

## **OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO REDUZIDO UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) COMO AGENTE REDUTOR VERDE**

**TANYSE PARADA SAMPAIO<sup>1</sup>; JORDANA MOREIRA SILVA<sup>2</sup>; ALICE GONÇALVES OSÓRIO<sup>3</sup>; FERNANDO MACHADO MACHADO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tanyse.em@ufpel.edu.br](mailto:tanyse.em@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jordanamsil@gmail.com](mailto:jordanamsil@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [osorio.alice@gmail.com](mailto:osorio.alice@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fernando.machado@hotmail.com.br](mailto:fernando.machado@hotmail.com.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

Diversas áreas tecnológicas buscam formas de empregar nanomateriais da família grafeno, tais como óxido de grafeno (GO) e óxido de grafeno reduzido (RGO), em novos materiais e processos. As propriedades singulares desses materiais justificam tal afirmação (JAURIS et al., 2017). O RGO é obtido através da redução do GO, que pode ser térmica, física ou química. Em virtude da escalabilidade e custo, a redução química torna-se uma escolha atraente para a obtenção do RGO (JIN et al., 2018).

Uma das barreiras da ampla utilização da redução química para produção de RGO, são os seus agentes redutores (JIN et al., 2018), que geralmente são compostos extremamente nocivos, tais como a hidrazina e o borohidreto de sódio (JAURIS et al., 2017). Nesse sentido, agentes redutores alternativos vêm sendo avaliados com o objetivo de tornar a etapa de redução menos nociva.

Na literatura, diversos trabalhos apresentam a utilização de extratos de frutas (LEI et al., 2011) e plantas (ISMAIL, 2019; JIN et al., 2018) como agentes redutores. Esses trabalhos atrelam capacidade redutora desses compostos a composição fenólica de tais materiais. Em especial, o trabalho de Lei et al., 2011 relata a capacidade redutora de GO aos compostos fenólicos dos taninos hidrolisáveis.

Taninos hidrolisáveis podem ser encontrados em abundância em árvores e frutos tais como na uva (REBELLO et al., 2013), na ácia negra (DOS SANTOS et al., 2017) e o Jambolão (VIZZOTO; FETTER, 2012). Os taninos presentes na uva são utilizados no vinho, e na ácia negra em curtimento de couro entre outras utilizações (DOS SANTOS et al., 2017). Apesar de possuir propriedades anti-inflamatórias, anticarcinogênicas e antioxidantes, o Jambolão (*Syzygium cumini*), planta rica em taninos hidrolisáveis, é pouco utilizada (VIZZOTO; FETTER, 2012). Extratos aquosos de Jambolão são ricos em taninos hidrolisáveis, que são compostos por ácidos naturais, como o ácido gálico e o ácido elágico (VIZZOTO; FETTER, 2012). Também na composição dos frutos e folhas de Jambolão existem a catequina, reconhecida pelo seu caráter redutor (LEI et al., 2011). Devido as suas características redutoras naturais, em conjunto com a abundância, especialmente na região sul do Brasil, o extrato de Jambolão torna-se um promissor agente redutor verde para a obtenção de RGO.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é obter RGO utilizando extrato aquoso de Jambolão (*Syzygium cumini*) como agente redutor verde.

## 2. METODOLOGIA

O extrato de Jambolão foi obtido utilizando folhas previamente higienizadas, secas e moídas. Para tal obtenção, adicionou-se folhas moídas em água (solvente), na proporção de 1/10 (m/v), à 60°C durante 30 minutos. O GO foi obtido utilizando o método de Hummers modificado (JAURIS et al., 2017). O material foi esfoliado e armazenado. Para a redução com extrato de Jambolão, o GO foi seco à 60°C durante 24h e realizou-se a redução utilizando 10 mg de GO disperso em 20 ml de água destilada em ultrassom de banho. Após, adicionou-se 5 ml do extrato obtido no GO disperso. A solução foi aquecida à 90°C durante aproximadamente 8 horas, ou até que ocorra a mudança de coloração de marrom claro para preto.

