cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

SCAFFOLDS SUSTENTÁVEIS DE CARBONO-GRAFENO DERIVADOS DE LICOR NEGRO PARA ENGENHARIA DE TECIDO ÓSSEO

Almeida-Mattos, P.[1]; Cardoso-Carvalho, D.[1]; Amaral-Labat, G.[2]; Del-Bel, M.S.[3]; Labat-Marcos, R.[3]; Lenz e Silva, G.F.B.[1]

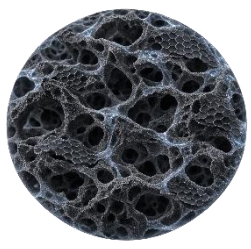
1.Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, SP, Brasil;
2. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
3. Universidade Nove de Julho (UNINOVE)
E-mail: s.patricialmeida@gmail.com

SCAN ME

Introdução

A regeneração óssea representa um desafio para a bioengenharia de tecidos, exigindo biomateriais capazes de favorecer a integração celular e a formação de novo tecido.

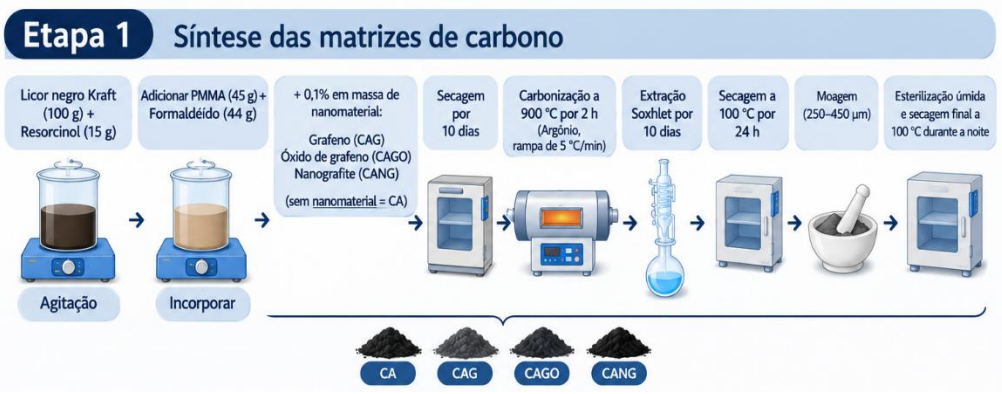
Nesse contexto, matrizes carbonosas derivadas de licor negro Kraft surgem como uma alternativa sustentável e funcional. A associação com nanomateriais, como grafeno, óxido de grafeno e nanografite, permite explorar novas propriedades dos scaffolds para aplicações em reparo ósseo.



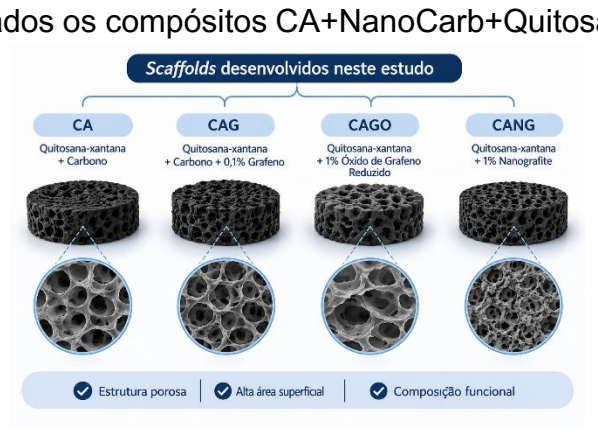
- ✓ Desenvolver biomateriais incorporados com nanocarbonos para aplicações médicas;
- ✓ Caracterizar e avaliar a biocompatibilidade;
- ✓ Investigar o potencial regenerativo em defeitos ósseos.

Metodologia

O precursor de carbono utilizado neste estudo é o licor negro, da indústria de papel e celulose, polimerizado e pirolisado.



Após a polimerização e carbonização da composição precursora, foram preparados os compósitos CA+NanoCarb+Quitosana.



