

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Instrumentação
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**ANAIS DO VII WORKSHOP DA REDE DE
NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**

Maria Alice Martins
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Embrapa Instrumentação
São Carlos, SP
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação

Rua XV de Novembro, 1452
Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: (16) 2107 2800
Fax: (16) 2107 2902
www.cnpdia.embrapa.br
E-mail: cnpdia.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Sandra Protter Gouvea
Valéria de Fátima Cardoso
Membro Suplente: Dra. Lucimara Aparecida Forato

Revisor editorial: Valéria de Fátima Cardoso
Capa - Desenvolvimento: NCO; criação: Ângela Beatriz De Grandi
Imagem da capa: Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus
Loures Mourão, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2013): tiragem 50

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Instrumentação

Anais do VII Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio –
2012 - São Carlos: Embrapa, 2012.

Irregular
ISSN 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Assis, Odílio Benedito Garrido de.
III. Ribeiro, Caue. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

© Embrapa 2013

CARACTERIZAÇÃO E DESEMPENHO DE UMA LÍNGUA ELETRÔNICA UTILIZANDO ELETRODOS INTERDIGITADOS DE BAIXO CUSTO

M. S. Carmo^{1,2}, T. Martins^{1,2}, V. P. Scagion^{1,2}, L. Allerdig¹, J. E. Oliveira¹, L. H. C. Mattoso¹, D. S. Corrêa¹

¹Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil

²Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil
marianescarmo@gmail.com

Projeto Componente: PC2 Plano de Ação: PA4

Resumo

Neste trabalho utilizamos eletrodos interdigitados de ouro fabricados em placa de circuito impresso para aplicação no sistema sensor língua eletrônica. Foram realizadas medidas de resistência e capacitância elétricas em soluções salinas de NaCl, KCl, MgCl₂ e CaCl₂ em diferentes concentrações, com o objetivo de verificar se as unidades sensitivas com estes tipos de eletrodos de baixo custo são eficientes na discriminação destes tipos de soluções.

Palavras-chave: língua eletrônica, eletrodos interdigitados, filme polimérico nanoestruturado.

Publicações relacionadas

Apresentação de Pôster na XI SBPMat - Simpósio K

Introdução

Várias tecnologias para a avaliação da qualidade de alimentos e líquidos têm sido propostas na última década, visando estabelecer protocolos para análise das amostras em relação à presença de contaminantes, tais como pesticidas, metais pesados, entre outros. Além disso, as técnicas também objetivam classificar líquidos de composições similares. Entre as técnicas empregadas, a língua eletrônica tem grande destaque, uma vez que já foi aplicada com sucesso para classificar vinhos, sucos, água, entre outros.

Um dos tipos de língua eletrônica utiliza um conjunto de unidades sensitivas constituídas de eletrodos interdigitados modificados com filmes nanoestruturados de polímero condutor. Essas unidades sensoriais são empregadas para analisar e classificar os líquidos baseados em medições de resistência e capacitância elétrica por meio de um analisador de impedância. Neste trabalho foram utilizados eletrodos interdigitados de ouro fabricados em placa de circuito impresso (PCI), que apresentam um custo inferior em relação aos

eletrodos de ouro usualmente produzidos por métodos litográficos em substrato vítreo.

Materiais e métodos

Os eletrodos de ouro fabricados em PCI foram recobertos alternadamente com filmes nanoestruturados de polianilina (PANI) e poliestirenosulfonato de sódio (PSS) pela técnica de automontagem (LbL), com 1, 3, 5 e 7 bicamadas. A matriz de unidades sensitivas foi utilizada na língua eletrônica para avaliar a capacidade de discriminar e classificar soluções de NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂ dissolvidos em água MiliQ. A resistência e capacitância elétricas das soluções foram medidas por um analisador de impedância em uma faixa de frequências de 1Hz a 1 MHz, e os dados tratados utilizando estatística multivariada (Método de Análise das Componentes Principais - PCA).

Resultados e discussão

Na região de baixas frequências a capacitância é dominada por efeitos de dupla camada, sendo que na região de 10 Hz a 10^4 Hz aparecem os efeitos devido à presença do filme sobre os eletrodos. Em frequências muito altas, acima de 10^5 Hz, a impedância do sistema é dominada pela capacitância geométrica dos eletrodos.

Foram selecionadas uma frequência e uma tensão em que cada sensor apresentava a maior capacidade de distinguir as soluções. A frequência selecionada foi de 1 kHz e a tensão de 200 mV.

As medidas de capacitância em função da frequência para os diferentes eletrodos (sem polímero, 1 bicamada, 3 bicamadas, 5 bicamadas e 7 bicamadas de polímeros) foram realizadas em soluções salinas (NaCl, KCl, $MgCl_2$ e $CaCl_2$ com concentração 0,8 M) e em água MiliQ.

Os sensores com 1, 3, 5 e 7 bicamadas foram efetivos na distinção das soluções salinas. Com o aumento do número de bicamadas essa distinção se torna mais evidente.

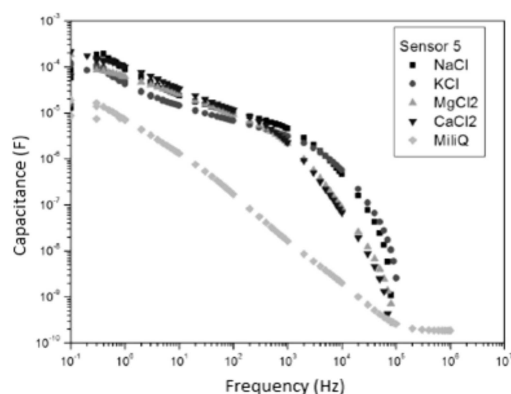


Fig 1 - Gráfico do comportamento do Sensor 5 (7 bicamadas) nas diferentes soluções

As soluções divalentes ($MgCl_2$ e $CaCl_2$) apresentaram comportamentos semelhantes e podem ser separadas qualitativamente das soluções monovalentes (NaCl e KCl), que também apresentam comportamento semelhante entre si.

Para análise dos dados por PCA foram realizadas medidas elétricas também nas diferentes concentrações salinas.

Analisando estatisticamente os dados obtidos, podemos perceber que os sensores foram efetivos na distinção das soluções salinas, assim como na distinção das diferentes concentrações de uma mesma solução.

Conclusões

A língua eletrônica estudada foi capaz de distinguir as soluções salinas. Os eletrodos interdigitados fabricados sobre placa de circuito impresso de baixo custo podem ser uma alternativa para produzir unidades de detecção da língua eletrônica, que é útil para avaliar e classificar líquidos de várias composições.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, Capes e Projeto MPI Rede Agronano – Embrapa pelo suporte financeiro.

Referências

- I CODINACHS, L. M.; KLOCK, J. P.; SCHÖNING, M. J.; BALDI, A.; IPATOV, A.; BRATOV, A.; JIMÉNEZ-JORQUERA, C. Electronic integrated multisensor tongue applied to grape juice and wine analysis. *Analyst*, 133, 1440, 2008.
- RIUL, A.; SOUSA H. C.; MALMEGRIM R. R.; SANTOS D. S.; CARVALHO A.; FONSECA F. J.; OLIVEIRA O. N.; MATTOSO L. H. C. Wine classification by taste sensors made from ultra-thin films and using neural networks. *Sensors and Actuators B-Chemical*. 98(1): p. 77-82, 2004.
- RIUL, A.; DANTAS C. A. R.; MIYAZAKI C. M.; OLIVEIRA O. N. Recent advances in electronic tongues. *Analyst*, 135(10): p. 2481-2495, 2010.