

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

APLICAÇÃO DE NARIZ ELETRÔNICO NA DETECÇÃO DE AROMAS EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS

Tiggemann, L.¹, Steffens, C.¹, Valduga, E.¹, Steffens, J.¹, Herrmann, P.S.P.²,
Zanatta, J.¹, Levandoski, K.¹.

¹Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI, liditiggemann@yahoo.com.br,

²Embrapa Instrumentação, paulo.herrmann@embrapa.br

Projeto Componente: PC2 Plano de Ação: PA3

Resumo

O trabalho teve como principal objetivo avaliar a detecção de diferentes aromas artificiais, empregados na indústria de alimentos, utilizando sensores de gases de papel vegetal recobertos com polímero semicondutor de polianilina. Verificou-se que os sensores foram sensíveis aos aromas de morango, uva e maçã (fornecedor A) e pouco sensíveis ao aroma de cereja (fornecedor A) e morango (fornecedor B). Além disso, observou-se que a umidade relativa manteve-se constante durante os três ciclos analisados, demonstrando a eficiência desse sensor e um forte potencial dos eletrodos interdigitados de grafite na avaliação de determinados aromas comerciais.

Palavras-chave: aromas, sensores de gases, indústria de alimentos.

Introdução

Pressionada pela crescente competitividade no mercado globalizado, a indústria alimentícia necessita aperfeiçoar continuamente os seus produtos visando um aumento de qualidade. Neste contexto, é forte a demanda pelo desenvolvimento de sensores capazes de monitorar a qualidade durante os processos industriais.

A análise sensorial de aromas durante o desenvolvimento de produtos é tipicamente realizada por análises organolépticas utilizando um painel de julgadores treinados. O uso de painelistas para detecção de odores geralmente é preciso, mas caro e demorado (MASILA et al., 1999).

A avaliação sensorial dos aromas pode dificilmente ser substituída por avaliações analíticas e instrumentais, tais como cromatografia em fase gasosa para determinação e quantificação dos compostos voláteis. As dificuldades encontradas pelos instrumentos analíticos são principalmente relacionadas ao fato de que os alimentos podem conter dezenas de compostos diferentes e apenas uma parte deles serem percebidos pelos sentidos humanos (SANTONICO et al., 2008).

Muitos estudos foram realizados visando o desenvolvimento de alternativas instrumentais que consomem menos tempo e geram dados mais objetivos. Entre estas abordagens, impressões digitais fornecidas por matrizes de sensores químicos são de interesse particular. Após a conjectura introduzida no início dos anos oitenta entre matrizes de sensores químicos e de neurônios receptores olfativos, estes sensores são amplamente chamados de "narizes eletrônicos" (BERNA et al., 2005).

O princípio da detecção dos "narizes eletrônicos" baseia-se nas alterações de resistência elétrica reversível dos elementos que constitui os sensores (óxidos metálicos ou polímeros condutores) na presença de substâncias voláteis combinado com o processamento on-line computadorizado de análise dos dados (GARDNER; BARTLETT, 1992).

Para obtenção de dispositivos com boa sensibilidade e reprodutibilidade é necessário um controle da forma das partículas do filme condutor. As técnicas mais comumente usadas são: spin-coating, casting, automontagem, Langmuir-Blodgett e polimerização in-situ (STEFFENS, 2009).

Além da alta sensibilidade a temperatura ambiente, estes polímeros apresentam outros atrativos promissores quando comparados aos semicondutores inorgânicos empregados em sensores, entre eles os baixos custos de processamento envolvidos no seu desenvolvimento e a larga faixa de detecção de compostos voláteis, não necessitando de altas temperaturas. Também podem ser depositados em vários substratos como o papel vegetal, que justificam as referidas variações físicas e químicas em suas propriedades, além disso, são descartáveis (ADHIKARI; MAJUMDAR, 2004).

São escassos os trabalhos que investigam as relações entre a adição de diferentes aromas artificiais e a composição da matriz dos alimentos. Este é um problema importante na indústria de alimentos onde aromas artificiais são utilizados para melhorar a aceitabilidade, especialmente na formulação de novos produtos. Dessa forma, os narizes eletrônicos têm se mostrado como instrumentos importantes para medição e quantificação de aromas, os quais podem auxiliar na verificação dos atributos do alimento, uniformidade e consistência, bem como no monitoramento de todas as fases do processamento industrial.

