

MFN= 008553
01 SID/SCD
02 7225
03 INPE-7225-PRE/3141
04 MET
05 MC
06 am
10 Brunini, O.
10 Santos, Jesus Marden
10 Alfonsi, R.R.
10 Santos, R.L.
10 Moraes, D.C.
10 Yamamura, R.C.
10 Pinto, H.S.
10 Brunini, C.C.
10 Gallo, P.B.
10 Sordi, G.
10 pereira, J.C.V.A
10 Landell, M.A.
10 Caputi, E
12 Variabilidade tecnica e performace de uma estacao meteorologica
automatica
14 249-251
18 Anais
40 Pt
41 Pt
42 <E>
52 SBA
52 ESALQ
53 Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10
54 13-18 jul. <1997>
56 Piracicaba
57 BR
58 DCM
61 <CN>
64 <1997>
68 PRE
76 MICROMETEOROLOGIA
83 Os sensores eletronicos utilizados nas Estacoes Meteorologicas
Automaticas (EMA) foram comparados com os sensores de Estacoes
Convencionais para verificar sua performance e adequacao na
determinacao dos parametros meteorologicos. Os resultados demonstram
uma otima correlacao entre os valores obtidos pelos sensores
eletronicos e os das Estacoes Meteorologicas Convencionais.
87 ESTACOES METEOROLOGICAS
87 SENSORES
90 b
91 FDB-19990825
92 FDB-MLR

VIABILIDADE TÉCNICA E PERFORMANCE DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA¹

Orivaldo BRUNINI²; Jesus M. dos SANTOS³; Rogério Remo ALFONSI²; Ricardo Luis dos SANTOS⁴; Denilson C. MORAES⁴; Romilson C. YAMAMURA⁴; Hilton S. PINTO⁵; Carmencita C. BRUNINI⁴; Paulo .B. GALLO⁶; Guido de SORDI⁶; José C.V.N.A. PEREIRA⁶; Marcos A. LANDELL⁶; Eduardo CAPUTI⁷

RESUMO

Os sensores eletrônicos utilizados nas Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) foram comparados com os sensores de Estações Convencionais para verificar sua performance e adequação na determinação dos parâmetros meteorológicos. Os resultados demonstram uma ótima correlação entre os valores obtidos pelos sensores eletrônicos e os das Estações Meteorológicas Convencionais.

INTRODUÇÃO

A substituição das estações meteorológicas convencionais (EMC) por estações meteorológicas automáticas (EMA) não pode ser uma ação de simples substituição como tem sido comumente adotada no Brasil, ou mesmo em alguns países.

É importante que antes do uso indiscriminado das informações meteorológicas fornecidas pela EMA, que a performance e acuracidade dos diversos sensores utilizados para medida das variáveis meteorológicas sejam adequadamente avaliados.

A teoria de funcionamento dos diversos sensores tanto da EMC ou da EMA é conhecido e amplamente divulgado na literatura correspondente a livros ou periódicos científicos, e não é finalidade deste trabalho, o qual apresenta resultados comparativos dos valores dos parâmetros meteorológicos obtidos através dos sensores eletrônicos (EMA) e dos sensores mecânicos (EMC).

MATERIAL E MÉTODO

A Estação Meteorológica Automática, foi configurada utilizando-se de Sistemas de Aquisição de Dados (Data - Loggers) Modelo Campbell - CR10, e sensores eletrônicos nacionais, como desenvolvidos pelo INPE e comercializados pela Empresa Engespaço.

As características básicas do Data Logger e dos sensores são as seguintes:

1. **Data Logger**, possui 12 canais de entradas analógicas, sendo que estas entradas podem ser 12 se usadas com relação ao Terra, ou 6 entradas se usadas sem Terra (diferencial), e possui também 2 canais digitais para leitura de pulsos ou frequência, com opção de programação para mais 2 canais digitais.

2. **Sensores Meteorológicos**: Os elementos meteorológicos medidos e monitorados nas EMAs, são os seguintes: temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, fluxo de calor no solo, radiação solar global (incidente e refletida), pressão barométrica e precipitação. Os elementos sensíveis de cada sensor possuem as seguintes características técnica:

a- **Temperatura do Ar e do Solo**: baseados em resistências de platina que a zero grau tem 100 ohms.

