

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

---

## UTILIZAÇÃO DE UMA LÍNGUA ELETRÔNICA ACOPLADA A UM SISTEMA DE ANÁLISE EM FLUXO PARA DISCRIMINAÇÃO DE ADOÇANTES.

---

Vanessa P. Scagion<sup>1,2</sup>, Heloisa B. Asenha<sup>1,2</sup>, Cassandra M. Terres,<sup>3</sup> Silvio C. Costa,<sup>3</sup>  
Luiz H. C. Mattoso,<sup>2</sup> Daniel S. Corrêa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP; <sup>2</sup>Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP;

<sup>3</sup>Departamento de Bioquímica, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR  
vanessa.scagion@gmail.com

Projeto Componente: PC2 Plano de Ação: PA2

---

### Resumo

As folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni são utilizadas como edulcorantes, os quais são importantes no segmento alimentício, de bebidas e medicamentos. Dentre os componentes destas folhas temos os glicosídeos diterpenos, dentre os quais podemos destacar o esteviosídeo e o rebaudiosídeos, as quais caracterizam o sabor do edulcorante. Neste contexto, o objetivo, deste trabalho é utilizar a técnica da língua eletrônica acoplada a um sistema de análise em fluxo para discriminação de amostras contendo as substâncias presentes nos adoçantes.

**Palavras-chave:** Língua eletrônica, Ribaudiosídeo A, Esteviosídeo, filme nanoestruturado

---

### Introdução

A utilização de edulcorantes em produtos alimentícios, bebidas e medicamentos é uma alternativa a utilização do açúcar tradicional, pois estes possuem glicosídeos de baixo valor calórico.

Dentre esses podemos destacar as folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni, as quais são atóxicas e não mutagênicas, garantindo uma aplicação satisfatória como substituinte do açúcar na dieta alimentícia de pacientes que sofrem de diabetes e outras doenças metabólicas relacionadas com carboidratos. As folhas de *Stevia* possuem uma mistura complexa de diterpenos labdanos, triterpenos, estigmasterol, taninos, óleos voláteis e oito glicosídeos diterpenos adoçantes, que são: esteviosídeo, rebaudiosídeos A, B, C, D, E e dulcosídeos A e B. Cada uma dessas substâncias contribui na formação do sabor do edulcorante. O rebaudiosídeo A é o mais doce, o mais estável e menos amargo que o esteviosídeo. (A. GOTO, et al; 1998) Com isso temos a modificação destas plantas para alterar as substâncias responsáveis e consequentemente o sabor.

Com o objetivo de discriminar as amostras que apresentam sabores diferenciados utilizou-se o sistema língua eletrônica, o qual já tem sido utilizada para analisar vinhos, sucos, café, água e outros líquidos (MORENO I CODINACHS, L. et al, 2008). A língua eletrônica foi composta por sensores interdigitados de grafite impressos em substratos de PET (politereftalato de etileno) modificados com sobreposição de bicamadas de filmes poliméricos condutores Pani/PSS (poli(anilina)/ poli(estireno-sulfonato)). A técnica de automontagem LbL (layer by layer) é um método bastante empregado na obtenção de filmes poliméricos nanoestruturados, cuja técnica envolve a deposição de filmes nanoestruturados sobre um substrato, através da adsorção alternada de, de polieletrólitos catiônicos e aniônicos. Ao se utilizar tal técnica, uma vasta gama de grupos funcionais pode ser incorporada nas estruturas das películas poliméricas, dando-lhe novas funcionalidades.

A língua eletrônica acoplada em análise de fluxo tem sido investigada como um complemento às técnicas analíticas que

demandam tempo longo para análise, além de custo elevado de operação. A inserção rápida e um reprodutível de um pequeno volume de amostra padrão no sistema de injeção de fluxo permite o processamento de um grande número de amostras num pequeno período de tempo. Assim, os sensores desenvolvidos neste trabalho foram empregados na análise das soluções de adoçantes.

### Materiais e métodos

Para realização das análises na língua obteve-se 15 soluções, as quais estão descritas na Tab.1.

	Composição	Concentrações (mg.mL <sup>-1</sup> )
E	Adoçante de estevia rico em esteviosídeo	0,01; 0,05; 0,1.
M	Adoçante de estevia rico em ribauidosídeo A	0,01; 0,05; 0,1.
Rm	Adoçante de estevia “modificado” rico em ribauidosídeo A	0,01; 0,05; 0,1.

Tab 1. Amostras empregadas na Língua Eletrônica.

A língua eletrônica utilizada foi composta por eletrodos interdigitados recoberto com 1; 3; 5 e 9 bicamadas de Pani/PSS (poli(anilina)/poli(estireno-sulfonato)), obtidos pela técnica LbL, e sem as camadas de polímeros condutores. Foram realizadas medidas de resistência e capacitância utilizando-se um analisador de frequência e fase Solartron, 1260. Os dados experimentais obtidos foram tratados e analisados por análise de componentes principais (PCA).

### Resultados e discussão

Os dados obtidos, para a frequência de 1000Hz, foram empregadas para análise das componentes principais. A análise de componentes principais (PCA) é um procedimento matemático que utiliza transformações ortogonais para converter um conjunto de dados multivariados em um conjunto de valores de variáveis não correlacionadas chamado principais componentes. Dados de resistência elétrica de 1 KHz e 200 mV foram coletados para serem empregados na análise de PCA. Os resultados de PCA observados na Fig.1 mostram uma boa reprodutibilidade das medidas, já que estas se encontram em triplicata. Também

se pode observar a que a maior parte das amostras foram discriminadas em relação a sua composição ( grupos de amostra e, rm e r ) além de serem discriminadas entre si mesma pela concentração ( grupo rm1, rm2 e rm3). Observa-se que todos os grupos de amostras com a concentração intermediária se encontram no gráfico de PCA entre as amostras de maior e menor concentração, evidenciando a correlação entre a concentração e as PC1 e PC2.

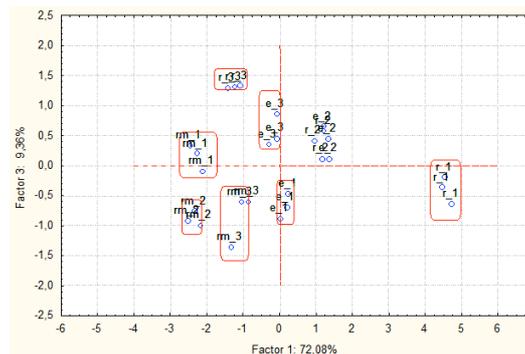


Fig 1. PCA das amostras analisadas utilizando as resistências obtidas em 1 kHz e tensão de 200 mV.

### Conclusões

Os estudos empregando o conjunto de sensores, modificados com sobreposição de bicamadas de filmes poliméricos condutores Pani/PSS permitiu a discriminação dos grupos de adoçantes. Porém novos testes serão realizados para melhorar a discriminação entre as amostras, possibilitando determinar qual tratamento dos adoçantes permite uma mais diferenciação de sabor em relação à amostra controle.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, Capes e Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa.

### Referências

- GOTO, Airton; CLEMENTE, Edmar. Influência do rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do esteviosídeo. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 18, n. 1, Apr. 1998 .
- MORENO I CODINACHS, L. et al. Electronic integrated multisensor tongue applied to grape juice and wine analysis. *Analyst*, v. 133, n. 10, p. 1440-1448, ISSN 0003-2654, 2008