AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DADOS METEOROLÓGICOS OBTIDOS EM ESTAÇÕES CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA

Allan do Espirito Santo Machado (PROVIC/Fundação Araucária/UEPG), Airton Kist (Orientador), e-mail: allan.machado7@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística.

Área e subárea do conhecimento: 1.02.00.00-2 Probabilidade e Estatística, 1.02.02.00-5 Estatística.

Palavras-chave: Estação Meteorológica Convencional, Estação Meteorológica Automática, variáveis climáticas.

Resumo

Neste trabalho foram efetuados estudos comparativos entre os seguintes elementos meteorológicos: Umidade Relativa Média do Ar, Radiação Solar Global, Precipitação Pluvial e Temperatura Média do Ar, obtidos no Posto Meteorológico da ESALQ, no município de Piracicaba – SP onde operaram simultaneamente uma estação meteorológica convencional e uma automática. Foram analisados dados de um período de 20 anos, divididos em três sub-períodos. As comparações dos dados obtidos pelas estações foram feitas por meio dos seguintes indicadores estatísticos: análise de regressão – coeficiente de determinação, índice de concordância, erro máximo e erro absoluto médio. Os elementos meteorológicos com maior uniformidade nos três estudos foram precipitação e temperatura. A umidade relativa apesar dos erros elevados pode ser comparável. Para a radiação houve uma discrepância alta nos dados da relação entre as estações. A substituição da estação meteorológica convencional pela estação meteorológica automática não sugere diferenças significativas em seus valores, entretanto não é uma regra geral, carecendo de comparações locais.

Introdução

O monitoramento das diversas variáveis meteorológicas em tempo real e com elevados níveis de precisão vem sendo resultado dos grandes avanços tecnológicos na área da eletrônica e automação. Os sensores eletrônicos ganharam progressivamente maior resolução e precisão, menor tamanho e custos reduzidos (SCARPARE, 2006).

Os sistemas de aquisição automática de dados, além da área de meteorologia, também vêm ganhando importância na área de agronomia, beneficiando o monitoramento das variáveis pertinentes à planta, ao solo e às máquinas agrícolas, ligadas direta ou indiretamente com o crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, aperfeiçoando o manipulo dessa atividade agrícola. A automatização da aquisição de dados meteorológicos tem sido vastamente empregada pela facilidade, eficiência, qualidade e padronização dos dados coletados, diminuindo, assim, os erros oriundos de leitura, interpretação e digitação desses dados (CUNHA & MARTINS, 2004).

Ainda o uso das Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) é recente no país, uma alternativa casada com o uso das Estações Meteorológicas Convencionais (EMC). As EMA's são desenvolvidas para medidas mais cuidadosas e precisas, armazenamento de dados meteorológicos para um longo período de tempo e uma despesa relativamente baixa.

Entretanto, para substituir uma EMC, com uma extensa série de dados, por uma EMA, uma questão muito importante é como transferir a confiabilidade da EMC para a EMA, de modo que as séries obtidas pelas duas possam ser estimadas como uma série única. Essa importância é ainda maior quando se refere aos valores médios, em relação da diferente capacidade de amostragem (frequência das medidas). Trabalhos desenvolvidos por Fisch & Santos (1997) e Sentelhas et al. (1997) demonstram bons resultados em meio aos elementos comparados entre os dois tipos de estações.

Este trabalho tem por objetivo comparar a uniformidade dos dados registrados nas estações meteorológicas, convencional (EMC) e automática (EMA), localizadas no Campus da ESALQ-USP, em Piracicaba, SP.

Materiais e Métodos

Os dados empregados no trabalho foram obtidos através do Posto Agrometeorológico do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, no município de Piracicaba, São Paulo. Foram estudados, analisados e comparados os dados de três períodos. Inicialmente repetidos os cálculos de janeiro de 1997 a agosto de 2006, totalizando 9 anos e 8 meses, estudados por Scarpare et al. (2006) e depois de setembro de 2006 a dezembro de 2016, totalizando 10 anos e 4 meses e janeiro de 1997 a dezembro de 2016, totalizando 20 anos, onde atuavam simultaneamente uma estação meteorológica convencional (EMC) e uma automática (EMA). Os elementos meteorológicos calculados foram: Umidade Relativa Média do Ar (URmed, %), Radiação Solar Global (RG, Wm^{-2}), Precipitação Pluvial (PP, mm) e Temperatura Média do Ar (Tmed, °C). Para o elemento meteorológico Radiação Solar Global, não foram encontrados dados nos últimos setes meses do ano de 2016, sendo assim o período utilizado no RG foi de janeiro de 1997 a maio de 2016, totalizando 19 anos e 5 meses.

Os sensores de temperatura e umidade do ar da EMC e da EMA instalados em abrigos termométricos, respectivamente, de venezianas simples e de multiplaca, com a altura de 1,7 m de acordo com as recomendações da WMO (WMO, 1983). As informações obtidas pela EMA, a cada segundo, eram processadas em médias a cada quinze minutos, as quais eram gravadas no módulo de aquisição, processamento e armazenamento dos mesmos, da marca Campbell.

