

FABRICAÇÃO DE SENSOR ELETROQUÍMICO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PROCESSO FOTOTÉRMICO DO LASER DE CO₂ PARA DETECÇÃO DE GLICOSE

Giovanna Sumin Cho

Dr. Gilberto José Silva Junior

Prof. Dr. Thiago Regis Longo Cesar da Paixão

Instituto de Química - Universidade de São Paulo

giovanna.s.cho@usp.br

Objetivos

Esse trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sensor eletroquímico de baixo custo para quantificação de glicose, utilizando processo fototérmico de laser de CO₂, e modificação com nanopartículas de paládio.

Métodos e Procedimentos

1. Fabricação e modificação do eletrodo:

A folha de poli-imida é submetida a ablação a laser de CO₂ utilizando parâmetros previamente otimizados: potência real de 1,5 W, distância focal de 12 mm, resolução de 0,10 mm e velocidade de queima de 30 mm s⁻¹.

O eletrodo de trabalho é então modificado por meio da deposição de uma solução precursora de paládio. São realizadas duas adições de 6 µL de solução de PdCl₄ 90 mM em meio ácido sobre o eletrodo de trabalho. Posteriormente, o eletrodo é novamente submetido à ablação para redução do material e obtenção das nanopartículas de paládio.

2. Otimização da potência do feixe laser:

Foram fabricados eletrodos empregando diferentes potências na etapa de modificação: 6,0% (0,5W), 6,5% (0,8W) e 7,0% (1,0W). Os eletrodos foram caracterizados por voltametria

linear em solução de glicose 10 mM em NaOH 0,1 M. A potência de 0,8 W foi eleita como potência ótima.

3. Detecção de peróxido de hidrogênio:

O comportamento eletroquímico dos eletrodos foi investigado em solução de peróxido de hidrogênio, com diferentes concentrações, em tampão fosfato. A proposta é a determinação indireta de glicose a partir do sinal gerado para a redução de H₂O₂.

4. Otimização da concentração de Pd:

Nesta etapa da modificação, foram estudadas diferentes concentrações de paládio na solução precursora: 50 mM, 75 mM e 90 mM. Novamente foram realizados os experimentos de caracterização eletroquímica. Os estudos realizados com solução 75 mM se mostraram promissores e estáveis. Neste sentido, esta concentração foi escolhida.

Resultados

O estudo de otimização da potência do feixe laser por voltametria linear em uma janela de -0,7 V até 1,0 V; da detecção de peróxido de hidrogênio e otimização da concentração precursora, por voltametria cíclica em janela de 0,0 V até -0,1 V são apresentadas na Figura 1.

A partir da Figura 1a é possível observar

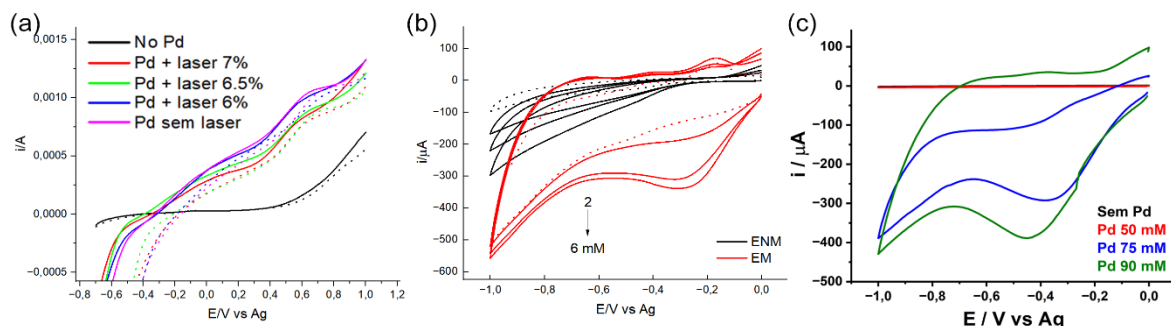
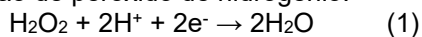


Figura 1: Voltamogramas (a) linear em solução de glicose 10 mM em NaOH 0,1 M; (b) cíclico em peróxido de hidrogênio 2 mM, 4 mM e 6 mM em tampão fosfato 0,1 M; (c) cíclico em peróxido de hidrogênio 6 mM em tampão fosfato 0,1 M. Velocidade de varredura: 50 mVs.

um pico anódico em $E = 0,7$ V nas voltametrias realizadas em solução branco e em solução de glicose. Assim, o sinal gerado não é decorrente da oxidação do analito, como era-se esperado.

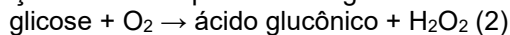
Em nenhum dos eletrodos estudado foi observado sinal dessa oxidação, indicando que condições mais abrasivas não são responsáveis por impedir a detecção de glicose.

A Figura 1b mostra um pico catódico em $E = -0,3$ V para o eletrodo modificado, relativo à redução de peróxido de hidrogênio:



O mesmo não pôde ser notado nos eletrodos sem modificação, evidenciando a importância das nanopartículas de paládio para esta determinação.

Logo, os eletrodos modificados com nanopartículas de paládio se mostram eficiente na detecção indireta da glicose, baseada na detecção de peróxido de hidrogênio proveniente da oxidação da glicose a ácido glucônico, reação catalisada pela enzima glicose oxidase¹.



Por fim, mediante a Figura 1c, é possível concluir que o uso de solução de paládio 50 mM se mostrou menos vantajosa, visto que proporciona uma menor corrente.

Em contraponto, o uso de maiores concentrações, como 75 mM e 90 mM torna mais vantajosa a sua detecção, dada sua maior magnitude de corrente. Nesse sentido, a concentração mais adequada é de 75 mM, apesar de ser observado um maior sinal

analítico com concentração 90 mM, também é observada uma expressiva corrente capacitiva.

Conclusões

Portanto, em posse dos resultados apresentados, é verificado que a detecção direta de glicose não apresentou resultados promissores, contudo sua detecção indireta é viável pela redução de H_2O_2 com o eletrodo modificado com nanopartículas de paládio.

Ademais, se mostra necessária a modificação do eletrodo de trabalho para detecção, assim como o uso de solução precursora em concentração 75 mM, a fim de minimizar a corrente não faradaica.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos



Referências

- [1] da Silva, E.A. Cunha, M.F. de Oliveira. D.F. Gambetta, R. Pacheco, T.F. Mendes, T.D. Rodrigues, D.D.S. Aprimoramento de um processo enzimático para a síntese de ácido glucônico. Encontro de pesquisa e inovação embrapa agroenergia (2020). Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/358465157.pdf#page=111>. Acesso em: 21 jun. 2025