

17º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP - 2009

17º SIICUSP

001-1000-0000  
de São Paulo - CNPJ 63.025.630/0001-00

ISSN 2176-154X

COMPACT  
disc  
17.2009  
74120

• Agropecuárias • Biológicas e Saúde • Engenharia e Exatas • Humanas e Humanidades

Produzido por Kitmais - Comércio e Serviços Ltda - www.kitmais.com - CNPJ 03.177.096/0001-56 - Sob encomenda da Universidade de São Paulo

# Desenvolvimento de sensor de baixo custo aplicado ao molhamento foliar

Pedro C. Zavitoski<sup>1,2</sup>, Rafaella T. Paschoalin<sup>2</sup>, Alexandra Manzoli<sup>2</sup>, Clarice Steffens<sup>2</sup>, Paulo S. P. Herrmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, SP

<sup>2</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP

## 1. Objetivos

A aplicação direcionada de agentes defensivos resulta em menores custos e poluição ambiental. Neste sentido, a avaliação do período de molhamento foliar (MF) é importante para o trabalho em agronomia de precisão, na prevenção da ação de patógenos fúngicos ou bacterianos [1].

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sensor descartável e de baixo custo para a medição do molhamento foliar. Para isso, foi utilizado como substrato o polietileno tereftalato (PET), por ser um plástico barato, o qual pode ser usado para emular uma folha.

A deposição de filmes finos de grafite foi realizada por intermédio da técnica "line patterning", que possui as características de ser simples e barata, podendo ser utilizada com equipamento comum de escritório [2].

## 2. Material e Métodos

Os eletrodos foram preparados de acordo com a técnica de "line patterning" utilizando grafite como material condutor [3]. A máscara utilizada foi desenhada utilizando softwares gráficos convencionais e, impressa sobre o substrato de PET utilizando uma impressora "laser Jet" convencional (HP LaserJet 1022). A solução aquosa de grafite foi preparada utilizando uma pasta de grafite comercial (Aquadag-E da Acheson, Inc) na razão de 1:3 grafite:água (peso/peso), e depositada no substrato em camadas finas. Depois de seco, o PET foi mergulhado em tolueno e metil etil cetona (MEC), utilizando banho ultrassônico, para retirar o toner e manter apenas a grafite no substrato. Os eletrodos foram recobertos com tinta látex, diluída em água na proporção de 3:1 (v/v). Foram realizados testes para caracterizar a sensibilidade do sensor à água livre em sua superfície. Inicialmente mediu-se a resistência elétrica entre os terminais do eletrodo seco e sequencialmente com adição de água. Para isso utilizou-se um multímetro de alta precisão (PM 2525 Philips), e uma micropipeta de

laboratório para adicionar água à superfície do sensor, com volume controlado, em gotas de 15 µL.

## 3. Resultados e Discussão

Para um sensor resistivo ideal, o resultado esperado seria uma resistência infinita quando seco, e 0 Ω na presença de água livre sobre sua superfície. Os sensores desenvolvidos apresentaram alta resistência quando secos, acima de 210 MΩ, sendo considerado como um circuito aberto e, na presença de água, uma queda de resistência mínima na faixa de 35 MΩ. É importante notar que a queda inicial de resistência é que determina a existência ou não de água sobre a superfície do sensor. Observou-se que o grafite demonstrou boa interação com o recobrimento de tinta látex que foi utilizado para simular a superfície natural de uma folha.

## 4. Conclusão

O sensor de molhamento foliar pode ser desenvolvido de maneira simples e barata, com resultados que possibilitam a sua utilização na instrumentação aplicada a avaliação do MF. As medidas de resistência mostraram um comportamento constante para a detecção de água, o que torna o sensor confiável o suficiente para medições de presença de água na folha. Serão realizados testes para determinar a sensibilidade do sensor a diferentes tamanho de gotas.

## 5. Referências Bibliográficas

- [1]. SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; GLEASON, M.L.; MONTEIRO, J.E.B.A.; HELLAND, S.T. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.126, n.1-2, p.59-72, 2004.
- [2]. HOHNHOLZ, D.; MACDIARMID, A.G. *Synth. Met.*, v. 121, n.1-3, p. 1327-1328, 2001.
- [3]. VENANCIO, E. C.; MATTOSO, L. H. C.; HERRMANN, P.S.P.; MACDIARMID A.G. *Sensors and Actuators B*, v. 130, p. 723-729, 2008.