Resultados e Discussão

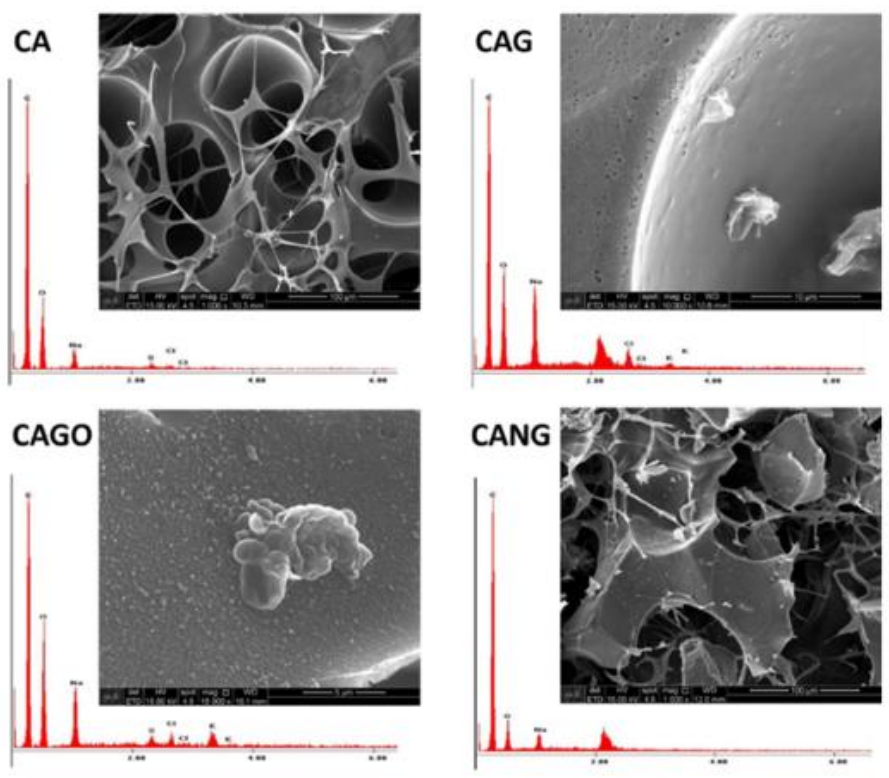


Figura 1. Análises de Composição Química e de morfologia microestrutural (MEV – EDS) de cada scaffold desenvolvido.

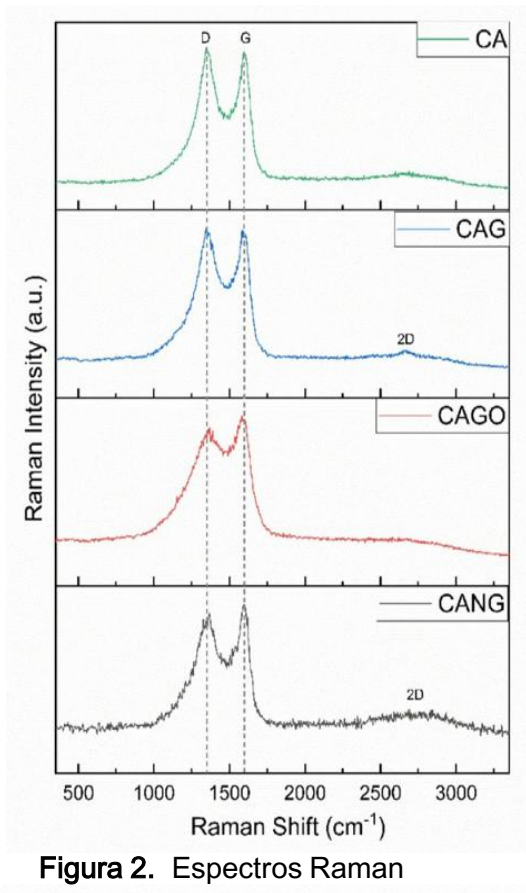


Figura 2. Espectros Raman

Samples	C (%)	O (%)	S_{BET} (m^2/g^{-1})
CA	64,97	28,97	12,4035
CAG	57,86	29,14	14,7175
CAGO	53,58	33,99	12,9231
CANG	73,45	21,66	17,3226

Figura 3. Análise de composição química e detalhamento de porosidade (S_{BET}).

