferenças entre o elemento sensor e as sensibilidades de cada equipamentos dos demais parâmetros meteorológicos analisados, permitiram observar a baixa relação entre os dados obtidos em ambas estações.

INTRODUÇÃO

Na fase em que se encontra a agricultura brasileira, onde a exploração agrícola passa por um processo acelerado de modernização, é cada vez mais crescente a busca por informações relacionadas com o clima para auxiliar a tomada de decisão.

Os novos avanços tecnológicos na área agrometeorológica vêm permitindo a utilização de sistema de aquisição de dados no monitoramento de indicadores ligados à irrigação e ao controle de pragas e doenças das culturas.

A automação da aquisição de dados meteorológicos tem sido bastante utilizada em substituição dos métodos convencionais que favorecem o erro de leituras, interpretação e digitação

de dados. O uso de métodos automáticos permite maior eficiência, qualidade e facilidade na coleta de dados, além da padronização dos dados coletados.

O Vale do Submédio São Francisco, pólo correspondente aos municípios de Petrolina – PE e Juazeiro – BA, é hoje o maior centro produtor de manga e uva, destinadas ao mercado americano e europeu, em virtude da agricultura irrigada e das excelentes condições climáticas local.

A fim de se ampliar os mercados consumidores, produtores da região adotam o programa integrado de frutas PIF e EURAPGAP, com perspectivas de atenderem às exigências dos mercados consumidores e se livrarem das barreiras fitossanitárias impostas pelos principais compradores internacionais da fruta produzidas no Brasil. Uma série de mudanças está sendo inserida no processo produtivo a fim de se superar as exigências dos mercados consumidores. Dentre elas a utilização do monitoramento integrado de pragas e doenças e o manejo racional da irrigação, são as mais importantes. Ambos itens necessitam da observação meteorológica como indicativo de quando aplicar defensivos e quanto aplicar de água na irrigação.

Assim, visando atingir essas metas, os recentes avanços em tecnologias computacionais têm levado fruticultores da região a adquirirem estações meteorológicas automáticas (EMA). Além disso, a aquisição da EMA permite os produtores obterem informações mais precisas, em substituição ao método anterior, que seria o uso de Estações Meteorológicas Convencionais.

A Embrapa Semi-Árido mantém desde 1963 uma estação meteorológica convencional (EMC), localizada no Campo Experimental do Projeto Bebedouro, na qual são realizadas observações diárias em horários estabelecidos pelo INMET. Atualmente foi instalada na mesma área da EMC, uma estação meteorológica automática (EMA).

Atualmente a Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Bebedouro, tem a finalidade realizar o monitoramento das condições meteorológicas e quantificar a evapotranspiração de referência (ET_o) local para ser utilizada no manejo da irrigação e auxiliar ao produtor na tomada de decisão, de quando iniciar o tratamento fitossanitário nas culturas, uma vez que os dados meteorológicos geram indicadores que auxiliam nessas práticas de manejo.

Sabendo das dificuldades operacionais de uma EMC e dos recentes avanços na agricultura irrigada, esse projeto teve o objetivo de realizar um estudo comparativo de dados meteorológicos obtidos em estação automática e convencional na Região do Submédio São Francisco, a fim de se gerar informações sobre o comportamento das variáveis meteorológicas em ambas estações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os dados meteorológicos obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), localizadas no campo experimental de Bebedouro (latitude 09°09'S, longitude 40°22'W e altitude 365,5m), pertencente a Embrapa/Semi-Árido, durante o período de 01 de maio de 2003 até 31 de dezembro de 2004, totalizando 611 dias consecutivos.

A estação meteorológica convencional (EMC) foi instalada em 1963, sendo que a estação meteorológica automática (EMA) foi instalada em 2003. Ambas estão localizadas em uma mesma área cercada e gramada de 12m x 18m. Na EMC foram utilizados psicrômetros (constituído por dois termômetros, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido, responsável pela obtenção da temperatura e umidade relativa do ar); termômetros de máxima e mínima (para obtenção da temperatura máxima e mínima do ar); termohigrógrafo (para registro da temperatura e umidade do ar); pluviômetros, para

obtenção dos totais de chuvas; tanque classe A para obtenção da evaporação; actinógrafo para registro da radiação solar incidente na superfície; anemômetros totalizadores de canecas para obtenção da velocidade do vento.

