

# Detecção eletroquímica do paracetamol em eletrodos de dióxido de vanádio e óxido de grafeno

**Elizangela T. S. Neves (PG)1, Elidia M. Guerra (PQ)1, Rafael M. P. Dias (PQ)1, Vagner F. Knupp (PQ)1, Rodrigo F. Bianchi (PQ)2 e   
Dane T. Cestarolli (PQ)1\***

**¹**Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos, Universidade Federal de São João del Rei – Campus Alto Paraopeba, Rodovia MG 443, Km 07, CEP 36497-899, Ouro Branco, MG, Brazil

2Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Ouro Preto - MG, Brazil

\*email: [dane.cestarolli@ufsj.edu.br](mailto:dane.cestarolli@ufsj.edu.br)

**RESUMO**

Com a produção e utilização de paracetamol em nível mundial elevados, cresce a preocupação com métodos rápidos e simples de quantificação deste analito. Logo, o presente trabalho descreve os desenvolvimentos de sensores eletroquímicos, baseado na deposição VO2 e OG em diferentes razões m/m, depositados sobre um eletrodo de ouro para identificação de paracetamol. Fazendo-se uso do método hidrotérmico, obteve-se estruturas cristalinas de VO2(B) utilizando como precursor o V2O5 comercial, comprovados pelos picos cristalográficos obtidos. Para a síntese do OG, empregou-se o método de Hummers modificado. Através do DRX foi possível confirmar a formação do OG, devido à presença do pico característico de difração em 2θ = 10,49°. A caracterização dos sensores propostos foi realizada por voltametria cíclica (VC), voltametria de onda quadrada (VOQ), onde foi avaliado que os sensores com maior concentração de OG, apresentaram resultados de melhor sensibilidade à presença do paracetamol. Um dos fatores é a alta área superficial, que oferece mais sítios ativos para reações eletroquímicas, melhorando a sensibilidade do sensor. Foram observados picos anódicos e catódicos em aproximadamente 0,30 e 0,15 vs Ag/AgCl, respectivamente, sendo observado um deslocamento de pico anódico no sentido positivo na presença de paracetamol. Ao variar a velocidade de varredura, foi observado um aumento linear (correlação linear média de 0,99) na área das correntes de pico. Quando os eletrodos foram expostos ao pulso de voltametria de onda quadrada, foram observadas duas regiões de corrente de pico em 0,3 e 0,8 vs Ag/AgCl. Foi observado um aumento, também na corrente de pico ao aumenta a concentração de pracetamol. Dessa forma, os eletrodos desenvolvidos se mostraram adequado para a determinação de paracetamol em amostras, sendo uma ferramenta útil para análises rápidas e com exatidão satisfatória.

*Palavras-chave: Eletroanalitica, paracetamol, óxido de grafeno, VO2*

# Introdução



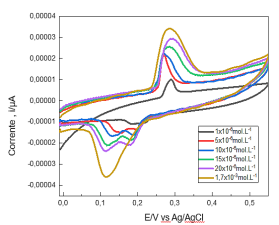
O composto N-(4-hidroxifenil) etanamida, popularmente conhecido como paracetamol, é um fármaco com propriedades analgésicas e antipiréticas amplamente receitado e utilizado mundialmente. O paracetamol foi desenvolvido na Alemanha em 1877 e, vem sendo comercializado como medicamento desde 1878. Apesar de apresentar baixa toxicidade em doses terapêuticas, em altas concentrações, esse fármaco pode ser prejudicial à saúde humana. Foi observada em estudos clínicos que a superdosagem causa insuficiência hepática e renal e, em alguns casos, até a morte. Assim, a sua ingestão é regulamentada no Brasil pela Conama 357/2005, Conama 430/2011 e ANVISA 2914/2011, recomenda-se uma ingestão diária admissível de 10- 15 mg kg−1, sendo de suma importância o controle de qualidade (1). O paracetamol é considerado um poluente emergente, ou seja, uma substância química sintética encontrada em matrizes ambientais e biológicas que apresenta potencial risco à saúde. Logo, o monitoramento do teor de paracetamol é essencial tanto em contextos ambientais (detecção em água, solo e resíduos) quanto em produtos farmacêuticos (controle de qualidade em medicamentos). Existem diversos métodos analíticos para a quantificação de paracetamol em amostras biológicas, farmacêuticas e águas, tais como: métodos espectrofotométricos (UV-Vis e IR), espectrofluorimetricos, quimiluminescentes, cromatográficos, eletroforéticos e eletroanalíticos. Os métodos eletroanalíticos representam alternativas promissoras para análise de fármacos, com baixo custo inicial e apresentam baixo consumo de reagentes, aliado a excelente sensibilidade, boa seletividade, agilidade de análise e grande praticidade (2). O desenvolvimento de novos sensores eletroquímicos é uma área em contínuo crescimento, devido a vantagens como a rapidez, baixo custo de instrumentação e simplicidade de operação inerente às técnicas eletroanalíticas. Eles são utilizados tanto no controle de qualidade farmacêutico, como o paracetamol, quanto no monitoramento ambiental.

