



DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE ELETRODOS QUIMICAMENTE MODIFICADOS COM BAGAÇO DE CEVADA (*Hordeum vulgare*)

Daniel Junior Almeida dos Santos (PG)^{1*}, Viviane Gomes Bonifácio (PQ)¹

*danielquimico10@gmail.com

¹ Universidade estadual de Goiás - Rodovia BR-153, 3105 - Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis - GO, 75132-400

Resumo: As análises químicas requerem cada vez mais técnicas com alta sensibilidade, praticidade e um baixo custo. A voltametria por redissolução é uma técnica que no tocante ao custo benefício em análise de metais mostra-se eficiente e barata em relação outras técnicas instrumentais que possuem alto valor de equipamento, utilização de gases de alto custo e a limitação em análise *In situ*. A voltametria por redissolução torna-se ainda mais eficiente com utilização de eletrodos modificados desenvolvidos para atividades específicas. O bagaço de cevada (*Hordeum vulgare*) é um resíduo indústria cervejeira sendo que a literatura apresenta resultados satisfatório na adsorção de metais tal como Pb (II) entre outros íons. Este trabalho apresenta resultados preliminares de eletrodos de pasta de carbono modificados com bagaço de cevada (*Hordeum vulgare*) para análise de Pb (II) pela técnica de voltametria por redissolução e traz resultados satisfatório e mostra toda potencialidade deste material como modificador de eletrodos.

Palavras chaves: metais pesados, voltametria de redissolução, adsorvente natural

Introdução

Um dos problemas ambientais mais recorrentes e contaminação de metais pesados, fato que tornou-se uma questão global devido a toxicidade destes materiais que possuem uma maior bioacumulação no corpo humano e na cadeia alimentar, carcinogenicidades entre outros problemas. A presença dessas substâncias é comum em águas residuais, solo, efluentes e resíduos industriais (SHENG *et al.*, 2008).

O interesse em eletrodos de pasta de carbono modificados tem se tornado uma fonte de pesquisa cada vez mais rotineira em análise de fármacos (FATIBELLO, 2002), metais (OLIVEIRA, 2015) entre outros. O termo eletrodo quimicamente modificado (EQM) foi utilizado originalmente por MURRAY *et al.* 1975 afim de denominar-se eletrodos com espécies quimicamente ativas, devidamente imobilizadas em suas superfícies, com o objetivo de pré-estabelecer e controlar a natureza físico-química da interface eletrodo/solução (BERNARDELLI, 2009).

Os processos eletroquímicos consistem na interação do analito de interesse com a superfície eletródica ocorrendo uma migração de elétrons. Quando não há a ocorrência ou transferência lenta de elétrons, ou ocorre em valor de potencial fora do intervalo desejado, é comum fazer uma modificação na superfície do eletrodo a fim de melhorar o seu desempenho (GALLI *et al.*, 2006). Os EQM apresentam uma classe de eletrodos feitos de pasta de carbono aos quais são incorporados alguma



substância que provoque algum tipo de melhoria seja na sensibilidade e/ou seletividade destes (SILVA, 2006).

(KHUNATHAI, 2010) em seus trabalhos com cevada, verificou-se que a mesma exhibe alta seletividade a determinados íons metálicos. Já ARAÚJO e colaboradores desenvolveram um trabalho de caracterização do bagaço de cevada (*Hordeum vulgare*) resíduo de indústria cervejeira antes e após adsorção de íons Pb (II) onde foi verificado sua eficiência na adsorção desde metal. Neste sentido, o bagaço de cevada (BC) torna-se potencialmente viável como modificador de eletrodos de pasta de pasta de carbono para análise de metais no emprego de sua propriedade adsorvente.

A técnica de voltametria de redissolução tem ampla aplicação em análise química por ter baixo custo operacional (RIBEIRO, 2014) baixo custo de equipamento e alta sensibilidade comparado outras técnicas instrumentais que possuem alto custo de equipamento e gases de alto valor (BERGAMMINI et al, 2014).

Neste trabalho pretende aliar a propriedade adsorvente do BC com a voltametria de redissolução a fim de obter um eletrodo para análise de Pb (II).

Materiais e Métodos

O (BC) foi obtido em uma indústria cervejeira no entorno da cidade de Anápolis no estado de Goiás coordenadas 16°17'56"S 48°48'44"W. Uma amostra de aproximadamente 2kg material residual pós processo de fabricação de cerveja foi acondicionado em uma embalagem plástica limpa e depois lavado com água deionizada, exposto ao sol por três dias e posteriormente seco em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 35°C por um período 48 horas. O material seco foi triturado em moinho de facas e o pó obtido foi peneirado e acondicionado em frascos de polietileno "*in natura*", sem nenhum tratamento prévio para usos posteriores sendo este pó o modificador do eletrodo.