Já na EMA foram utilizados sensores programados para leitura a cada minuto, e armazenamento de dados a cada 30 minutos, e os valores máximos e mínimos da temperatura foram obtidos por meio de programação do sistema de aquisição de dados (Micrologger CR 23X), em escala diária.

Os elementos meteorológicos comparados na pesquisa foram: Temperaturas do ar às 9:00 horas (T_{9m} , °C), 15:00 horas (T_{15m} , °C) e 21:00 horas (T_{21m} , °C), umidade relativa do ar média às 9:00 horas (UR_{9m} , %) , 15:00 horas (UR_{15m} , %) e 21:00 horas (UR_{21m} , %); temperatura ($T_{méd}$, °C) e umidade relativa do ar média ($UR_{méd}$, %); temperaturas mínima ($T_{mín}$, °C) e máxima ($T_{máx}$, °C); velocidade do vento a 2m (V_v , m/s); precipitação (P , mm) e evapotranspiração de referência (ET_o, mm/dia), ao nível diário.

As correlações entre os dados obtidos pelas EMC e EMA foram feitas utilizando os seguintes índices estatísticos: Análise de regressão – coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância (D) – Willmont et al. (1985), erro absoluto médio (EAM), além dos desvios absolutos para cada parâmetro e a análise de significância através do teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de correlação linear, utilizando os valores da EMA como variável dependente, mostraram valores variados de correlação entre os dados obtidos em ambas estações. Nas Figura 1, 2, 3, 4 e 5 são apresentadas as correlações entre os valores de temperatura (T_{9m} , T_{15m} , T_{21m} , $T_{máx}$, $T_{mín}$ e $T_{méd}$); umidade relativa do ar (UR_{9m} , UR_{15m} , UR_{21m} e $UR_{méd}$); precipitação (P); velocidade do vento (V_v); e evapotranspiração de referência (ET_o), respectivamente.

Os dados de T_{9m} , T_{15m} , T_{21m} , $T_{máx}$, $T_{mín}$ e $T_{méd}$, quando comparados os valores da EMA em relação aos da EMC apresentaram altos valores de coeficiente de determinação (R^2), de 0,9549 para a T_{9m} , 0,9694 para T_{15m} , 0,9649 para T_{21m} , 0,9742 para $T_{máx}$ e 0,9312 para $T_{méd}$ (Figura 1). O menor valor de R^2 para o elemento temperatura encontrado foi de 0,8594 para $T_{mín}$. O elemento temperatura da EMA, de modo geral, apresentou uma tendência de superestimar os valores da EMC. As temperaturas que obtiveram menores e maiores tendências de superestimação da EMA em relação a EMC foram a $T_{mín}$ e T_{9m} , com cerca de 63,5 e 94,4%, respectivamente. Para as temperaturas T_{15m} , T_{21m} , $T_{máx}$ e $T_{méd}$, os valores foram iguais a 89,0, 86,1, 80,1 e 93,1%, respectivamente. Resultado semelhante foi obtido por Cunha et. al (2004) em que os valores de $T_{méd}$, $T_{máx}$ e $T_{mín}$ obtidos em EMA apresentaram subestimativa de 13,08%, 1,88% e 4,38%, respectivamente, em relação aos valores obtidos na EMC. Essa tendência de subestimação dos valores obtidos em EMC em relação à EMA, se deve a diferença existente entre o elemento sensor do instrumento dessas estações, em que o resistor que compõem o psicrômetro da EMA responde mais rapidamente a variação de temperatura do ar em relação aos termômetros da EMC.

Quanto a umidade relativa, comparando-se os valores UR_{9m} , UR_{15m} , UR_{21m} e $UR_{méd}$, da EMA com a EMC, houve uma tendência de superestimativa dos valores da EMC, o inverso do que ocorreu com as temperaturas (Figura 2) . A maior superestimação ocorreu para a UR_{15m} , em que os valores da EMC foram maiores do que os dados da EMA, foram de 96,1%. A UR_{21m} foi a que apresentou o segundo maior valor (92,7%), seguido da $UR_{méd}$ com 92,2% e 86,0% da UR_{9m} . Cunha et. al (2004) obteve um superestimação de 90,83% da $UR_{méd}$ da EMA em relação a EMC. Essa

tendência dos valores de umidade relativa da EMA serem maiores em relação aos valores da EMC, estaria possivelmente associado a demora de resposta do cabelo humano em relação ao capacitor a EMA e também a precisão de leituras dos equipamentos, logo que o termigógrado da EMC tende a ser mesmo preciso em relação ao sensor de umidade relativa da EMA, resultado em dados bastante dispersos, como pode ser observado na Figura 2.

