

ÓXIDO DE GRAFENO E SUAS APLICAÇÕES NA ODONTOLÓGICAS

GRAPHENE OXIDE AND ITS APPLICATIONS IN DENTISTRY

Fabiano Luiz Heggendorn²; Alexandre Antunes Ribeiro³, Viviane Abreu De Souza Pereira⁴, Carlos Alberto Barros dos Santos¹, João Pedro Araujo Moitinho¹

¹ Aluno do Programa de Pós-graduação em Endodontia, Unigranrio, Brasil

² Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO), Afya Unigranrio

³ Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Rio de Janeiro/RJ, Brasil

⁴ Docente, Graduação em Odontologia Afya Unigranrio

Email: Moitinhojoao2@gmail.com

Eixo temático: Saúde

INTRODUÇÃO

O óxido de grafeno (OG) é um derivado bidimensional do grafeno, obtido por oxidação química, que combina elevada área de superfície, estabilidade físico-química e reatividade superficial versátil. Essas características o posicionam entre os nanomateriais mais investigados na Odontologia contemporânea, com potencial de aplicação em implantodontia, dentística restauradora e engenharia de tecidos ósseos maxilofaciais. Análises bibliométricas recentes confirmam o crescimento expressivo da produção científica sobre grafeno em Odontologia na última década, refletindo o interesse crescente da comunidade científica internacional pelo tema¹.

Apesar do entusiasmo científico, a incorporação do OG em materiais odontológicos ainda esbarra em lacunas relevantes: heterogeneidade metodológica entre os estudos, escassez de ensaios *in vivo* e clínicos, e ausência de protocolos padronizados de síntese e caracterização. Diante desse cenário, revisar criticamente as evidências disponíveis é fundamental para orientar tanto a pesquisa translacional quanto o desenvolvimento de materiais de alta performance, alinhados à proposta de inovação e ciência que estrutura este trabalho.

Palavras-Chave: Óxido de grafeno. Odontologia. Nanomateriais. Biocompatibilidade

OBJETIVO

Compilar e analisar as evidências científicas disponíveis sobre o uso do óxido de grafeno e seus derivados em aplicações odontológicas, abordando suas propriedades, potencialidades clínicas e limitações, com ênfase no caráter inovador desses materiais para o desenvolvimento de biomateriais.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura científica, com busca nas bases PubMed, Scopus e Web of Science, sem restrição de data inicial, priorizando estudos publicados entre 2022 e 2025. Foram incluídos estudos *in vitro* e *in vivo*, revisões sistemáticas e *scoping reviews* que avaliaram citotoxicidade, atividade antibacteriana, biocompatibilidade e capacidade de diferenciação celular de materiais à base de grafeno em contextos odontológicos e biomédicos. A seleção considerou a relevância metodológica e o alinhamento temático com os quatro eixos de aplicação identificados na literatura: ação antibacteriana, implantodontia, materiais restauradores e engenharia tecidual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ação antibacteriana

Revisões recentes demonstram que o OG apresenta eficácia antimicrobiana relevante contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo *Streptococcus mutans*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, atuando por um processo de ruptura de membrana celular associados a mecanismos químicos de estresse oxidativo ². No campo ortodôntico, esta revisão identificou que a maioria dos estudos incluídos confirmou essa ação antibacteriana, associada à redução da desmineralização do esmalte durante o tratamento com aparelhos fixos ³.

Implantodontia e osseointegração

Revisões sistemáticas sobre implantes dentários revestidos com OG apontara melhora na osseointegração, atribuída às propriedades de superfície que favorecem a adesão e a proliferação celular, somada a efeito antibacteriano protetor contra infecções peri-implantares ⁴. Outro estudo, *in vitro*, comparou os discos de titânio com e sem revestimento de OG confirmou influência positiva sobre a diferenciação osteogênica e

odontogênica, reforçando o potencial do material como estratégia de modificação de superfície em implantes ⁵.

