

## FUNCIONALIZAÇÃO DO ÓXIDO DE GRAFENO COM RESVERATROL VISANDO A ENGENHARIA DE TECIDOS CARDÍACOS

Maria Luísa França Bezerra<sup>1</sup> (PIBIC/CNPq); Carine Serafim da Cunha Silva<sup>2</sup>; Érika Santos Lisboa<sup>2</sup>; Wanessa Jeane de Santana Mota<sup>2</sup>, Patrícia Severino<sup>2</sup> (Orientadora)  
[maria.fbezerra@souunit.com.br](mailto:maria.fbezerra@souunit.com.br);

<sup>1</sup>Universidade Tiradentes/Farmácia/Aracaju/SE.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia e Pesquisa/Aracaju/SE.

### 4.00.00.00-1 - Ciências da Saúde

#### RESUMO

**Introdução:** As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no mundo, com 17,9 milhões de óbitos por ano. Os tratamentos atuais incluem procedimentos invasivos, que não são capazes de restaurar o tecido lesado<sup>1</sup>. A engenharia de tecidos surge como alternativa promissora para regenerar tecidos e melhorar a qualidade de vida dos pacientes<sup>1,2</sup>. Nanomateriais como óxido de grafeno reduzido (rGO) são utilizados por sua capacidade condutora que favorece a comunicação celular<sup>3</sup>. Além disso, sua redução com resveratrol, um composto natural cardioprotetor, pode funcionalizar o rGO e torná-lo um material promissor na engenharia de tecidos cardíacos<sup>4</sup>. **Objetivo:** Reduzir e funcionalizar o óxido de grafeno utilizando o resveratrol visando a aplicação na engenharia de tecidos cardíacos. **Metodologia:** O óxido de grafeno (GO) foi reduzido e funcionalizado com resveratrol (RES) (10mg), passando por etapas de ultrassom, ajuste de pH e aquecimento a 80 °C. A mistura foi centrifugada e lavada para obter uma suspensão homogênea. O produto final, RES-rGO, foi seco em estufa a 50 °C por 24 horas para posterior análise. A avaliação da atividade antioxidante do RES foi realizada por DPPH. Para as caracterizações do RES-rGO foram realizadas as análises físico-químicas por UV-Vis, FTIR e Raman, e morfológicas por MEV para confirmar sua redução/funcionalização. **Resultados:** Por meio da análise de DPPH, o resveratrol demonstrou ser um potente agente antioxidante (CI<sub>50</sub> 62,6µg/mL) com potencial de utilização na redução do GO. Através do UV-Vis foi possível observar o deslocamento da região ultravioleta (225nm) para a região do visível (270nm), caracterizando a redução dos grupos OH-, sugerindo a redução do RES-rGO. Através do FTIR foi observado a diminuição da presença dos grupos OH-, C=O e O-H, nas amostras RES-rGO indicando a redução, além do aumento de intensidade na região da ligação C=C demonstrando a restauração da rede carbônica do GO. A formação do RES-rGO foi confirmada pelo Raman, com deslocamento das bandas D, G e 2D e aumento da razão ID/IG de 0,74 para 0,97, indicando maior desordem estrutural. A banda 2D alargada e menos intensa sugere o aumento no número de camadas após a redução. Com o MEV, foi possível identificar que o RES apresenta morfologia cristalina, enquanto o GO possui estrutura em flocos. Após a redução, formaram-se aglomerados de RES-rGO, indicando a remoção dos grupos oxigenados da superfície do GO. **Conclusão:** A redução e funcionalização do óxido de grafeno com resveratrol resultaram na formação eficaz do RES-rGO, conforme confirmado pelas análises físico-químicas e morfológicas. O resveratrol demonstrou ser um potente agente antioxidante, contribuindo para a remoção dos grupos oxigenados e a regeneração da estrutura do grafeno, sugerindo dessa maneira que o RES-rGO é uma alternativa promissora para aplicação na engenharia de tecidos cardíacos, podendo ser explorado em futuras terapias regenerativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocompatibilidade; Redução; Terapia alternativa.

