

Foto: Ivan R. de Almeida



Protetor de Radiação Solar Simples para Termômetros Digitais Eletrônicos

Carlos Reisser Júnior¹
Douglas Bermudez²
Sílvio Steinmetz³
Ivan Rodrigues de Almeida⁴
Santiago Vianna Cuadra⁵

Cada vez mais se procura caracterizar o ambiente onde vivemos. O ambiente natural e o modificado, com a evolução tecnológica, pode ser manejado, tanto para a produção agrícola como para nosso bem estar. Para um manejo adequado, há necessidade de monitorá-lo. Os sensores ambientais eletrônicos cada vez mais estão assumindo esse papel, principalmente devido às suas características de confiabilidade, exatidão, durabilidade e preço. Além dessas características, existem ainda outras, como a capacidade de armazenamento e transferência de dados. Hoje, equipamentos simples de medida de temperatura e umidade relativa do ar individualmente ou conjugados são facilmente encontrados em muitos lugares, principalmente por usuários sem interesse científico.

No meio científico, a mudança no modo de coletar de dados das estações meteorológicas está sendo muito importante, visto que os equipamentos existentes nas tradicionais eram equipamentos mecânicos, com registro de leitura em gráficos que, na grande maioria, eram dependentes de mão de obra para a leitura e transcrição para registro. Outro trabalho necessário semanal ou diário é para troca de gráficos e penas. Os postos meteorológicos demandavam muitos funcionários para realizar as leituras e observações, criando necessidades de troca de turnos, o que torna o registro desses dados de custo elevado e de grande trabalho manual especializado. Hoje, apesar de não serem totalmente descartados, os observadores diminuíram, pois como as estações meteorológicas automáticas (EMA) são menos

¹Engenheiro agrícola, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

²Estagiário da Embrapa Clima Temperado, acadêmico de Engenharia Eletrônica, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, RS.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴Geógrafo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁵Meteorologista, doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

dependentes, essas já realizam a grande maioria das leituras anteriormente feitas de forma manual. O desenvolvimento desses tipos de equipamentos eletrônicos permite que se possa instalar vários, caracterizando individualmente cada ambiente de produção a ser monitorado.

Juntamente com essas facilidades apareceram problemas de instalação dos equipamentos que podem gerar dados não representativos das características que se queira determinar. As EMAs, como as estações meteorológicas tradicionais, também foram normatizadas, procurando reduzir ao máximo os problemas que interferissem nas determinações, possibilitando comparar dados de diferentes locais sem influência de instrumentação ou da forma de sua instalação (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2008). Com a facilidade e abundância dos novos equipamentos, essas condições muitas vezes não são consideradas causadoras de erros importantes nas determinações.

A temperatura do ar, que é uma das variáveis mais monitoradas, tanto por amadores como profissionais, é uma determinação que merece maiores cuidados, visto que sua determinação sofre influência da incidência da radiação solar se alguns cuidados não forem tomados. Conforme Tarara e Hoheisel (2007), a eficiência de protetores de radiação solar (*shields*) depende primeiramente das propriedades óticas do material de construção e da ventilação interna, devido às duas formas de transferência de calor, por radiação e por convecção, as quais determinam o modelo do protetor. Se essas características não existirem, é grande a possibilidade de coletar medidas erradas em algumas situações.

Levando em consideração os cuidados necessários para a proteção dos sensores eletrônicos de temperatura e umidade relativa do ar, contra a radiação solar e permitir ventilação passiva adequada, as EMAs são equipadas com modelo semelhante para todas as marcas. Esses modelos foram baseados em um desenvolvido pela NOAA, chamado de "Gill" devido ao seu criador (GILL, 1979). Esses sistemas, apesar de simples, são difíceis de encontrar no mercado e têm custo elevado quando adquiridos diretamente das indústrias de equipamentos.

Portanto, para a utilização de equipamentos simples de medição de temperatura do ar, dentre os diversos modelos existentes é necessário ter atenção para a realização de medidas corretas, para isso, o uso desses protetores é fundamental. Devido ao seu custo e dificuldades de encontrar no mercado local, desenvolveu-se um equipamento com materiais alternativos de baixo custo com o objetivo de criar um protetor de radiação solar que permita a utilização de higrótermógrafos digitais de vários modelos, dentro das recomendações técnicas, que caracterizem corretamente as condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar.