# Experimental

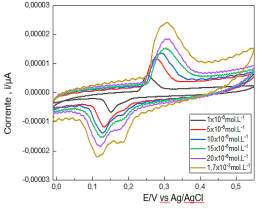
*Estudos eletroquímicos*

As análises de voltametria cíclica e voltametria de onda quadrada foram realizadas utilizando um potenciostato µAutolab tipo III controlado pelo software NOVA. A célula eletroquímica de 15 mL foi composta por uma solução de soro fisiológico comercial, um contra eletrodo de fio de platina e um eletrodo de referência de Ag/AgCl. Como eletrodo de trabalho foi utilizado o de ouro, modificado com óxido de grafeno e dióxido de vanádio (área = 1,0 cm2 ). As modificações do eletrodo foram obtidas após a secagem do OG/VO2 em duas diferentes composições de OG e VO2, a saber 90% de VO2 com 10% de OG (VG9010) e 10% de VO2 com 90% de OG (VG1090).

**Resultados e Discussão**

A voltametria ciclica foi utilizada para investigar o comportamento eletroquímico do paracetamol utilizando os eletrodos VG1090 e VG9010 (Fig. 1A e !B). Foram realizados testes eletroquímicos em 6 diferentes concentrações de paracetamol:

(a)



(b)

Figura 1: VC do eletrodo modificado (a) com 10% VO2 e 90% OG (b) 90% VO2 e 10% OG, com paracetamol analítico diluído em soro fisiológico vs Ag/AgCl, com υ = 10 mV.s-1 .

# Analisando os VC (Fig. 1 A e B) é possível identificar a razão entre a corrente de pico anódica (ipa) e catódica (ipc) próximo a 1, indicando uma possível reversibilidade. Foi observado que quando se aumenta a concentração de paracetamol na solução a corrente do pico aumenta de forma proporcional. Os resultados de voltametria de onda quadrada são apresentados na figura 2:

# 

Gráfico

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 2: Voltametria de onda quadrada do eletrodo modificado (a) com 10% VO2 e 90% OG (b) 90% VO2 e 10% OG, com paracetamol comercial diluído em soro fisiológico vs Ag/AgCl, com υ = 10 mV.s-1 .

A voltametria de onda quadrada apresentou dois picos de oxidação anódica. A sensibilidade dos eletrodos na detecção de paracetamol se mostrou novamente proporcional e coerente com o aumento da corrente de pico em função do aumento da concentração, mostrando que estes eletrodos são sensíveis a detecção de paracetamol.

# Conclusões

# A partir do presente trabalho foi possível obter VO2 pela síntese hidrotérmica utilizando como precursor V2O5 e, através do método de Hummers modificado, foi possível sintetizar o OG. . A voltametria cíclica (VC) e de onda quadrada foi utilizada como técnicas de detecção eletroquímica para avaliar a sensibilidade ao paracetamol usando o eletrodo de ouro modificado com diferentes proporções de OG/VO2. Os métodos propostos apresentaram sensibilidade da identificação do analito de interesse (paracetamol) nas concentrações de 1 x10-6 mol/L, 5 x10-6 mol/L, 10 x10 -6 mol/L, 15 x10 -6 mol/L, 20 x10 -6 mol/L e 1,7 x10 -3 mol/L.

# Referências

# 1. Mohammed Zidan, Ruzniza Mohd Zawawi, Mohamed Erhayem, Abdussalam Salhin, International *J. of Electrochem. Science*, 9 ,2014, 12, 7605-7613.

# 2. S. Sarika, S. Abhilash, V.S. Sumi, S. Rijith, Int. J. of Hyd. E., 46, 2021, 30, 16387-16403.