

SÍNTESE DE HIDROXIAPATITA DOPADA COM GRAFENO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS

Eduardo Alves Bandeira Peres¹; Willams Teles Barbosa²; Ana Paula Bispo Gonçalves²; Jaqueline Leite Vieira³; Rodrigo Denizarte de Oliveira Polkowski⁴; Josiane Dantas Viana Barbosa²

¹Graduando em Engenharia Química; Iniciação Científica – CNPq; eduardo.peres@aln.senaicimatec.edu.br

²Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; josianedantas@fieb.org.br;

³Instituto Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz. FIOCRUZ, Salvador - BA;

⁴TRL9; Salvador – BA.

RESUMO

A busca pela regeneração de tecidos tem recebido muita atenção devido à sua vasta aplicabilidade e potencial de solucionar vários problemas na área de terapias avançadas. Com enfoque a esta necessidade crescente, a síntese de hidroxiapatita dopadas tem sido estudada, um exemplo é sua dopagem com o grafeno. Estudos mostram que hidroxiapatita dopadas grafeno apresentam propriedades interessantes, como resistência mecânica, atividade antimicrobiana, bioatividade, adesão celular, degradabilidade, osteoindução, angiogênese, acelerando a cicatrização óssea. Logo, o objetivo deste trabalho foi o estudo e síntese da hidroxiapatita dopada com grafeno e não dopada em diferentes atmosferas (oxidante e redutora), por meio da síntese por combustão de solução (SCS). Após a síntese, o material foi caracterizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

PALAVRAS-CHAVE: Hidroxiapatita; Grafeno; SCS; Tecido ósseo.

1. INTRODUÇÃO

O tecido ósseo é um tecido conjuntivo complexo, organizado e mineralizado, onde a maior parte do cálcio encontrado no corpo humano está armazenado nele, em forma de cristais com estrutura e composição semelhante à da hidroxiapatita (HA).¹ Um grande problema do tecido ósseo é que, mesmo que o osso seja capaz de regeneração espontânea sem formação de tecido cicatricial, quando se trata de defeitos grandes, essa regeneração acaba por ser incompleta e lenta.² Nesses casos, é comum a aplicação de suportes (*scaffolds*), cujo o objetivo é acelerar a cicatrização óssea e fornecer suporte estrutural e mecânico para a adesão e proliferação celular.²

Para a fabricação de *scaffolds* aplicados em tecido ósseo, destaca-se a HA. A HA é um fosfato de cálcio com razão Ca/P = 1,67, e que vem sendo muito utilizada em aplicações biomédicas principalmente para a regeneração do tecido ósseo.³ A HA tem atraído a atenção por ser um composto bioativo, ou seja, capaz de se ligar fortemente ao tecido ósseo sem a necessidade de qualquer tecido conectivo intermediário.²

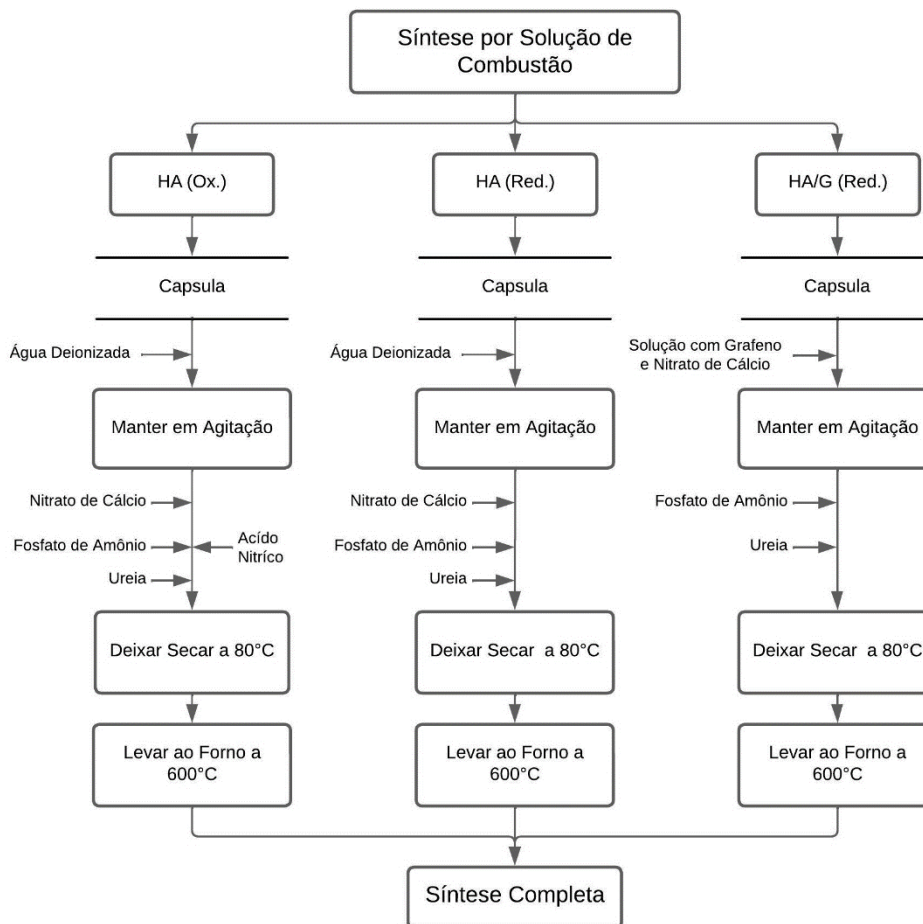
Com o intuito de reforçar os compostos a base de HA, a dopagem com grafeno chamou muita atenção, devido à sua osteocondutividade e boa biocompatibilidade, além de atividade antimicrobiana.³ Dito isso, este estudo tem como objetivo sintetizar HA dopada com grafeno (HA/G) para aplicações biomédicas através da SCS, cujo foi utilizada pelo motivo de ser um método simples, rápido e de baixo custo. Após a síntese os materiais foram caracterizados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