Metodologia

Baseado em informações de Tarara e Hoheisel (2007), optou-se pela construção do modelo Gill adaptado, pois esse é recomendado pelos autores para determinações em que as diferenças de temperatura do ar para as medidas com o equipamento não sejam maiores do que 1 °C. Para equipamentos com ventilação passiva, em condições de vento com velocidade menor do que 3ms⁻¹, é de se esperar que existam temperaturas nesses níveis (TANNER, 1990). Para confecção do modelo, adaptou-se pratos plásticos aditivados anti-UV de cor branca (diâmetro igual a 100 mm e altura de 17 mm), usados para a drenagem da água de vasos de 0,5 L para flores. Nesses pratos foram realizados furos de 45 mm exceto no prato superior. Também se utilizou um vaso de volume de 0,5 L e dimensões 10,5 x 8 cm, para suporte do equipamento de medida (Figura 1). Com o uso de parafusos, porcas arruelas e com espaçadores de mangueira plástica, montou-se o equipamento (Figura 2) para que fosse testado. Baseado nos preços pagos no mercado local o equipamento custou o valor de R\$ 10,00. Comparado com o valor de um modelo disponível no mercado brasileiro, o do equipamento alternativo é 50 vezes menor.

Foto: Carlos Reisser Jr.



Figura 1. Peças usadas na confecção do protetor de radiação solar para uso com termo-higrógrafos digitais eletrônicos.

Para a verificação da eficiência, comparou-se o modelo desenvolvido com outros dois existentes: o abrigo meteorológico oficial, usado nas estações meteorológicas, e outro modelo Gill importado com qualidade aceita pela maioria dos pesquisadores brasileiros da área. Nos três ambientes foram colocados termo-higrógrafos de mesma marca e modelo (NOVUS, modelo LogBox-RHT-LCD da Figura 2) para a comparação dos dados de temperatura. Junto a esses equipamentos colocou-se uma estação meteorológica automática marca Davis, modelo Vantage Pro2®, para que se registrassem, além das temperaturas, as medidas de vento e radiação solar.

Foto: Carlos Reisser Jr.



Figura 2. Aparência geral do protetor de radiação solar e a posição de um termo-higrógrafo digital eletrônico possível de ser usado no protetor.

A coleta de dados foi realizada no mês de setembro de 2014 junto à estação agrometeorológica do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS.



Foto: Carlos Reisser Jr.

Figura 3. Vista geral do (A) abrigo meteorológico padrão utilizado na comparação dos equipamentos e (B) os modelos Gill simples (direita), desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, e o comercializado (esquerda). Pelotas-RS.

Resultados

Na Figura 4, são apresentadas as temperaturas médias, máximas e mínimas do ar medidas nos termômetros, durante o período estudado, nos vários protetores de radiação. Verifica-se que não há diferenças entre as temperaturas medidas com a utilização dos protetores Gill, bem como entre as temperaturas medidas no abrigo meteorológico e na estação automática. As diferenças entre as médias de temperatura medidas nos protetores e no abrigo não passaram de 0,20 °C nem de 0,4 °C entre as temperaturas máximas e mínimas entre os mesmos equipamentos e o abrigo meteorológico.

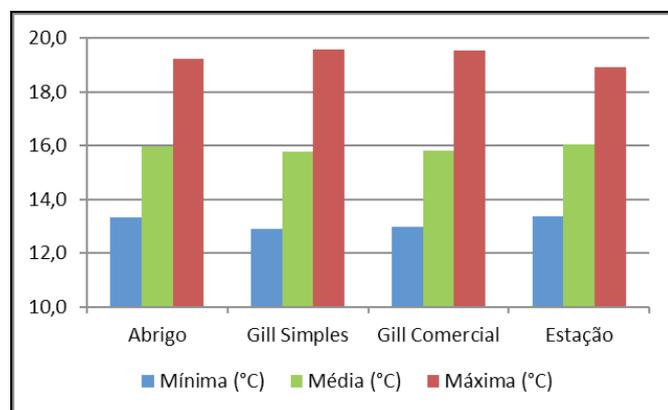


Figura 4. Temperatura do ar medida com termômetro digital protegido por abrigo meteorológico (Abrigo), protetor Gill simples, protetor Gill comercial e estação meteorológica automática (Estação).

