

## INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BIOSSENSORES ELETROQUÍMICOS A BASE DE GRAFENO

BETTY BRAGA GALLO<sup>1</sup>; ANDREI BORGES LA ROSA<sup>2</sup>; BRUNO  
VASCONCELLOS LOPES<sup>3</sup>; MARCELY ECHEVERRIA<sup>4</sup>; NEFTALI CARREÑO<sup>5</sup>  
EVANDRO PIVA<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – bettybraga@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – andrei.rosa@inf.ufpel.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – lopesbruno13@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – marcelyecheverria@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – neftali@ufpel.edu.br

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas – evpiva@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias aplicadas em áreas como a segurança alimentar, monitoramento ambiental são de forte interesse da indústria, pesquisadores e iniciativas governamentais. Os biossensores tornaram-se uma abordagem bastante relevante dentre essas tecnologias, principalmente quando reúnem características como alta sensibilidade, resultados rápidos e apropriada vida útil, por exemplo. Entretanto, todas essas características reunidas e baixo custo de fabricação costumam ser um desafio. Neste cenário, os nanomateriais nos permitem projetar e manipular sistemas de biossensores dos mais diversos com base em fenômenos de transdução que ocorrem em nanoescala. O grafeno é um nanomaterial bidimensional à base de carbono e devido a suas propriedades e funcionalidades vantajosas, os derivados do grafeno são materiais sob forte investigação da comunidade científica (MORALES-NARVÁEZ et al., 2017). Neste trabalho será investigada parte do processo de fabricação de biossensores eletroquímicos a base de grafeno, com foco no diâmetro e eletrodeposição de nanopartícula de platina.

### 2. METODOLOGIA

Visando a utilização de boas práticas tecnológicas e de baixo custo neste trabalho a metodologia utilizada será laser-induced graphene (LIG) descrita pela primeira vez por (LIN et al. 2014; ZURUTUZA; MARINELLI, 2014). Este método, quando comparado aos demais existentes de deposição química e física de vapor, por exemplo, é mais rápido, barato e simples. Além disso, não requer processos adicionais, podendo ser facilmente adaptado para fabricação em escala industrial (LIN et al., 2014).

Para fabricação dos sensores compostos de três eletrodos de LIG foi utilizado uma fita polimérica de Poliimida (Kapton MARCA) fixado em uma fina lâmina transparente de poliéster e submetido a um processo de gravação por laser CO<sub>2</sub>. O desenho foi projetado no software de imagens vetoriais Inkscape, formando um eletrodo de referência (em que a área do mesmo é recoberto com uma tinta especial de cloreto de prata (Ag/AgCl)), contra-eletrodo e eletrodo de trabalho (ET). Para realizar o estudo foi investigado duas diferentes dimensões de ET em 2,1 mm e 4,0 mm, e também a eletrodeposição de nanopartículas de platina.

As nanopartículas de metais nobres como ouro, platina e prata, por exemplo, costumam ser investigadas devido às suas propriedades eletrocatalíticas e eletrônicas. Segundo Lima (2016) quando essas nanopartículas metálicas são utilizadas na modificação de eletrodos podem contribuir com propriedades para torna-los mais eficientes.

Para realizar a identificação do analito de estudo foi aplicada a técnica de voltametria cíclica. O analito utilizado para fins de testes e futura investigação foi o glifosato (gly) 1mMol diluído em PBS (pH 7,4) e apenas PBS.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia proposta foram avaliados diferentes processos de fabricação dos sensores, as características avaliadas tiveram foco no diâmetro do sensor, e a eletrodeposição de nanopartículas metálicas, no caso, platina. Com base na análise por voltametria cíclica, o potencial de 0,6 V foi usado como referência para análise da resposta dos sensores. As respostas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Testes de identificação de Glifosato (gly) em eletrodos desenvolvidos com LIG e LIG + Platina (Pt) (\*10 e<sup>-5</sup>A)

	Pbs	Gly	PtPbs	Ptgly
<b>Sensor 1 (2,1mm)</b>	1,09	3,39	2,1	4,4
<b>Sensor 2 (4,0mm)</b>	3,2	8,4	3,8	8,4

Como pode-se observar nos resultados exibidos na Tabela 1 e ilustrados na Figura 1. Em ambos os sensores a resposta de corrente para glifosato foi representativamente superior em relação ao PBS. Além disso, observa-se que o sensor 2 apresentou maiores respostas em todos os testes realizados.