¹ Instituto Agrônomo de Campinas - C. Postal 28 - 13001-970 - Campinas - Apoio FINEP - Fundação IAC

² Engenheiro Agrônomo - Pesquisadores Científicos - IAC - Campinas - Bolsistas CNPq

³ Engenheiro Agrônomo - Pesquisadores - INPE - São José dos Campos

⁴ Técnicos de Apoio - IAC - Campinas

⁵ Engenheiro Agrônomo - Professor - Cepagri/UNICAMP - Campinas

⁶ Engenheiros Agrônomo - Pesquisadores Científicos - IAC - Campinas

⁷ Analista de Sistemas - CNPMA - Embrapa - Campinas

ATIVIDADES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CNPQ/INPE. 36P.

20 000
58 0159
59 924024
61 NE
68 RA
91 8205

MFN= 004505

01
02 002397
05 MC
06 AM
10 MASCARENHAS,N.D.A. PEREIRA,J.A.G.
12 IMAGE REGISTRATION BY SEQUENTIAL TESTS OF HYPOTHESIS: GAUSSIAN AND
BINOMIAL TECHNIQUES. 12P.
14 000
53 IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 16.,
BUENOS AIRES, ARGENTINA, JUNE 2-9, 1982 (POSTPONED)
58 0507
59 12091X
61 EC
68 PRE
91 8206

MFN= 004506

01
02 002399
05 T
06 M
16 PRADO,W.S.
18 DETERMINACAO DAS ONDULACOES DO GEOIDE ATRAVES DE HARMONICOS
ESFERICOS
20 000
50 DISSERTACAO DE MESTRADO EM CIENCIA ESPACIAL, INPE, SAO JOSE DOS
CAMPOS, 1982.
58 6653
59 88202X
61 NE
68 TDI
91 8205

MFN= 004507

01
02 002400
05 T
06 M
16 OLIVEIRA,J.R.F.
18 ESTUDO DE VARIOS ASPECTOS DA ESTABILIZACAO PASSIVA DE SATELITES
POR GRADIENTE DE GRAVIDADE. 96P.
20 000
50 DISSERTACAO DE MESTRADO EM CIENCIA ESPACIAL E DA ATMOSFERA, INPE,
SAO JOSE DOS CAMPOS, 1982
58 6653
59 88202X

b- Umidade Relativa do Ar: é fabricado a partir de um sensor capacitivo, que varia a capacitância de acordo com a umidade relativa do ar.

c- Fluxo de Calor no Solo e Radiação Solar: o fluxo de calor do solo é fabricado com 100 pares termoeletrônicos de cobre-constantan enrolados em série em uma lâmina de vidro; e o de radiação solar são feitos a partir de células de silício.

d- Pluviômetro: é do mecanismo tipo bascula que a cada 0,2mm de chuva, gera um pulso digital.

e) Velocidade e Direção do Vento

Os anemômetros são feitos com um disco óptico que a cada volta completa em torno de seu eixo gera também um pulso digital.

O sensor de direção do vento é feito com um potenciômetro sem fim, com ângulo morto de 3 graus.

Embora já estejam em pleno funcionamento 27 EMAs, os resultados comparativos são apresentados somente para as localidades de: Ribeirão Preto, Mococa e Campinas (IAC e Unicamp).

São analisados os aspectos referentes à variação diária, horária e mesmo de exposição de sensores de radiação solar e fluxo de calor em solo nu ou com diferenças de umidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor seqüência os resultados são apresentados e discutidos por elementos meteorológico analisado. 1- Temperatura do Ar

A temperatura do ar embora seja um elemento de fácil mensuração necessita que o elemento sensível não fique exposto a condições que são diferente do ambiente que se deseja caracterizar. O abrigo proposto para a EMA de orientação anemófila e com tela protetora para evitar chuva diretamente no sensor, realmente demonstrou ser altamente adequado. As figuras 1, 2 apresentam a variação da temperatura do ar, avaliando os extremos. As diferenças observadas estão na maioria dos casos na precisão do termômetro de mercúrio e até na concepção do abrigo da EMC, ou em até erro do observador.