O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar a detecção de diferentes aromas artificiais, empregados na indústria de alimentos, utilizando sensores de gases.

Materiais e métodos

Os eletrodos interdigitados a base de grafite foram produzidos pelo uso da técnica de formação de trilhas (TFT), como descrito por Steffens et al. (2009). A Fig. 1 mostra as etapas deste procedimento: (1) o processo consiste em projetar um a máscara pelo uso de um software convencional (PaintBrush, Microsoft) e (2) a posterior impressão da imagem negativa da máscara no substrato (papel vegetal) utilizando uma impressora *laser jet* convencional (NASHUA XF – 20). (3) em seguida, uma solução aquosa de grafite (Aquadag E, Acheson Colloids Company) é gotejada sobre o eletrodo, recobrendo a superfície exposta e o tonner e (4) finalmente, o eletrodo é obtido por ultrasonificação com acetona para a remoção do tonner da superfície.

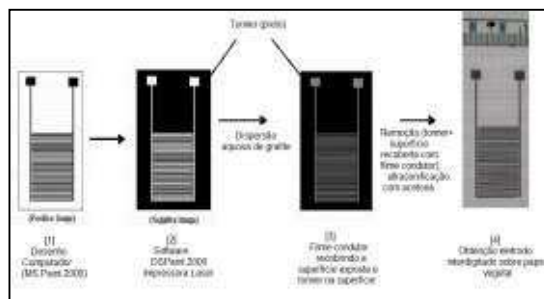


Fig. 1. Representação esquemática das etapas para obtenção do eletrodo interdigitado, utilizando a TFT com grafite.

Filmes finos de polímeros condutores foram depositados nos eletrodos interdigitados pela técnica de polimerização *in-situ*, conforme descrito por Steffens et al. (2009).

Os aromas comerciais de uva, morango, maçã e cereja do fornecedor A e o aroma de morango do fornecedor B foram submetidos aos testes de detecção de voláteis empregando o sensor interdigitado de grafite.

Para realização dos testes de detecção uma câmara com capacidade de 2,15 L foi desenvolvida. A câmara era constituída por: tampa de vedação, termo-higrômetro, multímetro, reservatório para o aroma, garras para suspensão dos sensores e cronômetro digital.

A condutividade elétrica (ou seja, o inverso a resistência elétrica) foi monitorada por 35 minutos. O procedimento consistiu em medir a resistência (tensão) dos sensores alternadamente, em ar estático por 15 minutos e, durante 15 minutos em contato com o volátil de interesse, sendo este procedimento repetido por várias vezes. Esta medida foi obtida por meio de um multímetro (FLUKE, modelo 77III).

Em cada análise monitorou-se a temperatura e a umidade interna da câmara com o auxílio de um sensor termo-higrômetro (IMIMIPA MT-241).

Resultados e discussão

A resposta dos sensores foi avaliada pelo contínuo monitoramento da resistência elétrica na exposição de ar puro, seguida da exposição a um determinado aroma comercial, e novamente a exposição a ar puro (recuperação). Os sensores foram sensíveis aos aromas de morango, uva e maçã (fornecedor A) e pouco sensível ao aroma de cereja (fornecedor A) e morango (fornecedor B) além de apresentarem respostas distintas para cada aroma testado. A Fig. 2 mostra o

comportamento obtido para o aroma de uva e a Fig. 3 para o aroma de cereja.

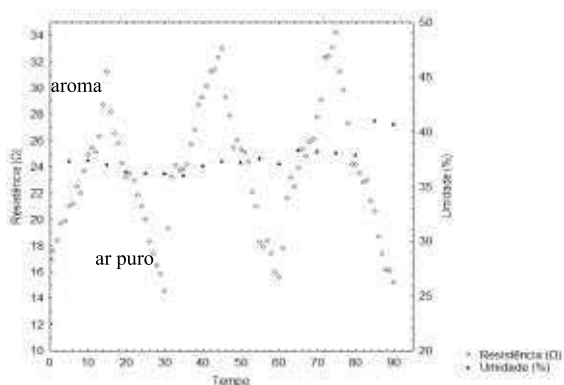


Fig 2. Resistência elétrica do sensor ao aroma de uva (fornecedor A) e variação de umidade relativa.

