



# VI WORKSHOP Química Inorgânica

Das Macromoléculas aos Pontos Quânticos

06 a 08 de Novembro | Evento Nacional

**Caracterização morfológica, estrutural e eletroquímica de um eletrodo de pasta de carbono obtido a partir da biomassa do casquinho do guaraná (*paullinia cupana*)**

**Isabelly Bezerra Santos<sup>1</sup> (PG)\*, Robson Dantas Ferreira<sup>2</sup> (PQ), Newton Paulo de Souza Falcão<sup>2</sup> (PQ), Neila de Almeida Braga<sup>1</sup> (PQ)**

\*isabelly0802@gmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Química, Laboratório de Pesquisas em Química Inorgânica. Av, Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 1200, Coroado 1, 69067-005, Manaus - AM, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, 69067-375, Manaus - AM, Brasil.

**Palavras Chave:** biocarvão, resíduos, sensor eletroquímico.

## Introdução

Os eletrodos de pasta de carbono têm sido amplamente utilizados para o desenvolvimento de sensores eletroquímicos. Esses eletrodos podem ser construídos a partir do biochar, sendo este um material rico em carbono obtido a partir de biomassa sob condições térmicas ideais e fornecimento limitado de oxigênio<sup>1</sup>. A maioria das matérias-primas utilizadas para fazer biochar são resíduos sólidos ou resíduos agrícolas, o que torna um sensor de baixo custo<sup>2</sup>. Na região norte do Brasil, o guaraná (*paullinia cupana*) é amplamente utilizado para produção de bebidas, xaropes. O processo de moagem gera resíduos, como o Casquinho do Guaraná (CG), que pode trazer graves consequências ambientais ao ser descartado na natureza. Nesse contexto, o reaproveitamento desses resíduos impulsiona esta pesquisa com o intuito de desenvolver e caracterizar eletrodos de pasta de carbono inéditos utilizando a biomassa do casquinho do guaraná.

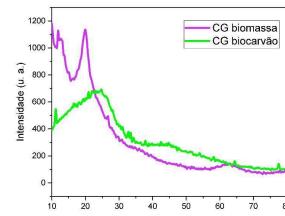
## Material e Métodos

Para obtenção do biocarvão do CG, foi utilizada a técnica de pirólise a 400°C/2h. Para a formação da pasta de carbono, o biocarvão foi misturado de forma homogênea com pó de grafite e óleo mineral na proporção: 50:25:25. Posteriormente, a pasta foi acondicionada no corpo de uma seringa conectado a um fio de cobre como haste condutora. Para avaliar morfológica e estruturalmente a formação do biocarvão, foram realizadas análises de Difração de

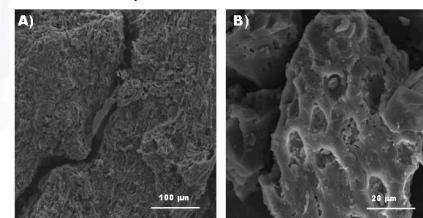
Raios X (DRX) e foram obtidas imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Foi utilizada a técnica de Voltametria Cíclica (VC) para avaliar a faixa de trabalho e o estudo da cinética de reversibilidade do eletrodo de pasta de carbono. A área ativa do eletrodo foi calculada utilizando a equação de Randles-Sevcik.

## Resultados e Discussão

**Figura 1.** Difratogramas de Raios X do CG biomassa e do CG biocarvão.



**Figura 2.** Imagem obtida por MEV do CG biocarvão obtido através da pirólise da biomassa do CG.



Na figura 1 observa-se que no CG biomassa há dois picos de difração estreitos localizados na

