

Apoio no processamento de cargas de agro-resíduos com micro-ondas, para a síntese de óxido de grafeno reduzido

**Isadora de Almeida Cardoso, Sumair, Gouveia de Araújo e Liliane Landini
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN**

INTRODUÇÃO

A purificação de águas residuais, normalmente contaminadas com poluentes orgânicos e inorgânicos, como metais tóxicos, corantes, entre outros, tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias, com o objetivo de remover estes poluentes encontrados em resíduos líquidos.

Os materiais de grafeno ganharam destaque nos últimos anos, devido à suas excepcionais propriedades eletrônicas, térmicas e mecânicas. O óxido de grafeno (OG) e o óxido de grafeno reduzido (OGr) normalmente são sintetizados a partir de grafite, mas os agro-resíduos (biomassa) também tem sido usados como materiais alternativos, em virtude da grande quantidade de carbono, pelo método de produção a partir de grafite ser complexa, de alto custo e envolver tratamento com produtos químicos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. O OGr, em particular, tem várias aplicações, como em filtros de membrana para purificação de água. Ele é comumente derivado da redução do OG, que é formado quando o grafite é oxidado (geralmente empregado método Hummers e suas modificações).

Conseqüentemente, têm sido explorados métodos ecologicamente mais corretos, a fim de minimizar todos estes impactos. Sendo assim, as micro-ondas (MO) têm sido aplicadas como recurso tecnológico, para reduzir óxido de grafeno. Além disso, os agro-resíduos representam um grande desafio quanto à sua valorização, destinação segura e uso potencial como energia ambientalmente sustentável. Em literatura, são citados o processamento de

óxido de grafite (com baixo custo), esfoliado por micro-ondas, para produção de grafeno de alta qualidade e altamente eficiente, além de avanços na produção assistida por micro-ondas de óxido de grafeno reduzido [1-6].

OBJETIVO

O objetivo geral foi apoiar o processamento de agro-resíduos com micro-ondas, para a síntese de OGr e aplicação posterior em purificação de água.

METODOLOGIA

Neste trabalho, foi empregado bagaço de cana-de-açúcar (coletado na feira local/USP), como agro-resíduo e reagente à base de ferro. O bagaço foi seco ao sol, triturado em forma de pós e separado em diversas granulometrias (30mesh-400mesh).

Os experimentos foram realizados em um forno mufla e na unidade reacional de batelada, com micro-ondas, instalada no IPEN [7], que permite monitoração online de variáveis do processo, como temperatura (°C), pressão (bar), potência de micro-ondas (W), entre outras informações, que ficam disponíveis em telas dedicadas, com históricos das principais ocorrências e gráficos de tendências. O forno mufla foi usado como método comparativo de literatura e da unidade reacional de batelada. Nele, as amostras foram colocadas em cadinhos cerâmicos e os testes foram feitos em pressão atmosférica ou gás N₂ (2 bar), com programação de temperatura de 300°C e tempos de reação de 10min. e 20min. Em ambos equipamentos, os testes foram feitos com

proporções em massa de agro-resíduos e reagente de 5:1. Na unidade reacional de batelada, os testes foram realizados com amostras sob agitação, micro-ondas de 2,45GHz de frequência e potência máxima de 2kW, temperatura até 500°C e tempo de reação até 20min.

As amostras iniciais e os produtos obtidos foram coletados em temperatura ambiente e enviados para análise, por Difração de Raios-X (DRX) e Fluorescência de Raios-X (FRX).

RESULTADOS

Na Figura 1, podem ser vistas algumas amostras de cana-de-açúcar, após a trituração e classificação granulométrica.



Figura 1 - Amostras de bagaço de cana-de-açúcar trituradas.

Na figura 2, podem ser vistas imagem de amostra final e tela de operação de um teste, com curva de temperatura da amostra indicando máximo de 500°C.

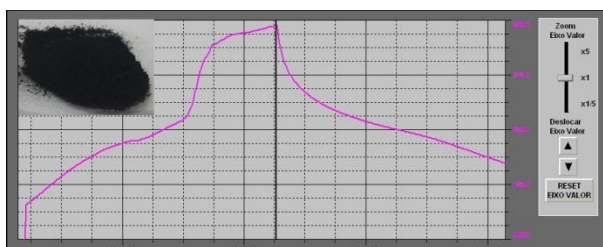


Figura 2 – Vistas da amostra final e tela de operação de temperatura.

Os testes realizados no forno mufla e na unidade reacional de batelada foram bastante reprodutivos. Os resultados de FRX de amostras iniciais indicaram a

presença de grande quantidade de material orgânico (CHNO), 97,5% e pequena quantidade de matéria inorgânica. Isto contribuiu para a observação de baixa percentagem de contaminantes nas amostras finais. As curvas de DRX indicaram a presença de picos de 2θ em torno de $26,5^\circ$, demonstrando a formação de OGr, em diversas amostras.

CONCLUSÕES

Neste período, foram realizados vários testes, sendo obtido OGr, mas os resultados ainda devem ser melhor investigados, por meio de outros tipos de caracterizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] WANG, Z.; WU, A.; CIACCHI, L.C.; WEI, G. *Nanomaterials*, vol.8,p. 65, 2018.
- [2] RAMLI, R.; HIDAYAT, R.; IKRAM, M.; MAQSOOD; A. BASHIR, A. *Graphene*, IntechOpen, 2022.
- [3] ZHU, Y.; MURALI, S.; CAI, W.; LI, X.; SUK, J. W.; POTTS, J. R.; RUOFF. R. S. *Adv. Mat.*, 22(35), 3906-3924, 2010.
- [4] FODAH, E.M.; GHOSAL, M.K.; BEHERA, D. *Int. J. of Environmental Science and Technology* 19, p.2195–2220, 2022.
- [5] ZOU, X.; HAO, J.; QIANG, Y.; XIANG, B.; LIANG, X.; SHEN, H. *Journal of Colloid and Interface Science*, V. 565, p. 288-294, 2020.
- [6] XIE, X.; ZHOU, Y.; HUANG, K. *Front. Chem.*, 7, article 355, 2019.
- [7] MOREIRA, E.M.; CARDOSO, M.J.B.; ARAUJO, S.G.; TAKAHASHI, J.; ALENCAR, M.S. *US Patent* 2008/0264934 A1.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Este trabalho foi apoiado pelo IPEN e CNPq.