

# MELHORIA NO SISTEMA DE VEDAÇÃO DE TUBOS SOLARÍMETROS CONSTRUÍDOS COM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Silvio STEINMETZ<sup>1</sup>, Paulo Roberto Barcelos MIORI<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho apresenta um método de montagem de tubos solarímetros e, em particular, do seu sistema de vedação, que consiste na utilização de material simples e facilmente encontrado no mercado. A sua grande vantagem é que ele permite, em caso de ocorrência de condensação de umidade, fazer a troca do material dessecante (sílica-gel) *in loco* e com maior facilidade pelo fato das tampas de vedação serem rosqueáveis. Os resultados obtidos em condições de campo com a cultura do arroz irrigado, que apresenta altos níveis de umidade na parte inferior do dossel vegetativo, onde os tubos solarímetros são instalados, mostraram que o método utilizado pode ser considerado como uma melhoria em relação ao sistema tradicional de vedação desses sensores.

## INTRODUÇÃO

Tubos solarímetros são instrumentos que há muitos anos tem sido usados para caracterizar a radiação solar transmitida ou interceptada pelo dossel vegetativo e estabelecer a relação entre a energia interceptada e a produção de matéria seca de várias culturas (Gallagher & Biscoe, 1978; Steinmetz & Siqueira, 1995). No processo de fotossíntese a planta utiliza apenas uma fração da radiação global (Rg), medida pelos tubos solarímetros, denominada radiação fotossinteticamente ativa (RFA ou PAR). Entretanto, o fato de existir uma relação entre os coeficientes de extinção da Rg e da PAR (Green, 1987; Monteilh, 1993) permite que se utilize os tubos solarímetros para se obter, a um menor custo, estimativas da PAR interceptada pelas culturas.

Um dos pontos críticos na construção dos tubos solarímetros é o sistema de vedação para eliminar a condensação de umidade que, por vezes, ocorre no interior dos mesmos. Nos primeiros tubos solarímetros construídos (Steinmetz & Miori, 1993) utilizou-se um sistema de vedação fixo em ambas as extremidades e a colocação de saquinhos de sílica-gel na parte inferior do elemento sensor, no interior do tubo de vidro. Esse método funcionou muito bem em vários experimentos com culturas de feijão e soja, em condições de sequeiro ou irrigada por aspersão, e com o arroz irrigado por inundação. Entretanto, quando havia a necessidade de desmontagem de algum tubo solarímetro devido a ocorrência de condensação ou de outro problema qualquer, havia dificuldades para retirar as peças de vedação podendo causar quebra ou trincamento do tubo de vidro. Em geral, a vedação dos tubos solarímetros reconicionados não era tão eficiente quanto os originais. Por isso, idealizou-se um sistema que além de permitir uma vedação eficiente tornassem mais fáceis os processos de montagem e desmontagem desses sensores.

## MATERIAL E MÉTODOS

A figura 1 mostra um esquema dos componentes do tubo solarímetro e, em particular, do sistema de vedação. Além dos componentes descritos na figura 1, usou-se o seguinte material: adesivo instantâneo (Super Bonder), adesivo plástico para conexões soldáveis, cola de silicone e sílica-gel.

No processo de montagem dos tubos solarímetros a seguintes etapas foram cumpridas: a) fixação e nivelamento do elemento sensor (placa de circuito impresso com junções em cobre-constantan pintada em branco e preto) incluindo a colocação de suportes em PVC em três pontos na face inferior do elemento sensor; b) montagem dos componentes do sistema de vedação (figura 1); c) soldagem do cabo coaxial nos terminais do elemento sensor; d) colocação da sílica-gel.

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dr. Pesquisador da EMBRAPA-CPACT, Caixa Postal Postal 403, 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Técnico em Eletrônica, Universidade Federal de Pelotas, Estação Agroclimatológica, Caixa Postal 354 96001-970 Pelotas, RS.