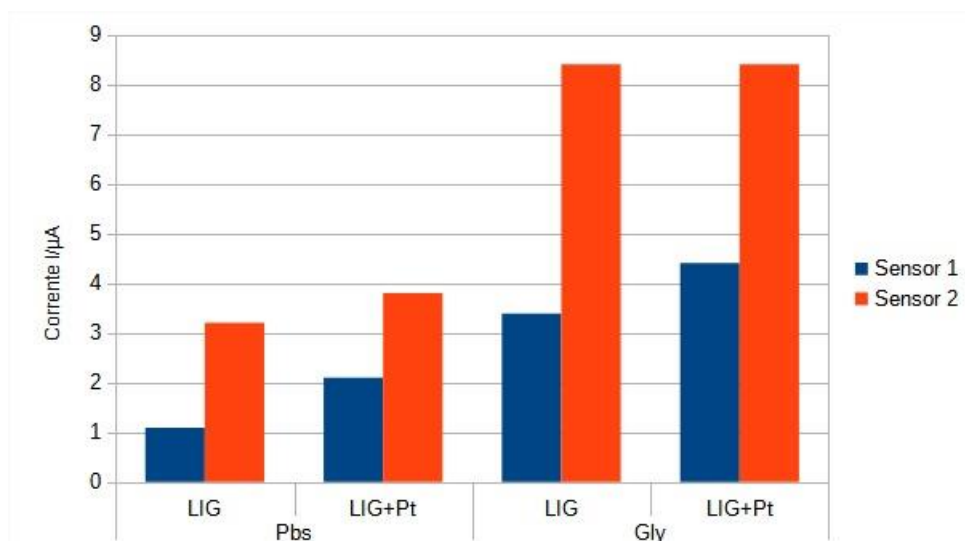


Figura 1 - Resposta experimental da variação do diâmetro e eletrodeposição de Platina.

Para avaliar um desempenho comparativo entre as variações do sensor foi calculada a diferença entre o valor obtido pelo mesmo sensor puro (LIG) ou combinado com Platina com Glifosato e PBS. O resultado é exibido na Figura 2.

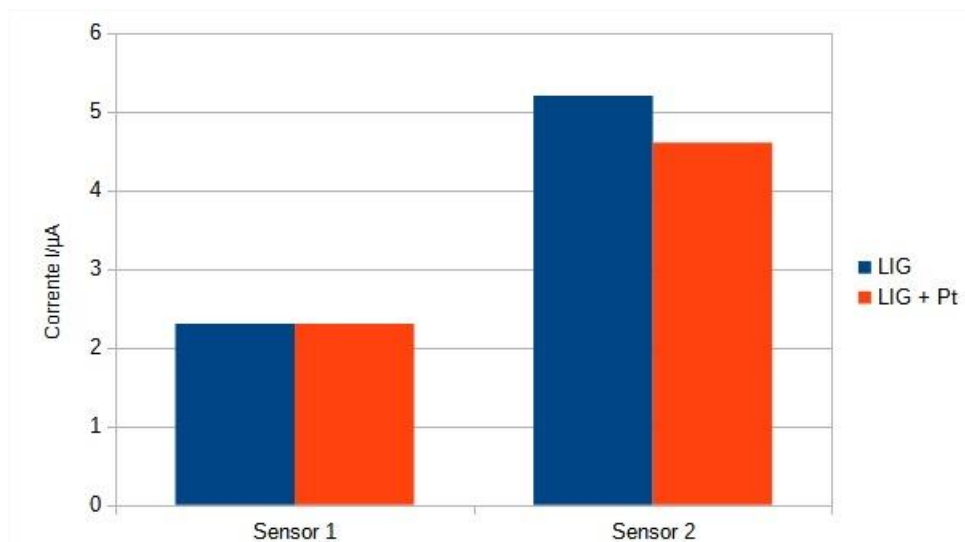


Figura 2 - Valor diferencial entre as respostas com Glifosato e PBS

Como pode-se observar na figura 2, o sensor 2 apresentou uma maior diferença considerando a presença de glifosato. No entanto, a presença de platina foi pouco influente e, além disso, apresentou menor diferencial para identificação de glifosato que o LIG em sua forma inicial.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados, observou-se que a metodologia desenvolvida pode ser capaz de avaliar as características mais adequadas para fabricação de biossensores. Como, por exemplo, com os resultados há indícios que o diâmetro do sensor desenvolvido influencia diretamente na resposta do sensor. E com os testes realizados foi possível identificar indicativos que o aumento do diâmetro do sensor faz com que a sua sensibilidade seja maior. No entanto, a eletrodeposição de platina não tornou o sensor mais sensível, inclusive apresentou uma menor sensibilidade para um sensor com maior diâmetro. Portanto conclui-se que há indicativos de que o aumento de diâmetro do eletrodo é significativamente vantajoso para análises de glifosato e que a inserção de platina ao LIG não representa mudança de potencial que justifique sua utilização devido ao alto custo.

Como trabalhos futuros, pretende-se aumentar o número de testes dessas características além de avaliar a possibilidade da eletrodeposição de outro tipo de liga metálica, uma vez que a platina mostrou-se pouco promissora neste caso.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, Camila Alves. Preparação, caracterização e aplicação de um novo sensor baseado em nanopartículas de prata para a determinação de poluentes

nitroaromáticos. Tese (Doutorado em Química) – Universidade federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2016.

LIN, J. et al. Laser-induced porous graphene films from commercial polymers. **Nature Communications**, [S.l.], v.5, p.1–8, 2014.

MORALES-NARVÁEZ, Eden et al. Biossensores baseados em grafeno: simplificação. **Materiais Avançados**, v. 29, n. 7, pág. 1604905, 2017.

ZURUTUZA A, MARINELLI C. Challenges and opportunities in graphene commercialization. **Nat Nanotechnol.** 2014 Oct;9(10):730-4. doi: 10.1038/nnano.2014.225. PMID: 25286257