Apesar das médias diárias das temperaturas serem próximas, pode-se observar na Figura 5 que ao longo das 24 horas, com dia de elevada disponibilidade de radiação solar, as medidas de temperatura horária, nos dois modelos Gill, apresentam praticamente os mesmos valores. Quando comparadas às temperaturas medidas no abrigo, as diferenças inexistem durante o período do amanhecer até próximo das 10h. A partir desse

horário verifica-se uma maior temperatura nos protetores Gill, em torno de 0,25 °C até próximo das 14h, quando a diferença se inverte e as temperaturas do abrigo ficam superiores, com valores semelhantes aos 0,25 °C até o amanhecer. Pode ser observada também na Figura 5, a proximidade dos valores de temperatura (menos do que 0,20 °C) medidos dentro do abrigo com os medidos pela estação meteorológica automática.

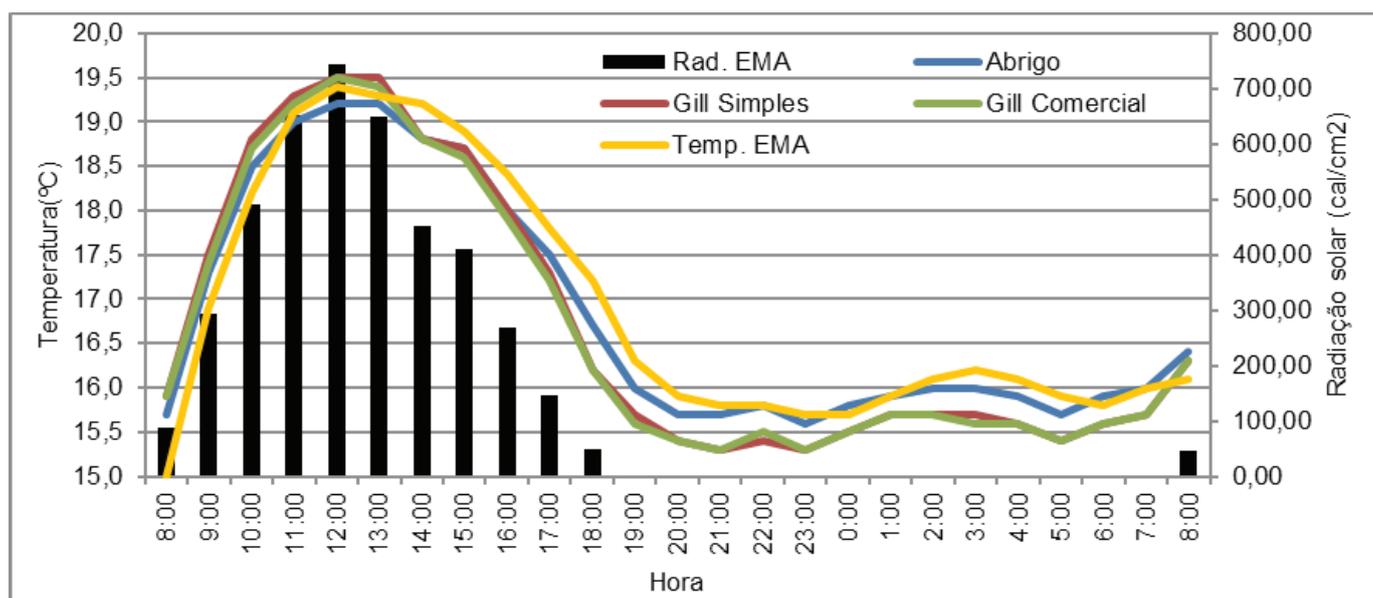


Figura 5. Temperatura do ar medida com termômetros digitais protegidos por abrigo meteorológico (Abrigo), protetor Gill simples, protetor Gill comercial, pela estação meteorológica automática (Temp. EMA), e valores de radiação solar medidos na estação meteorológica automática (Rad. EMA). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

Essas pequenas diferenças de temperatura ocorrem em condições especiais de tempo, relacionadas com a velocidade do vento e com a radiação solar incidente no equipamento. Pode-se observar na Figura 6 que as maiores diferenças ocorrem entre os dois modelos Gill com relação ao abrigo meteorológico, porém entre os modelos estudados as diferenças são proporcionalmente bem menores. Na Figura 6, também se verifica que as maiores diferenças medidas ocorrem durante o período entre 9h e 16h, e próximo das 3h e das 19h. No período do dia as diferenças são relacionadas à disponibilidade de radiação solar e, durante a noite, relacionadas à velocidade do vento.