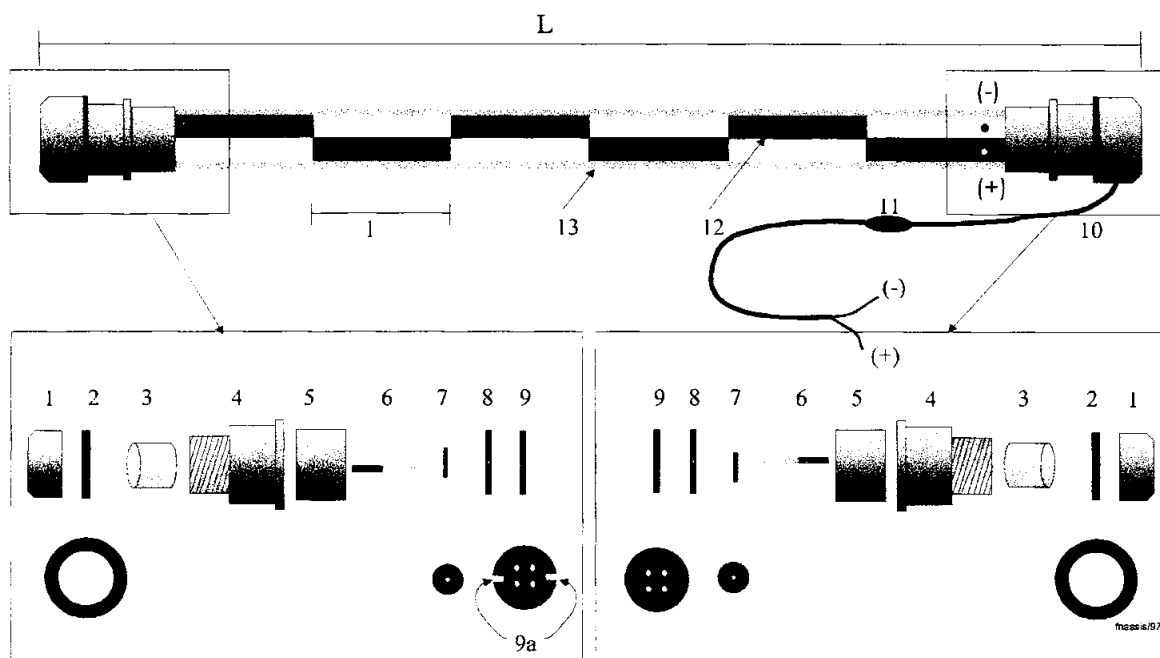


Figura 1. Esquema do radiômetro e seus componentes: 1. Tampa rosqueável de PVC (32 mm); 2. Anel de vedação de borracha (32 mm); 3. Tampa do recipiente de sílica-gel (revestido com tela) de PVC (25,6 mm); 4. Adaptador soldável de PVC (32 mm); 5. Cano soldável de PVC (32 mm); 6. Parafuso de tensão do elemento sensor (2,5 x 4,8 mm); 7. Arruela em latão (15 mm); 8. Placa de tensão da tampa interna (30 x 10 mm); 9. Tampa interna revestida com tela (30 mm de diâmetro, 4 mm de espessura); 9a. Encaixe do elemento sensor; 10. Cabo coaxial e terminais de conexão com o registrador; 11. Resistor de calibração; 12. Elemento sensor (termopilha de cobre-constantan pintada de preto e branco); 13. Tubo de vidro borossilicato com diâmetro externo de 30 mm e diâmetro interno de 26 mm.  $L = 108,0$  cm;  $l = 14,3$  cm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um conjunto de 20 (vinte) sensores foi construído utilizando-se o método previamente descrito. Esses sensores, após o processo de calibração, foram instalados num experimento de arroz irrigado por inundação na safra 1996/97. Os resultados obtidos podem ser considerados como bastante satisfatórios. Os níveis de condensação, mesmo quando expostos a altos níveis de umidade e de radiação solar, foram praticamente nulos. Um dos tubos solarímetros instalados no experimento de arroz apresentou problemas de condensação da umidade pelo fato de ter permanecido, durante algumas horas, com uma das extremidades submersas na água, umidecendo a sílica-gel. Esse incidente permitiu mostrar o lado prático do sistema utilizado pois foi possível contornar o problema através da troca da sílica-gel no próprio local. Isso não teria sido possível caso ocorresse com os tubos solarímetros confeccionados anteriormente pelo fato de terem um sistema fixo de vedação. Isso também não teria sido possível com os tubos solarímetros importados (Delta T) pois, apesar de possuírem um sistema que permite a injeção de ar seco, não havia corrente elétrica no local do experimento para acionar tal equipamento.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é a maior facilidade nos processos de colocação, retirada, fixação e nivelamento do elemento sensor no interior do tubo de vidro.

## CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos durante uma campanha de medições em um experimento de campo com arroz irrigado (ambiente saturado de umidade) é possível concluir que o método proposto de

montagem do tubo solarímetro e, em particular do seu sistema de vedação, mostrou-se eficiente e prático. Esse método pode ser considerado como uma melhoria significativa em relação ao método tradicionalmente utilizado na confecção de tubos solarímetros.

#### BIBLIOGRAFIA

- GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. Radiation absorption, growth and yield of cereals. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge., v.91, p.47-60, 1978.
- GREEN, C.F. Using observations of radiation transmitted through canopies to analyse stand growth. **Delta-T Devices Applications Note** No:APL-3, Cambridge. 15p., 1987.
- MONTEITH, J.L. Using tube solarimeters to measure radiation intercepted by crop canopies and to analyse stand growth. **Delta-T Devices Applications Note**:TSL-AN-4-1. Cambridge. 11p. 1993.
- STEINMETZ, S.; MIORI, P.R.B. Desempenho de tubos solarímetros construídos com placas de circuito impresso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 8. 1993. Porto Alegre. 27-30 de julho de 1993. **Resumos**. Universidade Federal de Santa Maria - Imprensa Universitária -Santa Maria. p.95, 1993.
- STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de. Eficiência de conversão em biomassa da radiação solar interceptada pela cultura do arroz irrigado submetida a níveis diferenciados da adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 9. 1995. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.96-98. 1995.