

## FILMES AUTOMONTADOS UTILIZADOS COMO SENSORES PARA DIFERENCIAÇÃO DE SABORES.

Cristina Aparecida Beneditti, Antonio Riul Junior, Marystela Ferreira, José Alberto Giacometti. – Exatas – Engenharia Ambiental - Departamento de Física, Química e Biologia – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente.

A utilização de medidas elétricas de corrente alternada (AC) em sensores para detecção de gases tem se mostrado mais eficiente que a técnica de corrente contínua (DC) aplicada até o momento [1,2]. Isso permite a redução no número de sensores, e conseqüentemente do tamanho do dispositivo, possibilitando ainda medidas mais sensíveis e acuradas. As medidas DC são aplicadas para determinar variações na resistência elétrica dos materiais quando expostos em diferentes gases [3]. Com a técnica AC consegue-se identificar variações mais sensíveis que as de resistência nas medidas DC nas curvas de capacitância em função da frequência, utilizando-se apenas um sensor [1]. A utilização de medidas AC, portanto, dispensa o uso de técnicas mais sofisticadas e laboriosas como cromatografia líquida e espectroscopia de absorção atômica.

Para a aplicação dessa tecnologia é necessária a fabricação de filmes ultrafinos. Isso pode ser feito por duas técnicas distintas: a automontagem (LbL) [4] e a de Langmuir-Blodgett (LB)[5].

A técnica de automontagem permite a nanoarquitetura de filmes finos com boa viabilidade de obtenção de camadas individuais, cuja disposição é independente da natureza, tamanho e topologia do substrato utilizado. A deposição de multicamadas a partir de béqueres contendo as soluções de polycation e polianion pode ser feita manualmente. A fabricação dos filmes automontados pode ser resumida da seguinte maneira: i) imersão do substrato na solução do polycation, ii) lavagem em água ultrapura, iii) secagem e imersão na solução de polianion, iv) lavagem em água ultrapura, v) secagem e repetição do processo de acordo com a espessura e arquitetura desejadas. Essa técnica não necessita de nenhum aparato especial, sendo possível a construção de filmes de materiais processados preferencialmente em água.

Na técnica LB, inicialmente o material em questão deve ser dissolvido em um solvente volátil, como o clorofórmio, e espalhado sobre uma subfase aquosa, geralmente água ultrapura. Após a evaporação do solvente, forma-se o que é chamado de filme de Langmuir, um filme monomolecular na interface água/ar. Há caso em que o pH, a temperatura e a constituição da subfase são alterados para melhorar a estabilidade do filme de Langmuir e otimizar as condições de fabricação do filme LB. Estes experimentos são realizados em uma cuba denominada Cuba de Langmuir, que consiste basicamente de um recipiente, geralmente de Teflon, com barreiras móveis para confinar o filme de Langmuir, e sensores para detectar a presença do filme com a medida na variação de tensão superficial da água e medir a área por molécula do filme. Quando o filme é comprimido pelas barreiras, atingindo um empacotamento próximo do máximo, ou seja, no estado condensado, pode-se realizar a transferência do filme para um substrato sólido, através da imersão e retirada, verticalmente, deste substrato, que pode ser uma lamina de vidro, de semiconductor ou metal. Para o filme depositado, dá-se o nome de Langmuir-Blodgett (LB), mesmo quando só uma camada é depositada. Multicamadas podem ser formadas a partir da repetição do processo de imersão e retirada do substrato. As espessuras típicas dos filmes são da ordem de 10 – 50 nm dependendo do número de camadas.

Nesse trabalho foram usados sensores de filmes ultrafinos fabricados pelas técnicas LbL ou LB de polímeros condutores e/ou compostos inorgânicos (complexos de rutênio, porfirinas, etc) em diferentes combinações, que sejam potencialmente ativos aos sistemas a serem analisados, nesse caso, análise de um mesmo sabor (açúcar), mas de tipos diferentes como a dextrose e a frutose. A resposta das unidades sensoriais imersas em sistemas líquidos foi estudada por espectroscopia de impedância elétrica.

