

## **SENSORES MICROELETRÔNICOS de GRAFENO UTILIZANDO a TECNOLOGIA pH-EGFET**

Guilherme O. Silva e Marcelo Mulato

*Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto,  
Ribeirão Preto, Brasil.*

**Introdução:** O grafeno tem sido amplamente explorado no desenvolvimento de novos dispositivos eletrônicos. Esse alótropo do carbono pode ser entendido como um plano bidimensional com um átomo de espessura e célula unitária hexagonal, composto quase que exclusivamente por carbonos grafíticos com hibridização  $sp^2$ . As propriedades físico-químicas do grafeno em escala nanométrica derivam não apenas de sua estrutura atômica, mas também de sua interação com os demais componentes do meio, característica vital ao funcionamento de sensores eletroquímicos. Os dispositivos mais utilizados na literatura são FETs (Field Effect Transistors) confeccionados transferindo-se uma camada única de grafeno, normalmente obtido por CVD (Chemical Vapor Deposition), sobre o qual são crescidos contatos elétricos com litografia por feixe de elétrons. Este maquinário restringe a exploração do material a poucos centros de pesquisa, bem como sua produção em larga escala. Desta forma, neste trabalho demonstramos a fabricação de sensores EGFET (extended gated field effect transistors) utilizando nanofolhas de óxido de grafeno via síntese química e incorporados a eletrodos condutores por eletroforese.

**Métodos:** Nanofolhas de óxido de grafeno comercial (Sigma) e obtido via Método de Hummers, e óxido de grafeno reduzido na presença de PEDOT:PSS (poliestireno sulfonado) foram incorporadas a eletrodos de FTO ( $SnO:F$ , óxido de estanho dopado com fluor) por eletroforese, utilizando uma solução de 0,1 mg/mL, potencial de 4 Volts entre o eletrodo de trabalho (FTO) e um eletrodo auxiliar (inox) separados por 10 mm por diversos períodos. O desempenho dos materiais como sensor de íons  $H^+$  foi avaliado utilizando amplificador instrumental e tampões com composições variadas e valores de pHs entre 2 a 12.

**Resultados e Discussões:** Os três materiais utilizados exibiram o comportamento previsto pela Lei de Hamaker, modelo matemático que prevê a dependência da massa depositada com o tempo de deposição. Como sensor de íons, os materiais exibiram forte dependência quanto a composição do tampão e sensibilidade que decresce com o tempo de deposição, até atingir um valor constante para  $t \geq 180s$  (Figura 1). A variação de sensibilidade pode ser explicada devido a diferença da densidade dos grupamentos funcionais e área superficial dos materiais, confirmadas por microscopia eletrônica de varredura.

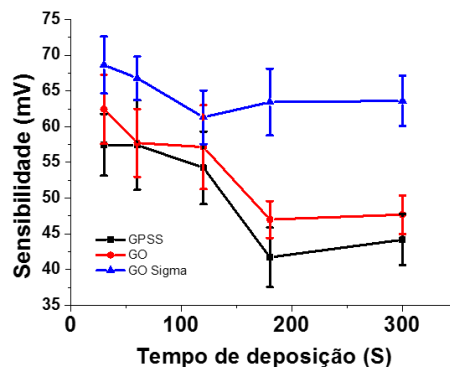


Figura 1 – Sensibilidade a íons  $H^+$  dos materiais utilizado em função do tempo de deposição. GPSS (preto): óxido de grafeno obtido pelo Método de Hummer e reduzido em presença de PEDOT, GO (vermelho): óxido de grafeno obtido pelo Método de Hummers, GO Sigma (azul): óxido de grafeno comercial.

**Conclusões:** A metodologia proposta se mostrou uma alternativa viável para fabricação de sensores utilizando equipamentos simples, baratos e amplamente disponível a qualquer grupo de pesquisa. Cabe ainda salientar que o material utilizado pode ter seus grupamentos funcionais utilizados para imobilização de moléculas bioativas como proteínas, ácidos nucleicos e/ou peptídeos, permitindo a utilização do dispositivo em aplicações acadêmicas e de interesse clínico diversas.