Materiais restauradores

A incorporação de OG em resinas compostas e em cimentos de ionômero de vidro modificados por resina tem demonstrado aumento da resistência flexural e da microdureza em concentrações específicas, entre 0,3% e 0,5%, além de potencial bioativo evidenciado pela deposição de fosfato de cálcio em fluido corporal simulado ^{6, 7}. Entretanto, nem todos os materiais restauradores reforçados com grafeno confirmam essa vantagem mecânica. Um estudo com resina de polimetilmetacrilato (PMMA) para sistemas CAD/CAM não encontrou diferença estatisticamente significativa em resistência flexural frente à resina convencional, evidenciando que o efeito do OG depende fortemente da matriz polimérica, da concentração e do protocolo de incorporação ⁸.

Engenharia tecidual e defeitos ósseos maxilofaciais

No campo da engenharia de tecidos, revisões sobre biomateriais para a região maxilofacial destacaram que o OG favorece adesão, proliferação e diferenciação osteogênica de células-tronco mesenquimais, com potencial aplicação na reparação de defeitos ósseos complexos, decorrentes de malformações congênitas, traumas ou ressecções tumorais ⁹. Adicionalmente, um estudo comparativo entre grafeno e óxido de grafeno em arcabouços de policaprolactona demonstrou uma tendência de maior mineralização e diferenciação osteogênica de células nos grupos com OG, embora sem significância estatística, o que reforça a necessidade de estudos *in vivo* e ensaios clínicos para confirmar esse potencial ¹⁰.

CONCLUSÃO

O óxido de grafeno representa um avanço promissor e inovador para o desenvolvimento de materiais odontológicos de alta performance, com evidências consistentes de ação antibacteriana, biocompatibilidade e potencial osteogênico em contextos de implantodontia, dentística restauradora e engenharia tecidual. Contudo, a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a variabilidade de resultados conforme a matriz e a concentração utilizadas, e a escassez de dados sobre efeitos a longo prazo impõem cautela quanto à aplicação clínica imediata. Ensaios clínicos robustos,

padronizados e multicêntricos são necessários para validar a segurança e a eficácia do OG, consolidando-o como uma fronteira legítima de inovação científica na Odontologia.

REFERÊNCIAS

1. Erdinc G. Graphene on dentistry: a bibliometric and scientometric analysis. *Niger J Clin Pract.* 2023;26(1):65-72.
2. Martuci R, et al. Antimicrobial effect of graphene in dentistry: a scoping review. *Dent J (Basel).* 2025;13(8):355.
3. Rygas J, et al. The use of graphene oxide in orthodontics: a systematic review. *J Funct Biomater.* 2023;14(10):500.
4. Rayannavar S, et al. Osseointegrative and antimicrobial properties of graphene oxide nano coated dental implants: a systematic review. *F1000Res.* 2024;13:281.
5. Rayannavar S, et al. Evaluation of osteoconductive and antimicrobial properties of novel graphene on dental implants: an in vitro study. *Cureus.* 2024;16(2):e54172.
6. Velo MMAC, et al. Enhancing the mechanical properties and providing bioactive potential for graphene oxide/montmorillonite hybrid dental resin composites. *Sci Rep.* 2022;12:10259.
7. Moreira e Moraes RU, et al. Effect of graphene oxide nanoparticles incorporation on the mechanical properties of a resin-modified glass ionomer cement. *Polymers (Basel).* 2024;16(17):2401.
8. De Angelis F, et al. In vitro mechanical properties of a novel graphene-reinforced PMMA-based dental restorative material. *Polymers (Basel).* 2023;15(3):622.
9. Huang X, et al. Biomaterial scaffolds in maxillofacial bone tissue engineering: a review of recent advances. *Bioact Mater.* 2024;33:129-56.
10. Kashte SB, et al. Osteoinductive potential of graphene and graphene oxide for bone tissue engineering: a comparative study. *J Orthop Surg Res.* 2024;19(1):527.