Foi realizada a caracterização estrutural dos materiais obtidos utilizando difração de raios X (DRX), com os seguintes parâmetros: intervalo angular de varredura  $5^\circ < 2\theta < 35^\circ$  e passos de  $0,05^\circ$  no período de 1 segundo por passo. Foi utilizado um difratômetro da marca Phillips, modelo X'Pert MDP (tubo de Raios X com radiação Cu K $\alpha$ ). Os grupos funcionais presentes nas amostras obtidas também foram caracterizados. Para tanto, foi utilizada a técnica de Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), no modo transmitância de  $600\text{ cm}^{-1}$  a  $4000\text{ cm}^{-1}$  em equipamento Shimadzu no modelo IRPrestige-21.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os difratogramas do GO e RGO. Pode-se observar no difratograma do GO um padrão de difração em aproximadamente  $2\theta = 9,18^\circ$ , referente ao plano (001) do óxido de grafeno (JAURIS et al., 2017). Após a oxidação do grafite o GO possui grupos funcionais oxigenados, que fornecem um espaçamento de  $d = 9,58\text{ \AA}$ . O difratograma do RGO demonstra um padrão de difração amplo centrado em aproximadamente  $2\theta = 22,5^\circ \sim 29,6^\circ$  com espaçamento de  $d = 3,22\text{ \AA}$ . Pode-se observar a diminuição do espaçamento do GO em relação ao RGO que está diretamente relacionada ao processo de redução. Nesse processo os grupos funcionais oxigenados que estavam presentes no GO são retirados pelo agente redutor, ocasionando a diminuição de espaçamento entre os planos do RGO (ISMAIL, 2019).

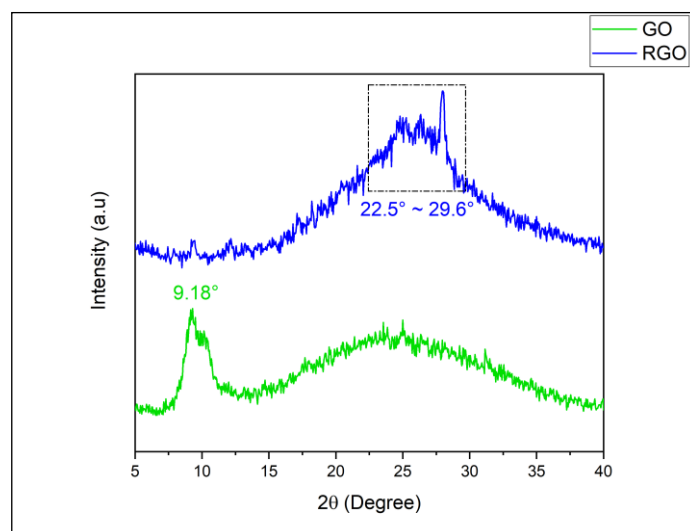
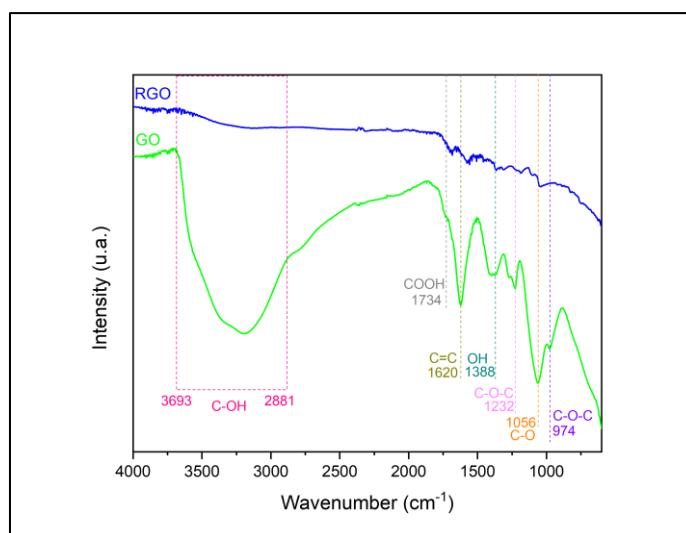