Para a preparação da pasta de carbono foi utilizado como aglutinante óleo mineral Nujol e como material condutor grafite em pó (Fisher), e BC como modificador em diferentes proporções.

Para as condições de preparo do eletrodo de pasta de carbono (EPC) sem modificador (branco) foi empregada a proporção de 25% Nujol e 75% de grafite e para o preparo do eletrodo de pasta de carbono modificado (EPCM), foi preparada nas



proporções: 25% Nujol, 50% grafite, 25% BC; 25% Nujol, 55% grafite, 20% BC; 25% Nujol, 60% grafite, 15% BC; 25% Nujol, 55% grafite, 10% BC.

Para a montagem dos eletrodos, o contato elétrico foi inserido dentro do suporte do eletrodo, deixando um espaço de 2 mm em uma das extremidades do tubo de PVC. Neste espaço, foi feita a adição da pasta de carbono, a qual foi posteriormente compactada através de pressão mecânica sobre uma superfície rígida e lisa.

A técnica voltamétrica utilizada neste trabalho para a determinação de metais foi a voltametria de redissolução adsorptiva, com varredura de potencial no sentido anódico. Este procedimento foi dividido em: Pré-concentração, redução eletroquímica, redissolução anódica e renovação da superfície do eletrodo.

As medidas voltamétricas foram feitas pela técnica de voltametria linear e estão sendo avaliados os parâmetros eletroquímicos, tais como: intervalo útil de potencial do eletrodo; potencial de condicionamento; tempo de condicionamento e velocidade de varredura.

Resultados e Discussões

A Figura 1 representa o sistema eletroquímico em questão de modo que o eletrodo será colocado em um béquer que contém 10 ml de solução tampão de ácido acético / acetato de sódio com concentração total $0,01\text{molL}^{-1}$ em uma mesma faixa de pH e também o analito neste caso Pb (II) 10mg/L . A pré-concentração dos metais na superfície do eletrodo sem modificação e modificado com (BC) ocorreram em condições de circuito aberto, sob agitação constante, por um período de 20 minutos para cada eletrodo a fim definir qual a proporção ideal para análise de Pb (II) .

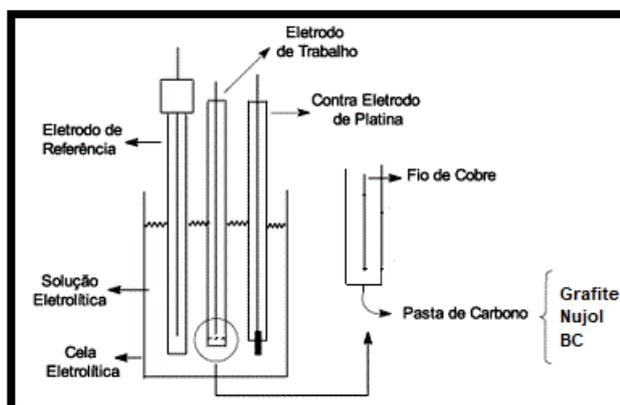


Figura 1: Representação do sistema de análise com eletrodos modificados



As leituras foram feitas em triplicata com variação nas proporções de modificador nos eletros onde a média dos respectivos valores é apresentada em forma de gráfico (Figura 3B) onde pode-se observar que neste intervalo de tempo que os eletrodos com 20 % de modificador apresentaram melhor resposta.

Identificado que a proporção de 20 % de modificador obteve-se a melhor resposta, os ensaios foram repetidos com o mesmo eletrodo variando-se os tempos em 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min e 40 min em triplicata para cada tempo e foi verificado pela análise gráfica (Figura 3A) que um tempo de pré-concentração de 5 minutos é suficiente para a pré-concentração dos íons na superfície do eletrodo.