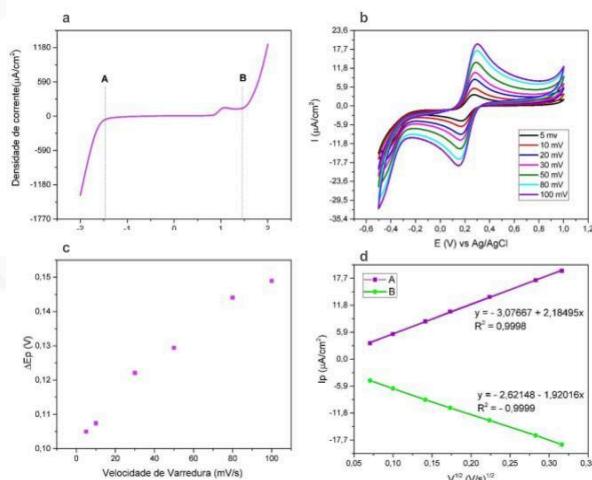
# VI WORKSHOP Química Inorgânica

Das Macromoléculas aos Pontos Quânticos

06 a 08 de Novembro | Evento Nacional

região entre  $\sim 11\text{--}15^\circ$  e  $\sim 20\text{--}25^\circ$  que se referem ao plano de difração (0 0 2) correspondente à celulose cristalina<sup>3,4</sup>, no caso do CG-biocarvão há um halo amplo referente a quantidade significativa de carbono amorfos nessa mesma região. É possível constatar que o processo de pirólise diminui a cristalinidade do CG biomassa enquanto as características amorfas aumentam para o CG biocarvão. Na figura 2a, as imagens de MEV mostram os sulcos e fendas na superfície do CG biocarvão, a figura 2b mostra a superfície das partículas do pó evidenciando a presença de poros. A quebra da matriz de carbono e a liberação de componentes voláteis durante o processo da pirólise contribuem para a formação de poros no material<sup>5</sup>. Estes poros facilitam o transporte dos íons, assim, aumentam a área superficial do material, o que é desejável para aplicações eletroquímicas.

**Figura 3.** a) Janela de potencial obtida por VC em KCl 0,5 mol/L a uma velocidade de varredura de 30 mV/s; b) VCs em solução de  $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$  1 mmol/L em KCl 0,5 mol/L para diferentes velocidades de varreduras; c) Relação entre  $\Delta E_p$  e a velocidade de varredura; d) Relação entre corrente de pico anódica (A) e catódica (B) com a raiz quadrada da velocidade de varredura.



A figura 3a mostra que a faixa de trabalho do eletrodo está entre -1,5 a +1,5V. Na figura 3b observa-se os pares de picos redox bem definidos, relacionados ao  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/-4-}$ . Na figura 3c é possível destacar o aumento de  $\Delta E_p$  conforme aumenta a velocidade de varredura, observa-se que para

baixas velocidades de varredura o comportamento do eletrodo se aproxima da reversibilidade. Na figura 3d verifica-se que as correntes de pico anódica e catódica aumentam com a raiz quadrada da velocidade de varredura. Esses fatos concordam com os critérios de eletrodos que apresentam uma cinética de quase reversibilidade. A área ativa calculada foi de  $0,295 \text{ cm}^2$ , assim, foi verificado um aumento de área do eletrodo em comparação com a área geométrica, sendo esta igual a  $0,196 \text{ cm}^2$ .

## Conclusões

Através das caracterizações morfológicas e estrutural foi possível constatar que houve a formação do biocarvão do CG. O DRX demonstrou halos amorfos característicos de materiais carbonosos e as imagens de MEV demonstraram, principalmente, a alta porosidade deste material. A caracterização eletroquímica mostrou que o eletrodo possui uma ampla janela de potencial, além de ter uma área ativa substancial. Nesse contexto, foi possível obter um eletrodo de pasta de carbono de natureza ecologicamente correta, aproveitando resíduos que seriam descartados na natureza.

## Agradecimentos

À Universidade Federal do Amazonas.  
Às agências de fomento CNPQ, CAPES e FAPEAM (01.02.016301.04337/2023-24).

<sup>1</sup>SARAVANAN, A.; KUMAR, P. S. Biochar derived carbonaceous material for various environmental applications: Systematic review. *Environmental research*, v. 214, n. 113857, p. 113857, 2022.

<sup>2</sup>MISHRA, R. K. et al. Emerging pollutants of severe environmental concern in water and wastewater: A comprehensive review on current developments and future research. *Water-energy nexus*, v. 6, p. 74–95, 2023.

<sup>3</sup>EL HAMDOUNI, Y. et al. Biomass valorization of walnut shell into biochar as a resource for electrochemical simultaneous detection of heavy metal ions in water and soil samples: Preparation, characterization, and applications. *Arabian journal of chemistry*, v. 15, n. 11, p. 104252, 2022.

<sup>4</sup>SANTOS, R. K. S. et al. Removal of chloroquine from the aqueous solution by adsorption onto açaí-based biochars: Kinetics, thermodynamics, and phytoxicity. *Journal of molecular liquids*, v. 383, n. 122162, p. 122162, 2023.

<sup>5</sup>DAS, D.; MASEK, O.; PAUL, M. C. Development of novel form-stable PCM-biochar composites and detailed characterization of their morphological, chemical and thermal properties. *Journal of energy storage*, v. 84, n. 110995, p. 110995, 2024.