Figura 1 – Difratograma do grafite, GO e RGO

Na Figura 2 estão apresentados os espectros de infravermelho do GO e do RGO. A técnica de espectroscopia nos permite analisar os grupos funcionais presentes nas amostras, incluindo a presença de grupos funcionais oxigenados (EMIRU; AYELE, 2017). Desta forma é possível verificar a eficácia do processo de oxidação do grafite, que dá origem ao GO. Conforme pode ser observado no espectro do GO, o material apresenta uma intensa banda no comprimento de onda de aproximadamente 3.693 à 2.881  $\text{cm}^{-1}$  que atribuído ao alongamento do grupo O-H, correlacionado com a presença de água na estrutura do GO. Destacam-se também os grupos, carboxila (1.730  $\text{cm}^{-1}$ ), carbono aromático com interação do tipo  $\text{sp}^2$  (1.620  $\text{cm}^{-1}$ ), grupo hidroxila (1.380  $\text{cm}^{-1}$ ) e grupos epóxidos (1.050  $\text{cm}^{-1}$  e 974  $\text{cm}^{-1}$ ). Tais grupos confirmam o resultado apresentado no DRX (Figura 2) demonstrando a eficiência do processo oxidação do grafite. Para o espectro de infravermelho do RGO, torna-se perceptível, em comparação ao GO, que o grupo hidroxila desaparece. Tal fenômeno pode ser correlacionado a mudança de comportamento do material que passa de hidrofílico (GO) para hidrofóbico (RGO) após a redução (ISMAIL, 2019). É possível visualizar também que as bandas dos grupos funcionais oxigenados, que estavam presentes no GO, tornaram-se menos intensas. Desta forma, observa-se que o extrato de Jambolão conseguiu remover grande parte dos grupos oxigenados, restando apenas os grupos funcionais que localizam-se nas bordas do RGO (EMIRU; AYELE, 2017).



**Figura 2** – Espectroscopia de infravermelho do GO e do RGO.

#### 4. CONCLUSÕES

Conforme as caracterizações apresentadas, pode-se concluir que foi possível obter RGO utilizando extrato de Jambolão como agente redutor verde. O extrato de *Syzygium cumini* se mostrou eficaz na redução de GO, o que o torna um agente redutor alternativo e ambientalmente amigável para produção de RGO.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOS SANTOS, C. et al. Structural, textural and morphological characteristics of tannins from *Acacia mearnsii* encapsulated using sol-gel methods: Applications as antimicrobial agents. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 151, p. 26–33, 2017.

EMIRU, T. F.; AYELE, D. W. Controlled synthesis, characterization and reduction of graphene oxide: A convenient method for large scale production. **Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 1, p. 74–79, 2017.

ISMAIL, Z. Green reduction of graphene oxide by plant extracts: A short review. **Ceramics International**, n. August, p. 0–1, 2019.

JAURIS, I. M. et al. Adsorption of anti-inflammatory nimesulide by graphene materials: A combined theoretical and experimental study. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 19, n. 33, p. 22099–22110, 2017.

JIN, X. et al. Green reduction of graphene oxide using eucalyptus leaf extract and its application to remove dye. **Chemosphere**, v. 208, p. 417–424, 2018.

LEI, Y. et al. Hydrolysable tannin as environmentally friendly reducer and stabilizer for graphene oxide. **Green Chemistry**, v. 13, n. 7, p. 1655, 2011.

REBELLO, L. P. G. et al. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS RubeaxIAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 354–366, 2013.

VIZZOTO, M.; FETTER, M. . Jambolão: o poderoso antioxidante. [www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/jambolao\\_Marcia.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/jambolao_Marcia.pdf), 2012.