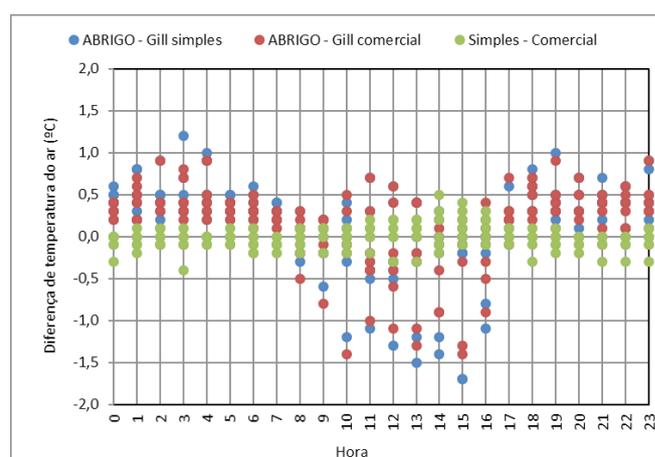


Figura 6. Relação entre as diferenças de temperatura do ar medidas dentro do abrigo meteorológico e os protetores Gill simples e o Gill comercial, durante o período de 24 horas do dia, em setembro de 2014. Pelotas-RS.

A influência da incidência de radiação solar pode ser observada na Figura 7, na qual se verifica que as maiores diferenças de temperatura entre o abrigo e os dois protetores ocorrem quando os valores de radiação ultrapassam 240 Wm^{-2} . Também se verifica que durante a noite (valores de radiação igual a zero), as diferenças podem ser positivas ou negativas, dependendo principalmente da nebulosidade, a qual influencia sobre a perda de energia do ar dentro dos protetores. Também se verifica na Figura 7 que as diferenças de temperatura entre os dois modelos Gill não dependem de radiação solar e são, normalmente, muito próximas a zero. As temperaturas medidas no termômetro sob proteção do Gill Simples são um pouco maiores durante o dia e menores à noite quando comparados aos sob proteção do Gill Comercial.

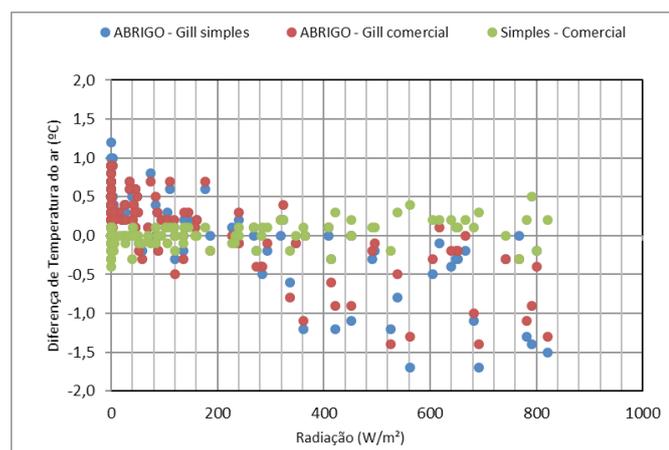


Figura 7. Relação entre as diferenças de temperatura do ar medidas dentro do abrigo meteorológico e os protetores Gill simples e o Gill comercial, em função da disponibilidade de radiação solar incidente, em setembro de 2014. Pelotas-RS.

Com relação à influência da velocidade do vento, verifica-se, na Figura 8, que as diferenças de temperatura entre os dois protetores e o abrigo meteorológico diminuem à medida que a velocidade do vento aumenta. Quando as temperaturas no abrigo são maiores (valores positivos no gráfico) do que nos Gill, são devido à nebulosidade noturna, e quando menores, dependem da disponibilidade de radiação solar incidente sobre o equipamento. Mais uma vez é mostrado através das Figuras 7 e 8 que a diferença de temperatura entre os protetores Gill é muito pouco influenciada, tanto pela velocidade do vento quanto pela radiação solar, pois são sempre próximas à zero.