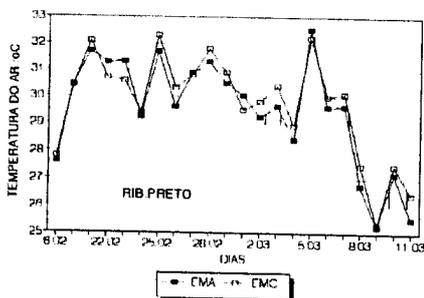


Fig. 1- Comparação entre a temperatura do ar máxima obtida através da EMA e EMC

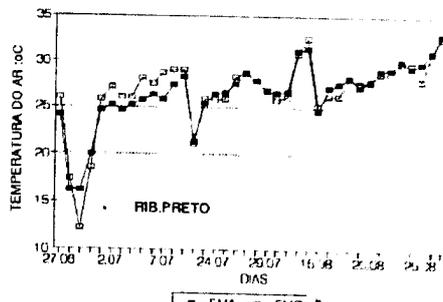


Fig. 2- Comparação entre a temperatura do ar mínima obtida através da EMA e EMC

2- Umidade do Ar

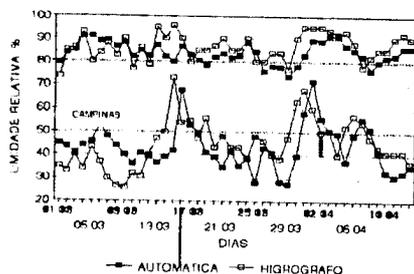


Fig. 3- Variação da umidade relativa do ar obtida através da EMA e EMC

A figura 3 apresenta a variação diária da umidade relativa do ar em dia específico comparando-se os valores obtidos pela EMA e pela EMC. Se considerarmos a precisão de um higrografo $\pm 10\%$, podemos afirmar a acuracidade de medida da umidade relativa do ar com o sensor da EMA.

91 8205
68 TDI
61 NE
59 882038
58 6106
SAO JOSE DOS CAMPOS, 1982
50 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ELETRONICA E TELECOMUNICACOES, INPE,
20 000
DIELETRICOS CILINDRICOS. 115P.
18 ESTABILIZAÇÃO DE OSCILADORES DE MICROONDAS UTILIZANDO RESSADORES
16 MARSHALL, P.M.
06 M
05 T
02 002403
01
MFN= 004510

91 8205
68 TDI
61 NE
59 882038
58 6106
SAO JOSE DOS CAMPOS, 1982
50 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ELETRONICA E TELECOMUNICACOES, INPE,
20 000
SIMETRICOS. 113P.
18 TEORIA ASSINTOTICA DE ESPALHAMENTO DE REFLETORES AXIALMENTE
16 MIRANDA, C.A.I.
06 M
05 T
02 002402
01
MFN= 004509

91 8207
68 PRE
61 NC
59 12091X
58 0353
PAULO, 26-30 JUL. 1982
53 IN: SIMPOSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATISTICA, 5., SAO
14 000
DE MULTICOLINEARIDADE. 15P.
12 ESTUDO DE PROBLEMAS DE REGRESSAO MALCONDICIONADOS OU COM PRESENCA
10 LORENA, L.A.N. REIS, J.R.
06 AM
05 MC
02 002401
01
MFN= 004508

91 8205
68 TDI
61 NE

3- Radiação Solar, Fluxo de Calor no Solo e Temperatura do Solo

As figuras 4 e 5 apresentam não só a variação destes elementos ao longo do dia para as localidades de Campinas e Ribeirão Preto, porém no caso específico de Ribeirão Preto foi feita uma correlação entre a radiação global medida através da EMA e insolação registrada pelo heliógrafo).