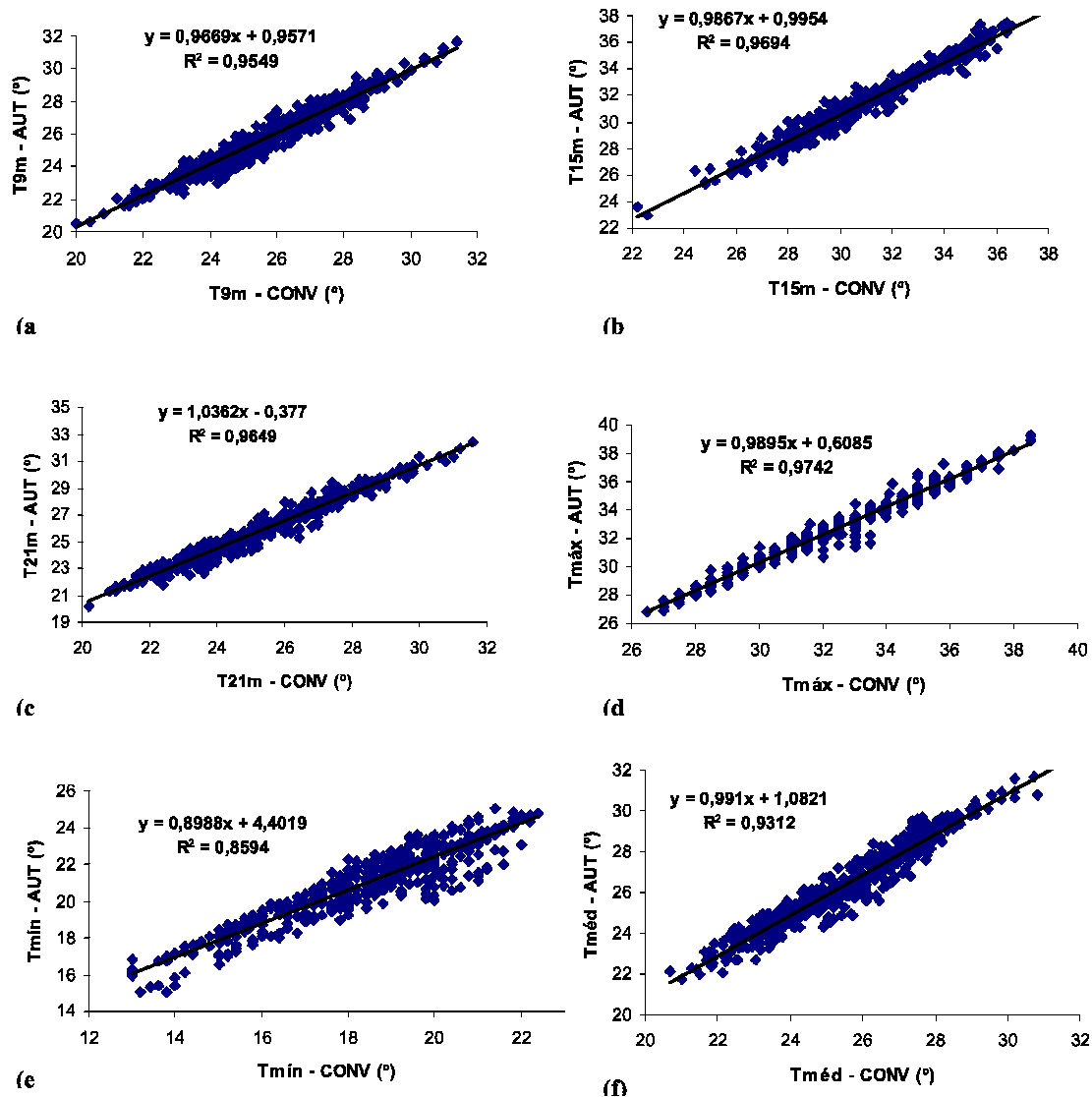


Figura 1. Correlações entre os valores de T_{9m} (1a), T_{15m} (1b), T_{21m} (1c), $T_{m\acute{a}x}$ (1d), $T_{m\acute{i}n}$ (1e) e $T_{m\acute{e}d}$ (1f), obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), durante o período de 611 dias seqüências, iniciando em 01 de maio de 2003 e término em 31 de dezembro de 2004.