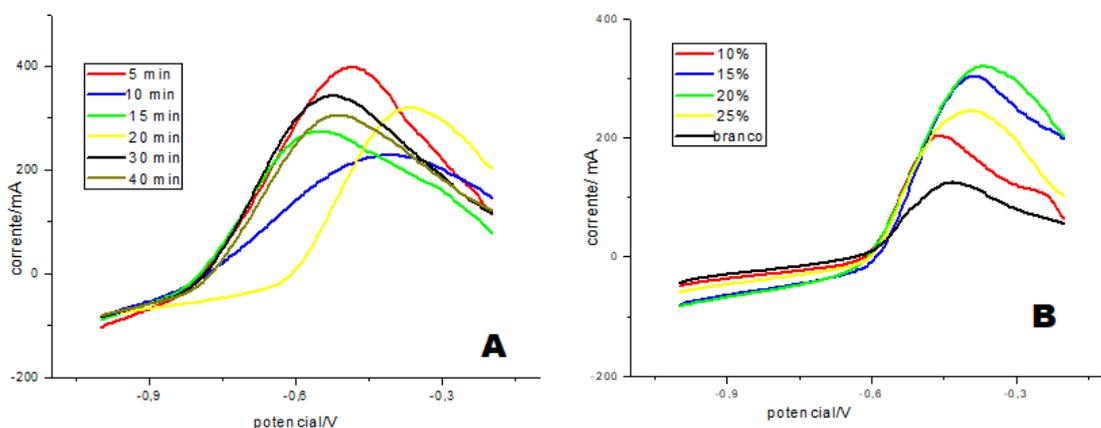


Figura 3: Voltamogramas obtidos para as medidas (A) com eletrodos com 20% de modificador e variação nos tempos de pré-concentração. (B) com diferentes proporções e um tempo de concentração de 20 minutos.

Considerações Finais

Os resultados preliminares apresentados indicam que o bagaço de cevada (*Hordeum vulgare*) pode ser usado como modificador de eletrodos de pasta de carbono para análise de Pb (II) por apresentar respostas satisfatória para a análise deste íon.

Faz –se necessárias adequações no método e ajustes quanto ao tempo e proporção de modificador para respostas mais eficazes deste eletrodo. Cabe ainda testes com outros íons além do estudo de interferentes e por fim ter sua aplicação final em amostras reais.

Agradecimentos

A universidade Estadual de Goiás e a CAPES por todo apoio dado a esta pesquisa.



Referências

ARAUJO, C.S.T.; CUNHA, A.H.N.; MARCIONÍLIO, S.M.L.O. et. al. **Caracterização do bagaço de cevada (*Hordeum vulgare*) resíduo de indústria cervejeira antes e após a adsorção de íons Pb (II)**. Revista Mirante. Anápolis-GO, v.8, n 1, junho, P149-158, 2015.

BERGAMINI, M.F.; LIVEIRA, P. R.; Alyne C. LAMY-MENDES, A.C.; REZENDE E.I.P.; MANGRICH, A.S.; MARCOLINO, L.H.J. **Electrochemical determination of copper ions in spirit drinks using carbon paste electrode modified with biochar**. Foodchemistry, Brazil, v. 1, n. 171, september, p. 426-431, 2014.

BERNARDELLI, J. K. B. **Preparo e caracterização de eletrodos compostos a base de carbono, bismuto e poliuretano para determinação de metais**. Universidade tecnológica federal do Paraná. 2009. 335f. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica e materiais) Universidade tecnológica federal do Paraná, Curitiba-PR, 2009.

FATIBELLO, O. F. ; VIEIRA, I. C.; LUPETTI, K. O. **Determinação de paracetamol em produtos farmacêuticos usando um biossensor de pasta de carbono modificado com extrato bruto de abobrinha (*Curtiba pepo*)**. Química nova, v. 26, nº 1, p. 39-43, 2003.

GALLI, A.; SOUZA, D.; GARBELLINI, G. S.; COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H.; AVACA, L. A.; MACHADO, S. A. S. **Utilização de técnicas eletroanalíticas na determinação de pesticidas em alimentos**. Química Nova, v. 29, p. 105–112, 2006.

KHUNATHAI, K.; MATSUEDA, M.; INOUE K.; OHTO, K.; KAWAKITA, H.; FUNAOKA, M. **Adsorption of precious metals on lignophenol compounds prepared from rice and barley straws**. Autumn Meeting v. 317 n. 42 Kyoto, 2010.

MURRAY, R. W.; MOSES, D. R. **Chemically modified tin oxide electrode**. Analytical chemistry, VOL.47, N° 12, 1882-1886-1975.

RIBEIRO, L.F. **Determinação simultânea de Cu (II), Pb (II), Cd (II), Zn(II) em água e sedimentos por (SIA) com detecção voltamétrica**. Universidade de São Paulo. 2014. 104f. Dissertação (mestrado em química) Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2014.

SHENG, P.X.; WEE, K.H.; TING, Y.P.; CHEN, J.P. **Biosorption of copper by immobilized marine algal biomass**. Chem. Eng. J. 136(2–3): 156-163.2008.

SILVA, R.C. **Preparação e aplicação de eletrodos de pasta de carbono modificados com ditiocarbomatos para análise de fármacos**. Universidade de São Paulo. 2006. 212f. Dissertação (mestrado em ciências) Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2006.