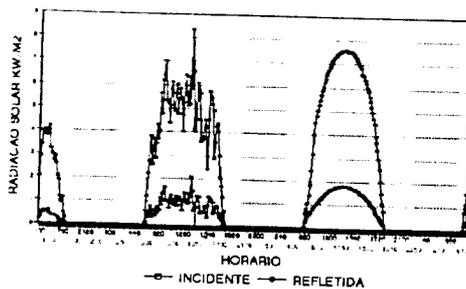


Fig 5-Variação diurna da radiação solar global incidente e refletida

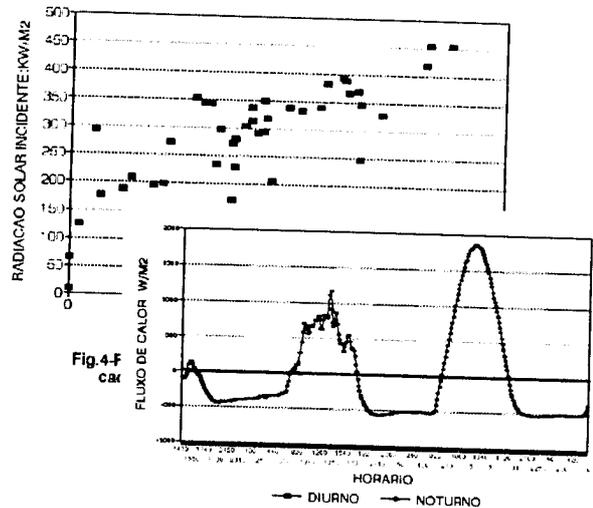


Fig 4-F Fluxo de calor no solo obtido através da EMA

Com relação ao fluxo de calor no solo (fig 6) observa-se a sensibilidade do elemento de medida, pois as diferenças de umidade do solo que condicionam um maior ou menor fluxo de calor é claramente apresentado. Os mesmos aspectos referem-se à temperatura do solo, demonstrando as diferenças nos valores extremos como refletido pelo "damping-depth".

4- Precipitação Pluviométrica

Este foi um dos parâmetros que de início apresentou variabilidade em comparação aos totais medidos pelos pluviômetros convencionais. Observou-se posteriormente que o problema principal estava relacionado à vibração do mastro de sustentação do pluviômetro de bascula (EMA).

Uma vez que este problema foi corrigido os dados de precipitação medidos pelos dois sistemas (EMA x EMC) são altamente comparativos como apresentado nas figuras 7 e 8.

Embora não tenham apresentadas, as comparações e análises da velocidade do vento e de sua direção, os dados obtidos e avaliados até o presente momento tem demonstrado coerência e acuracidade.

Devido à restrição de espaço foram apresentados somente algumas correlações e comparações dos elementos descritos são altamente promissores.

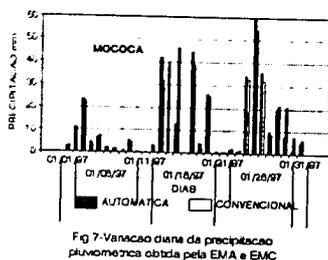


Fig 7-Variação diurna da precipitação pluviométrica obtida pela EMA e EMC

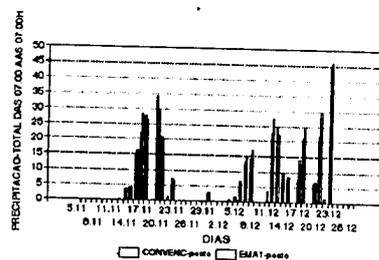


Fig 8-Comparação da precipitação obtida através da EMA e Pluviômetro

CONCLUSÕES

Os resultados avaliados até o presente momento tem demonstrado que a concepção adotada nas Estações Meteorológicas Automáticas e os sensores em uso tem apresentado acuracidade e precisão, com custo não muito elevado, permitindo o uso nas diversas Instituições no Brasil.

MFN= 004511

01
02 002404
05 PM
06 M
16 MAMMOLI, M. LONNEUX, L. BERGAMINI, E.W.
18 MODELO FUNCIONAL PARA PROCESSO DE MODULACAO E DEMODULACAO DE
SINAIS DO TIPO PSK E DPSK.
20 000
58 6157
59 12091X
61 NI
68 RTR
91 8205

MFN= 004512

01
02 002405
05 PM
06 M
16 ORLANDO, V.
18 SIMULACAO DE DADOS DE RASTREAMENTO DE SATELITES ARTIFICIAIS DO
TIPO "RANGE" E "RANGE-RATE". 98P.
20 000
58 6653
59 39100X
61 NI
68 RPQ
91 8205

MFN= 004513

01
02 002406
05 MC
06 AM
10 DIAS, L.A.V.
12 CORRECAO RADIOMETRICA DE IMAGENS DE SATELITE. 6P.
14 000
53 IN: SEMINARIO INPE-LCC, RIO JANEIRO, 25 A 27 DE NOVEMBRO DE 1981
58 0507
59 12091X
61 NC
68 PRE
91 8111

MFN= 004514

01
02 002407
05 MC
06 AM
10 OLIVEIRA, J.L.
12 APLICACAO DO METODO ALFA-BETA A JOGOS DIFERENCIAIS DISCRETIZADOS.
04P.
14 000