2. METODOLOGIA

Foram sintetizados 3 tipos diferentes de amostras e codificadas como, HA (Ox.) em meio oxidante (com incorporação de HNO₃), HA (Red.) e HA/G(Red.), ambas em meio redutor (sem incorporação de HNO₃). Com o objetivo de avaliar a influência da adição do HNO₃ na obtenção da HA, foram realizadas sínteses com e sem a incorporação de HNO₃, tornando a reação redutora ou oxidante, respectivamente. O motivo para a realização das sínteses em meio redutor é minimizar o impacto da síntese nas propriedades do grafeno.

A Figura 1 apresenta de forma detalhada o processo de síntese das amostras. Para a dopagem da HA foi utilizado 3% em peso de grafeno.

Figura 1- Fluxograma metodológico da síntese das amostras.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o resultado de FTIR da amostra HA (Ox.). Observa-se a banda característica da formação de HA, com bandas localizadas em 3570 e 1029,18 (cm^{-1}), correspondendo aos grupos funcionais (O-H) e (P-O), respectivamente. Esses resultados corroboram com estudos feitos por Ozder et al. (2023).²

A Figura 3 apresenta o resultado de FTIR da amostra HA/G. Comparado com a amostra HA (Ox.) (Figura 2), nota-se a presença de uma nova banda em aproximadamente 719,82 (cm^{-1}), referente ao grupo funcional (C-C). Podendo estar relacionada a presença do grafeno⁴, contribuindo com a ideia de que a dopagem tenha ocorrido de forma eficiente. Esses resultados corroboram com pesquisas realizadas por Vasilica et al (2016).⁴ Para confirmar a presença do grafeno a amostra será caracterizada futuramente por Espectroscopia RAMAN.

Figura 2 – FTIR da amostra HA (Ox.).