A precipitação (P) medida na EMA apresentou uma tendência subestimativa bastante alta, de 70,1%, com R^2 baixo, de 0,6544, e os dados dos dias chuvosos com algumas dispersões. Tal resultado estaria associado a possíveis erros de leitura por parte do pluviômetro, por ser de balança, a qual causa erro no total de chuva medido, pois essa medida está diretamente relacionada com a área de captação da balança e a intensidade de chuva. Além disso, as anotações diárias da precipitação da EMC são realizadas para o período compreendido entre 9:00 horas de um dia e 9:00

horas do dia seguinte, o que contribuiu, em demasiado, para a grande diferença entre os dados, uma vez que na EMA a precipitação é medida entre 00:00 e 24:00 horas.

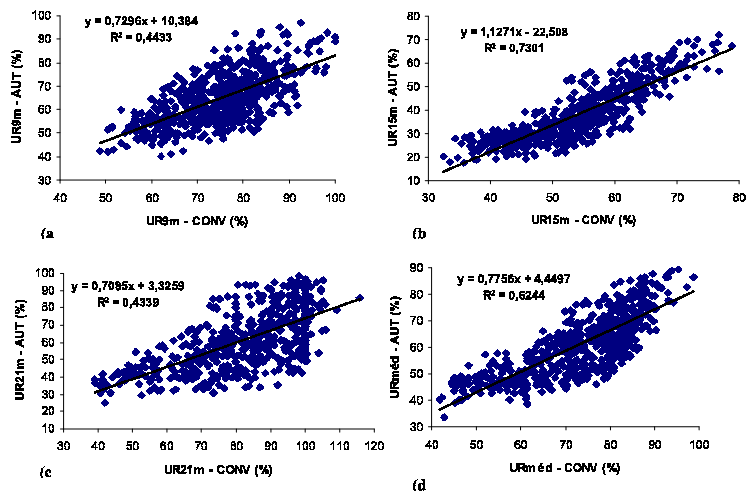


Figura 2. Correlações entre os valores de UR_{9m} (2a), UR_{15m} (2b), UR_{21m} (2c), $UR_{méd}$ (2d), obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), durante o período de 611 dias seqüências, iniciando em 01 de maio de 2003 e término em 31 de dezembro de 2004.

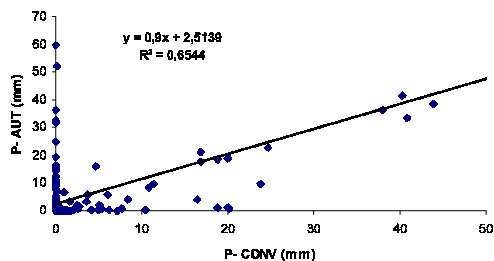


Figura 3. Correlações entre os valores de P, obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), durante o período de 611 dias seqüências, iniciando em 01 de maio de 2003 e término em 31 de dezembro de 2004.

A velocidade do vento (V_v) medida na EMA superestimou em 84,3% os valores obtidos na EMC, apresentando $R^2 = 0,7554$. Esse resultado possivelmente estaria associado a diferenças de sensibilidade de cada sensor, pois apresentam elementos sensores diferentes. Já os valores de ET_o , apresentaram um coeficiente de determinação (R^2), de 0,5807, e uma tendência superestimativa da EMC em relação à EMA, devido a menor precisão dos equipamentos da EMC para se obter os componentes para cálculo da ET_o .