Para isso, foram realizados experimentos com sete unidades sensoriais compostas de filmes ultrafinos depositados sobre eletrodos interdigitados sendo o sensor 1 o branco, ou seja, apenas o eletrodo interdigitado, o sensor 2 composto por filme LB de rupy, o 3 por filme LB de PANI (polianilina), o 4 por filme automontado de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e PAH (polialilamina), o 5 por filme LB de PANI RUPY 30%, o 6 com filme automontado de PANI e finalmente o sensor 7 por filme LB de PANI RUPY 10%. As deposições foram feitas através das técnicas de automontagem (LBL) e Langmuir-Blodgett (LB). As unidades sensoriais foram imersas em diferentes sistemas líquidos e a aquisição e

caracterização dos resultados são realizadas por medidas elétricas em corrente alternada (AC), utilizando um medidor de impedância SOLARTRON, modelo 1260A pertencente ao DFQB/UNESP. Primeiro eles foram imersos em água ultrapura (obtida em um sistema Milli-Q) a temperatura ambiente e analisados através de medidas de capacitância versus frequência. Posteriormente, os eletrodos foram imersos em três concentrações diferentes ( $1 \times 10^{-3}$  mol/L,  $1 \times 10^{-5}$  mol/L e  $1 \times 10^{-7}$  mol/L) de dois açúcares a dextrose e frutose, para observar se respondem de maneira adequada, ou seja, se as unidades sensoriais são capazes de distinguir os diferentes açúcares e/ou as diferentes concentrações analisadas. Após o término de cada medida os eletrodos foram lavados e novamente submetidos à presença de água ultrapura (Milli-Q). Este procedimento se faz necessário para a verificação da resposta do eletrodo, ou seja, após cada experimento o eletrodo deve retornar ao valor inicial de capacitância quando submetido à água pura. Alguns dados obtidos são analisados abaixo.

A figura 1 mostra o gráfico de capacitância versus frequência para os diferentes sensores nas diferentes concentrações de frutose e também a resposta para a água Milli-Q:

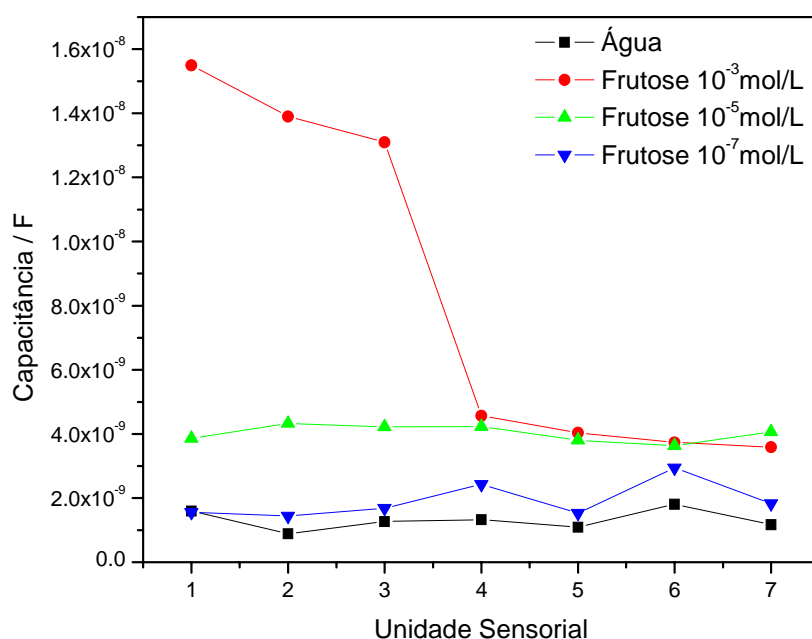


Figura 1. Curvas de capacitância versus frequência para diferentes unidades sensoriais, sendo Sensor 1 o branco, sensor 2 composto por filme LB de rupy, o 3 por filme LB de PANI (polianilina), o 4 por filme automontado de  $V_2O_5$  e PAH (polialilamina), o 5 por filme LB de PANI RUPY 30%, o 6 com filme automontado de PANI e o sensor 7 por filme LB de PANI RUPY 10%, para o sabor frutose.