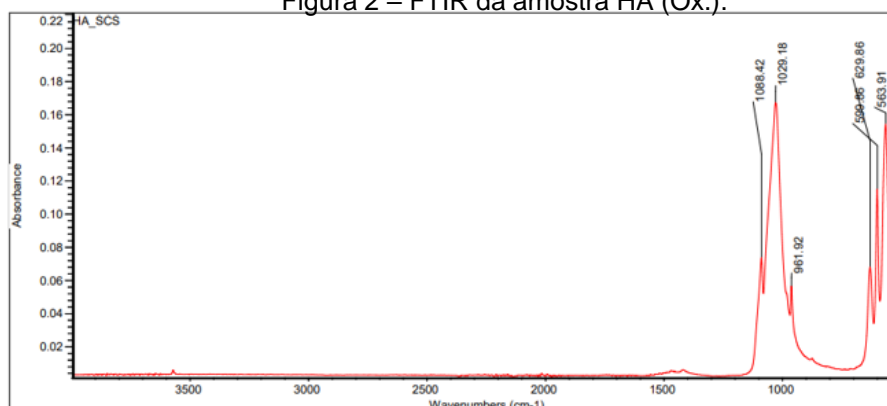
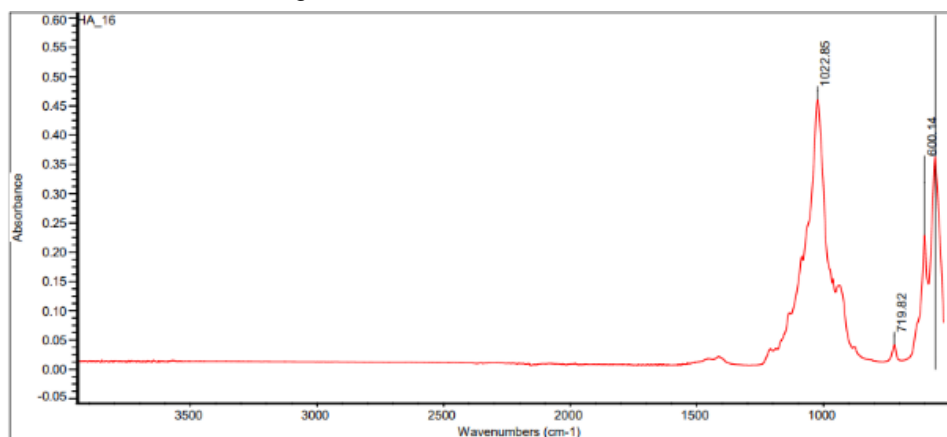
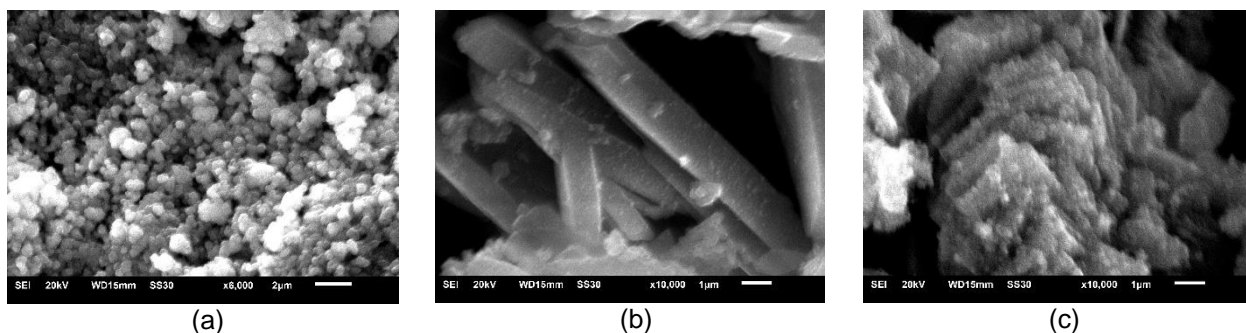


Figura 3 – FTIR da amostra H.A / G.



A Figura 4 apresenta as micrografias de MEV das amostras HA (Ox.) (Figura (a)), HA (Red.) (Figura (b)) e HA/G (Red.) (Figura (c)). Na amostra HA (Ox.) (Figura 4 (a)) apresentou partículas com formato esférico. Já na amostra HA (Red.) (Figura 4 (b)) sintetizada em meio redutor apresentou partículas com formato tipo bastão, indicando que o meio de síntese tem influência no formato das partículas. Por fim, analisando a amostra HA/G (Red.) (Figura 4 (c)), pode-se observar a diferença morfológica com a dopagem com o grafeno, formando partículas com formato de placas, formato semelhante às folhas de grafeno, a mesma característica foi observada nas investigações realizadas por Ozder et al. (2023),² favorecendo novamente a hipótese de que a síntese de hidroxiapatita dopada com grafeno tenha sido eficiente.

Figura 4 – Micrografias MEV das amostras sintetizadas. (a) HA (Ox.), (b) HA (Red.) e (c) HA/G (Red.).



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar grupos funcionais e morfologia características da formação de hidroxiapatita, como também da presença de grafeno nas amostras dopadas. Favorecendo a hipótese de que a síntese com dopagem de grafeno tenha sido eficiente, sem a decomposição do mesmo. No entanto, para afirmar a formação de HA e a presença de grafeno nas amostras dopadas serão realizadas novas caracterizações como Difração de raios X (DRX) e Espectroscopia RAMAN.

5. REFERÊNCIAS

- ¹CANILLAS, Maria et al. Processing of hydroxyapatite obtained by combustion synthesis. **Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio**, v. 56, n. 5, p. 237-242, 2017.
- ²OZDER, Melike Nur et al. In situ synthesis and cell line studies of nano-hydroxyapatite/graphene oxide composite materials for bone support applications. **Ceramics International**, v. 49, n. 9, p. 14791-14803, 2023.
- ³NOSRATI, Hassan et al. In situ synthesis of three dimensional graphene-hydroxyapatite nano powders via hydrothermal process. **Materials Chemistry and Physics**, v. 222, p. 251-255, 2019.
- ⁴ȚUCUREANU, Vasilica; MATEI, Alina; AVRAM, Andrei Marius. FTIR spectroscopy for carbon family study. **Critical reviews in analytical chemistry**, v. 46, n. 6, p. 502-520, 2016.