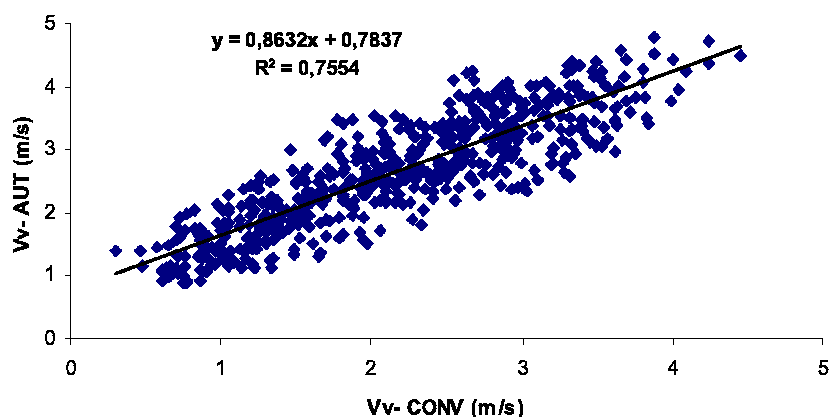


Figura 4. Correlações entre os valores de V_v , obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), durante o período de 611 dias seqüências, iniciando em 01 de maio de 2003 e término em 31 de dezembro de 2004.

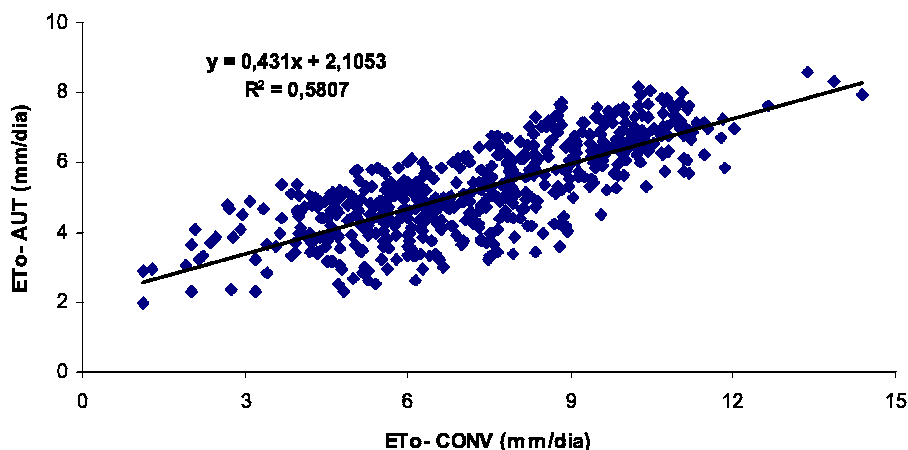


Figura 5. Correlações entre os valores de ET_o , obtidos nas estações meteorológicas convencional (EMC) e automática (EMA), durante o período de 611 dias seqüências, iniciando em 01 de maio de 2003 e término em 31 de dezembro de 2004.

Dos dados analisados a temperatura do ar foi a que apresentaram maior correlações com índices de concordância (d) altos, com exceção da T_{\min} , que obteve um valor de 0,7559 e um erro de 2,55 (Tabela 1). Essa correlação reduzida da T_{\min} , em relação aos demais valores de temperatura, pode está associada ao momento de obtenção da T_{\min} , sendo ela obtida após a terceira leitura do dia n (21:00) e antes de meia-noite ela vai ser lida para o dia $n + 1$. O que não ocorre quando a mesma é

obtida pela EMA, que a leitura será para o dia n . Os dados de umidade relativa apresentaram baixos valores de d e altos valores do EAM mostrando uma relação baixa entre esses valores obtidos na EMA em relação a EMC.

Tabela 1. Índices estatísticos para análise de concordância entre as variáveis analisadas obtidas em EMC e EMA.

Elemento	R ²	D	EAM	EMA = a.(EMC) + b
T _{9m}	0,9549	0,9877	0,11	EMA = 0,9669.(EMC) + 0,9571
T _{15m}	0,9694	0,9807	0,57	EMA = 0,9867.(EMC) + 0,9954
T _{21m}	0,9649	0,9778	0,53	EMA = 1,0362.(EMC) + 0,377
T _{máx}	0,9742	0,9906	0,27	EMA = 0,9895.(EMC) + 0,6085
T _{mín}	0,8594	0,7559	2,55	EMA = 0,8988.(EMC) + 4,4019
T _{méd}	0,9312	0,9441	0,85	EMA = 0,991.(EMC) + 1,0821
UR _{9m}	0,4320	0,7468	-9,72	EMA = 0,7112.(EMC) + 11,711
UR _{15m}	0,7301	0,7001	-15,59	EMA = 1,1279.(EMC) - 22,551
UR _{21m}	0,4339	0,6953	-20,69	EMA = 0,7085.(EMC) + 3,3259
UR _{méd}	0,6244	0,6244	-12,02	EMA = 0,7756.(EMC) + 4,4497
P	0,6544	0,8874	2,23	EMA = 0,9.(EMC) + 2,5139
Vv	0,7554	0,8688	0,49	EMA = 0,8632.(EMC) + 0,7837
ET _o	0,5807	0,5970	-2,08	EMA = 0,431.(EMC) + 2,1053