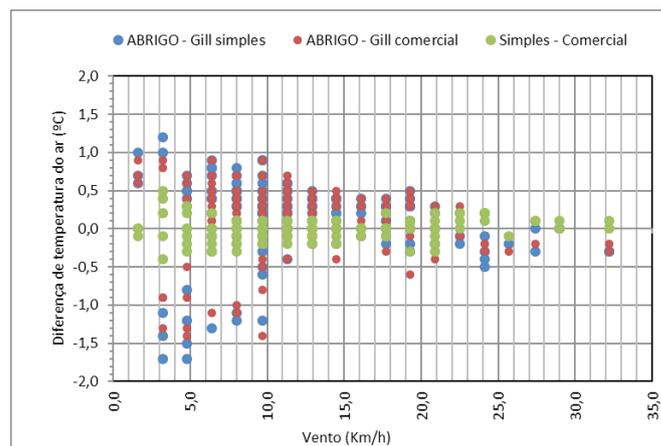


Figura 8. Relação entre as diferenças de temperatura do ar medidas dentro do abrigo meteorológico e os protetores Gill simples e o Gill comercial, em função da velocidade do vento, em setembro de 2014. Pelotas-RS.

Pode-se verificar na Figura 9 que as diferenças de temperatura horária entre os protetores Gill normalmente não ultrapassam os $0,5 \text{ °C}$ ao longo da amplitude de temperatura estudada. Porém se pode observar uma leve tendência de que as temperaturas sejam mais baixas no Simples do que no Comercial para temperaturas abaixo de 16 °C , e mais altas nas temperaturas acima deste valor, medidas no abrigo meteorológico. Cabe salientar que essas diferenças são amplamente aceitas e estão dentro dos níveis recomendados no Guia de Instrumentos Meteorológicos da Organização Mundial de Meteorologia (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2008).

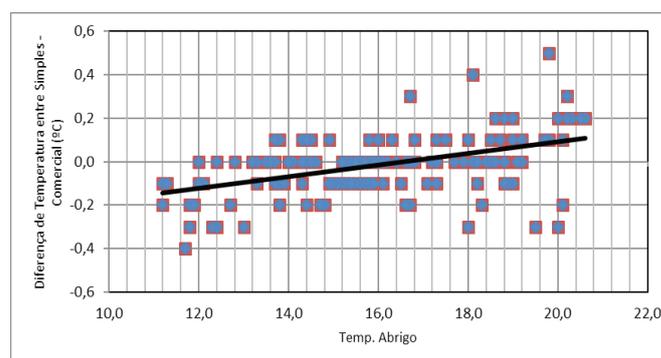


Figura 9. Relação entre as diferenças de temperatura do ar medidas entre os termômetros dentro dos protetores Gill simples e o Gill comercial em função da temperatura do ar medida dentro do abrigo meteorológico (Temp. Abrigo), em setembro de 2014. Pelotas-RS.

Considerações Finais

Os protetores de radiação solar para termômetros digitais modelo Gill proporcionam medidas de temperatura diferentes daquelas medidas dentro dos abrigos meteorológicos padrão, em determinadas condições de tempo, relacionadas principalmente à radiação solar e à velocidade do vento;

O modelo de protetor Gill simplificado, desenvolvido pela Embrapa Clima Temperado, de custo pequeno, não modifica as medidas de temperatura do ar de maneira significativa para os modelos Gill, comercializados pelas empresas especializadas na industrialização de estações meteorológicas automáticas;

O modelo desenvolvido pode ser utilizado em pesquisa com a mesma precisão dos modelos recomendados pela WMO e fornecidos pelas empresas fabricantes de estações meteorológicas automáticas.

Referências

GILL, G. C. **Development of a small rugged radiation shield for air temperature measurements on drifting buoys**. Bay St. Louis: NOAA, Data Buoy Office, 1979. 23 p. Relatório em cumprimento parcial ao contrato # 01-7-038-827 (IF) de 4/1/77.

TANNER B.D. Automated weather stations. **Remote Sensing Reviews**, London, v. 5, n. 1, p. 73-98, 1990.

TARARA, M.; HOHEISEL, G. A. Low-cost shielding to minimize radiation errors of temperature sensors in the field. **Hortiscience**, Alexandria, v. 426, n. 6, p. 1372-1379, Oct. 2007.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to meteorological instruments and methods of observation**. 7th ed. Geneva, 2008. Paginação irregular. (WMO, n. 8).

Comunicado Técnico, 345

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971

Fone: (53)3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição

Obra digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente: Enio Egon Sosinski Júnior

Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza

Membros: Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Expediente

Revisão do texto: Bárbara C. Cosenza

Normalização bibliográfica: Graciela Oliveira

Editoração eletrônica: Nathália Coelho (estagiária)