Da figura pode observar que o sensor 1 respondeu bem às concentrações  $1 \times 10^{-3}$  mol/L e  $1 \times 10^{-5}$  mol/L, mas não conseguiu distinguir a concentração  $1 \times 10^{-7}$  mol/L da água. Já os sensores 2, 3, 4 e 7 tiveram uma boa resposta nas três concentrações. Isso não ocorreu com os sensores 5 e 6 que não conseguiram diferenciar as concentrações maiores. Essas diferenças são atribuídas aos diferentes filmes que estão depositados sobre os eletrodos interdigitados.

A Figura 2 mostra a resposta dos sensores em diferentes concentrações de dextrose e água.

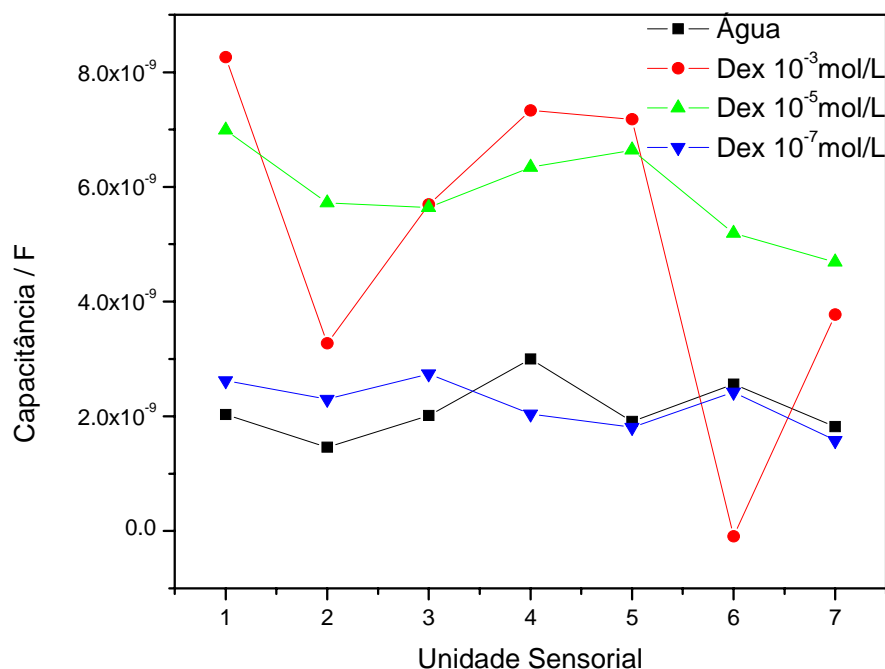


Figura 2. Curvas de capacitância versus frequência para diferentes unidades sensoriais que estão citadas na figura 1, para o sabor dextrose.

Na análise dos resultados nota-se que os sensores 1, 2, 4 e 7 foram capazes de diferenciar todas as concentrações e também a água. Já o sensor 3 não diferenciou as duas concentrações mais altas analisadas. Os sensores 5 e 6 não conseguiu distinguir a concentração  $1 \times 10^{-7}$  mol/L da água.

Com o estudo feito pôde-se concluir que todos as unidades sensoriais que possui filmes ultrafinos depositados, exceto o sensor 7 composto por filme LB de PANI RUPY 10% foram capazes de diferenciar os diferentes sabores em baixas concentrações.

### Referências Bibliográficas

1. F. Musio, M.C. Ferrara, *Sens. Actuators B*, **41** (1997) 97.
2. M.E.H. Amrani, P.A Paine, K.C. Persaud, *Sens. Actuators B*, **33** (1996) 137.
3. M.C. Burl, B.J. Doleman, A. Schaffer, N.S. Lewis, *Sens. Actuators B*, **72** (2001) 149.
4. M. Ferreira, V. Zucolotto, M. Ferreira, O.N. Oliveira Jr, K. Wohnrath, "Layer-by-layer (LBL) and Langmuir-Blodgett (LB) films from nanoparticles and complexes". Capítulo de livro editado por H. S. Nalwa in *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, American Escentific Publishers, Los Angeles, CA (2003), vol 4, pp 441-465.
5. M. Ferreira, W. Caetano, R. Itri, M. Tabak, O. N. Oliveira Jr. *Química Nova*, **28** (2005) 502-510.

Bolsa: CNPq