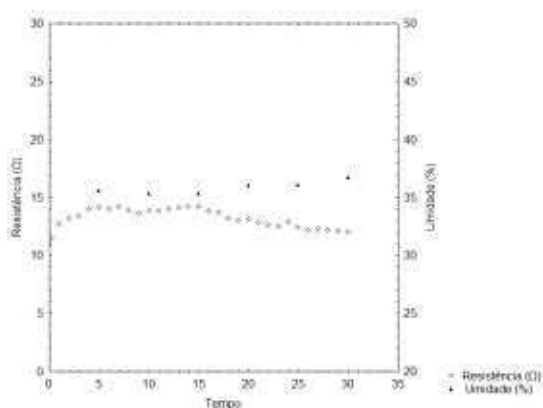


Fig 3. Resistência elétrica ao aroma de cereja (fornecedor A) e variação de umidade relativa.

Verifica-se uma boa repetibilidade das respostas dos sensores de gases de baixo custo ao aroma de uva, por outro lado não foi observado o mesmo com o aroma de cereja. Além disso, observa-se que a umidade relativa manteve constante durante os 3 ciclos analisados, demonstrando a eficiência desse sensor na detecção do aroma comercial de alimento.

Esses resultados demonstram a potencialidade de utilizar sensores de gases de baixo custo para realizar pesquisas com diferentes aromas artificiais para avaliar a composição da matriz dos alimentos, bem como melhorar a aceitabilidade, especialmente na formulação de novos produtos alimentícios.

Os resultados preliminares obtidos indicaram haver um forte potencial para aplicação dos eletrodos interdigitados de grafite na avaliação de determinados aromas comerciais. Testes adicionais avaliando a sensibilidade e reversibilidade do sensor a diferentes aromas, com diferentes configurações e aplicando sensores conectados (série ou paralelo) são necessários.

Agradecimentos

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

Especialmente ao Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Erechim e Embrapa Instrumentação.

Referências

- MASILA, M.; BREIMER M.; SADIK O.A., Strategies for Improving the Analysis of Volatile Organic Compounds Using GC-Based Electronic Nose. In: HURST, W. J. Hurst (Ed.). *Electronic-Noses and Sensory Array-Based Systems: Design and Application*. Proceedings of the 5th International Symposium on Olfaction and the Electronic-Nose, Technomic Publishing Company, Lancaster, 1999. p. 27–42.
- SANTONICO, M.; PITTIA, P.; PENNAZZA, G.; MARTINELLI, E.; BERNABEI, M.; PAOLESSE, R.; D'AMICO, A.; COMPAGNONE, D.; DI NATALE, C. Study of the aroma of artificially flavoured custards by chemical sensor array fingerprinting. *Sensor Actuator B: Chem*, v. 33, p. 345–351, 2008.
- BERNA, A.Z.; LAMMERTYN; BUYSSENS, J. S.; DI NATALE, C.; NICOLAI, B. Mapping consumer liking of tomatoes with fast aroma profiling techniques. *Postharvest Biol. Technol.* v. 38, p. 115–127, 2005.
- GARDNER, J.W.; BARTLETT, P.N. *Sensors and Sensory Systems for an Electronic Nose*, NATO ASI Series, Kluwer Acad. Pub.: London, p. 3-17, 1992.
- STEFFENS, C. Desenvolvimento e caracterização de sensores de gases em nariz eletrônico para avaliação de compostos orgânicos voláteis com potencial aplicação no amadurecimento de frutas. 2009. 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai E Das Missões Campus Erechim, 2009.
- ADHIKARI, B.; MAJUMDAR, S. Polymers in sensor applications. *Progress in Polymer Science*. v. 29, p. 700-708, 2004.

Conclusões