## ABSTRACT

**Introduction:** Cardiovascular diseases are the leading cause of death worldwide, with 17.9 million deaths per year. Current treatments include invasive procedures, which are unable to restore damaged tissue<sup>1</sup>. Tissue engineering emerges as a promising alternative to regenerate tissues and improve patients' quality of life<sup>1,2</sup>. Nanomaterials such as reduced graphene oxide (rGO) are used for their conductive ability, which enhances cellular communication<sup>3</sup>. Furthermore, its reduction with resveratrol, a natural cardioprotective compound, can functionalize rGO and make it a promising material in cardiac tissue engineering<sup>4</sup>.

**Objective:** To reduce and functionalize graphene oxide using resveratrol for application in cardiac tissue engineering. **Methodology:** Graphene oxide (GO) was reduced and functionalized with resveratrol (RES) (10mg), undergoing ultrasound, pH adjustment, and heating at 80°C. The mixture was centrifuged and washed to obtain a homogeneous suspension. The final product, RES-rGO, was dried in an oven at 50°C for 24 hours for further analysis. The antioxidant activity of RES was evaluated by DPPH. The RES-rGO characterizations were performed through UV-Vis, FTIR, and Raman spectroscopies for physicochemical analysis, and SEM for morphological analysis to confirm its reduction/functionalization. **Results:** Through DPPH analysis, resveratrol proved to be a potent antioxidant agent (IC<sub>50</sub> 62.6 µg/mL) with potential for use in reducing GO. Through UV-Vis, it was possible to observe the shift from the ultraviolet region (225 nm) to the visible region (270 nm), characterizing the reduction of OH- groups, thus suggesting the reduction of RES-rGO. Through FTIR, a decrease in the presence of OH-, C=O, and O-H groups was observed in the RES-rGO samples, indicating a reduction, in addition to an increase in intensity in the C=C bond region, demonstrating the restoration of the GO carbon network. The formation of RES-rGO was confirmed by Raman, with a shift in the D, G, and 2D bands and an increase in the ID/IG ratio from 0.74 to 0.97, indicating greater structural disorder. The broadened and less intense 2D band suggests an increase in the number of layers after reduction. With SEM, it was possible to identify that RES has a crystalline morphology, while GO has a flake structure. After reduction, RES-rGO agglomerates formed, indicating the removal of oxygenated groups from the GO surface. **Conclusion:** The reduction and functionalization of graphene oxide with resveratrol resulted in the effective formation of RES-rGO, as confirmed by physicochemical and morphological analyses. Resveratrol has been shown to be a potent antioxidant agent, contributing to the removal of oxygenated groups and the regeneration of the graphene structure, thus suggesting that RES-rGO is a promising alternative for application in cardiac tissue engineering and may be explored in future regenerative therapies.

**KEYWORDS:** Biocompatibility; Reduction; Alternative therapy.

## REFERÊNCIAS/REFERENCES:

[1] HU, Q.; FANG, Z.; GE, J.; LI, H. Nanotechnology for cardiovascular diseases. *The Innovation*, v. 3, n. 2, p. 100214, 29 mar. 2022.

[2] LIU, Nanbo et al. Advances in 3D bioprinting technology for cardiac tissue engineering and regeneration. *Bioactive Materials*, v. 6, n. 5, p. 1388-1401, 2021.

[3] SONTAKKE, Ankush D.; TIWARI, Shreya; PURKAIT, Mihir K. A comprehensive review on graphene oxide-based nanocarriers: Synthesis, functionalization and biomedical applications. *FlatChem*, v. 38, p. 100484, 2023.

[4] KAUR, A.; TIWARI, R.; TIWARI, G.; RAMACHANDRAN, V. Resveratrol: A Vital Therapeutic Agent with Multiple Health Benefits. *Drug Research*, vol. 72, no. 01, p. 5–17, 19 Aug. 2021.