As comparações dos dados adquiridos pelas EMC e EMA foram feitas através dos seguintes indicadores estatísticos: análise de regressão – coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância de Willmott (d), erro máximo (EM) e erro absoluto médio (EAM).

Resultados e Discussão

Avaliando os dados em função do R^2 encontramos que a Tmed foi a variável que apresentou maior correlação entre as medidas do sensor automático e convencional (0,9931), seguido da PP (0,9897), RG (0,8699) e URmed (0,4763). Nos últimos dois sub-períodos tivemos uma pequena mudança, a variável PP apresentou a maior correlação (0,9834 e 0,9865), posteriormente a Tmed (0,9723 e 0,9779), RG (0,9267 e 0,9142) e URmed (0,5665 e 0,4194). Ainda que os indicadores estatísticos utilizados não corroborem nas suas respostas, o coeficiente de determinação através da análise de regressão beneficia a visualização comparativa da distribuição dos dados, resultando em uma análise de comparação mais apropriada entre esses elementos meteorológicos (SCARPARE, 2006).

A URmed apresenta o R^2 mais baixo, seguida por uma baixa concordância e os valores de EM e EAM altos, mostrando que ocorreram diferenças significativas entre as medidas obtidas pelas estações meteorológicas. As diferenças de sensibilidade de cada sensor e da diferença na amostragem empregada para o cálculo da média das EMC e EMA, possivelmente, são responsáveis por estes valores, sendo próximos aos valores encontrados por Sentelhas et al. (1997).

A RG foi a variável que apresentou as maiores diferenças entre EMC e EMA, com um R^2 intermediário, a pior concordância e os piores erros nos três períodos analisados. Essa acentuada aversão entre EMC e EMA na medida de RG, é devida à: diferenças de resposta, precisão, sensibilidade dos sensores, calibração do actinógrafo, e aos problemas relativos à cotação dos diagramas desse equipamento, sobretudo em períodos com nebulosidade variável (SCARPARE, 2006).

A PP foi a variável com uma ótima correlação no primeiro período (R^2 = 0,9897) e os mais elevados no segundo e terceiro período (R^2 = 0,9834 e R^2 = 0,9865) e com as melhores concordâncias, apesar dos erros relativamente elevados. Para chuvas acima de 100 mm há uma tendência de medidas inferiores na EMA, possivelmente, relacionada à incapacidade do sensor, em eventos de precipitação intensa, de registrá-la na mesma velocidade com que ocorre, sendo uma parte não computada. Os problemas associados aos pluviômetros de báscula estão associados aos erros no total da chuva medida, os quais estão diretamente conexos à intensidade da precipitação, à resolução da báscula e à área de captação, assim como devido à ação de ventos intensos (SEIBERT & MORÉN, 1999).

Para a Tmed, o R^2 foi o mais elevado no primeiro período (0,9931) e teve ótimas correlações nos outros dois (0,9723 e 0,9779), altos valores de concordância nos três períodos, constituindo a variável com melhor adequação em todos os índices estatísticos. Observamos que a tendência é que os dados obtidos pela EMC sejam maiores que os obtidos na EMA (superestimativa de 4,4%), sendo essas superestimativas também encontradas por Fisch & Santos (1997), Sentelhas et al. (1997), Souza et al. (2003), Scarpare et al. (2006) nas comparações feitas entre estações meteorológicas.

Conclusões

Os elementos meteorológicos com maior uniformidade nos três estudos foram PP e Tmed, mesmo com um aumento significativo nos seus erros de um período para o outro. Em PP o seu erro máximo (EM) foi de 49 para 74,1 e em Tmed seu EM foi de 1,703903 para 2,375161.

A URmed apesar dos erros elevados pode ser comparável, pois seus sensores permitem erros de até 5%, superior a diferença encontrada de 4%. Podemos destacar a mudança no seu erro absoluto máximo (EAM), que foi de 3,122586 para 8,436297.

Para RG houve uma discrepância alta nos dados da relação EMA/EMC, sendo necessário maior acuracidade na interpretação dos diagramas e uma calibração constante nos sensores, principalmente o actinógrafo, já visto por Scarpare et al. (2006), tendo mudanças positivas do primeiro para o segundo período analisado: o aumento da correlação (R^2 = 0,8699 para R^2 = 0,9267) e concordância (d = 0,636877 para d = 0,671967).

Para os elementos meteorológicos comparados neste subprojeto, a substituição de EMC por EMA não sugere diferenças significativas em seus valores, entretanto não é uma regra geral, carecendo de comparações locais para cada caso.

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a direção do meu professor e orientador Dr. Airton Kist, a quem me sanou todas as dúvidas ao longo do ano. Agradeço também a instituição pela oportunidade cedida.

Referências

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, v. 12, n. 1, 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. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997.

SCARPARE et. al. Comparação da uniformidade de dados meteorológicos de estação meteorológica convencional e automática - Piracicaba/SP, Congresso de Agrometeorologia, 2006
9

SEIBERT, J.; MORÉN, A.S. Reducing systematic errors in rainfall measurements using a new type of gauge. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdan, 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.

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