Na análise dos desvios absolutos, foram obtidas as diferenças de T_{9m}, T_{15m}, T_{21m}, T_{máx}, T_{mín} e T_{méd}, e UR_{9m}, UR_{15m}, UR_{21m} e UR_{méd}, P, Vv e ET_o, entre as estações meteorológica convencional e automática. Os valores positivos dos desvios absolutos indicam que a EMA apresenta um valor maior que a EMC, enquanto os valores negativos representam o raciocínio inverso. No caso dos desvios absolutos das temperaturas, a que apresentou valores com maior diferença, tanto negativo quanto positivo, foi a T_{máx} que obteve valores até -10,44 e 10,09, respectivamente. Porém, a T_{mín} do ar foi a que obteve maior valor médio do desvio absoluto (2,34) durante todo o período analisado, seguido da T_{méd}, com o desvio de 0,84; da T_{15m} com 0,50; T_{21m} com 0,46; T_{máx} com 0,18; e o menor desvio absoluto foi obtido pela T_{9m}, com um valor de 0,06. Com os resultados dos valores médios absolutos positivos, isso representou que a EMC, em média, superestima os valores de temperatura em relação à EMA, afirmando o que foi discutido anteriormente, onde os valores das temperaturas superestimaram em menor e maior grau, cerca de, 5,6 e 26,5%, respectivamente.

Quanto os dados de umidade relativa, a tendência é inversa. Os valores da umidade relativa, obtidos na EMA, em média, tenderam ser maiores em relação aos valores obtidos a partir da EMC. As maiores diferenças foram obtidas no período das 9:00 horas (UR_{9m}), em que os valores do desvio absoluto ficaram entre -47,82 e 41,64. Não muito diferente ocorreu com a UR_{15m}, UR_{21m} e UR_{méd}, que os desvios ficaram entre -46,65 e 39,00; -56,68 e 28,25; -34,30 e 31,28, respectivamente.

Os valores de precipitação (P) apresentaram desvios absolutos médios positivos, o que representa uma tendência dos valores obtidos na EMA serem maiores em relação os dados obtidos na EMC. No entanto, os desvios absolutos encontrados foram muito acima do esperado (entre -55,94 e 59,94), levando a implicação de possíveis problemas na aquisição desse dado pela EMA ou então a erros de leituras efetuados pelo o observador da EMC. Outro motivo que pode ter influenciado na dispersão dos dados de precipitação em relação às duas estações, está relacionado ao período de leitura e ao próprio pluviômetro.

Os valores de velocidade do vento (Vv) apresentaram desvios absolutos variando de -1,44 a 3,45, e em média os valores da EMC tenderam a ser maiores em relação à EMA, apresentando o valor médio absoluto de 0,49. Já em relação a evapotranspiração houve um desvio absoluto médio, negativo, -2,08, chegando atingir valores entre -8,26 a 6,42. A subestimação e superestimação dos

valores da ETo podem implicar em possíveis problemas no manejo de irrigação e favorecer para degradação dos solos e do meio ambiente local.

CONCLUSÕES

Com a realização deste estudo comparativo foi possível observar a boa relação existente entre os dados de temperatura do ar obtidos em estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA). No entanto as diferenças entre o elemento sensor e as sensibilidades de cada equipamentos dos demais parâmetros meteorológicos analisados, permitiram observar a baixa relação entre os dados obtidos em ambas estações.

A utilização dessas informações a fim de se promover o monitoramento fitossanitário e de irrigação nas culturas possivelmente pode favorecer para resultados bem diferentes quanto à produtividade das culturas e a preservação do meio ambiente.

Apesar dos resultados, não é recomendada a desativação da EMC devido ainda no Brasil a EMA ser uma tecnologia inovadora que necessita de elevado custo de implantação e de manutenção inerentes aos seus equipamentos.

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.10, n.2, p. 103-111. 2004.

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. Anais ..., Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ USP, 1997. p. 246-248.

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

WILLMONT, C.J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n. 5, p. 8995-9005. 1985.

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.