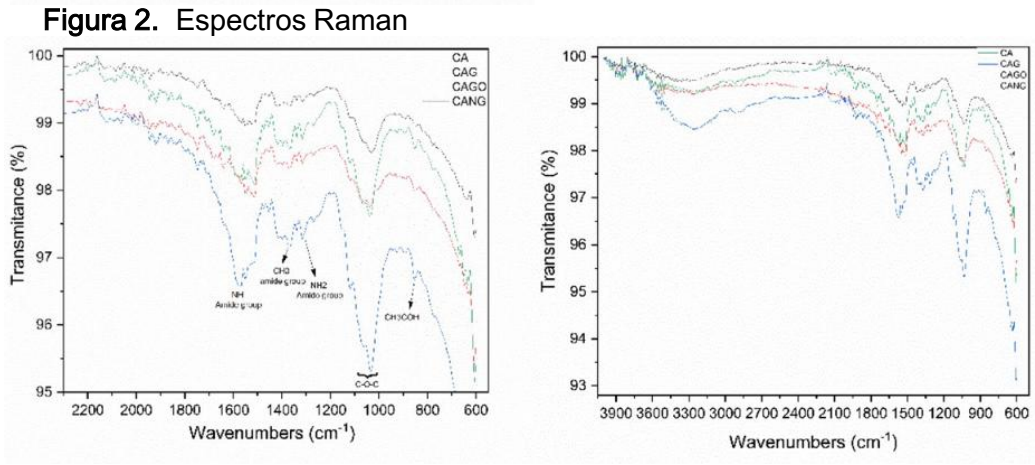


Figura 4. Espectros de FTIR – caracterização de grupos funcionais.

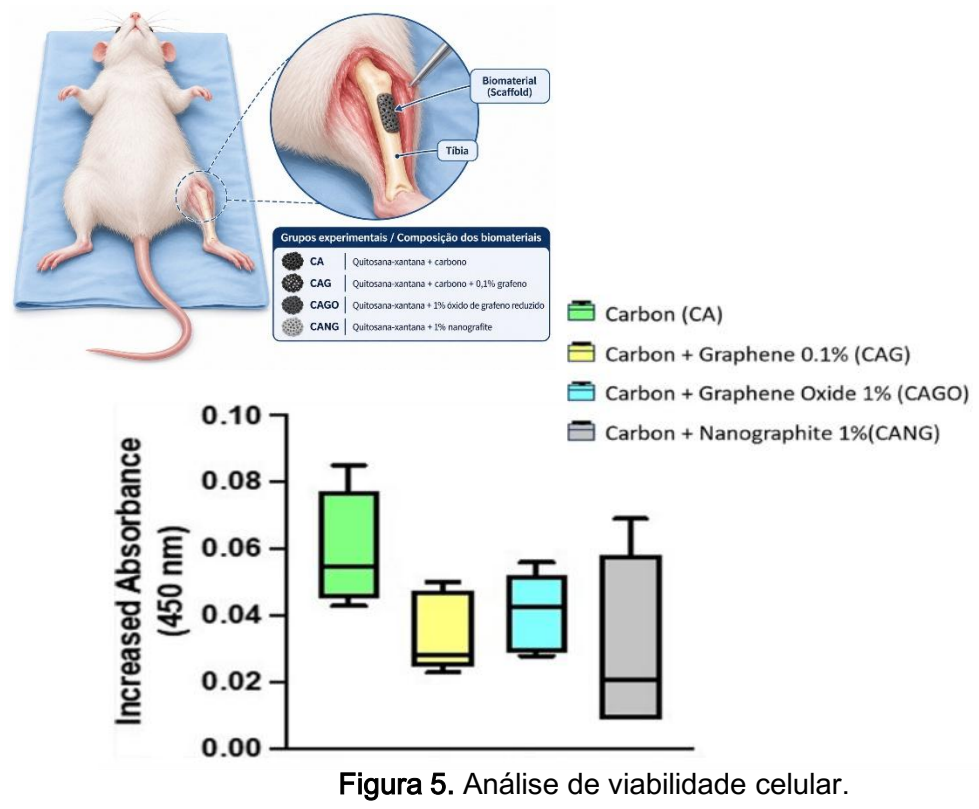


Figura 5. Análise de viabilidade celular.

Conclusões

Os scaffolds desenvolvidos neste estudo demostraram biocompatibilidade. Independente da concentração de grafeno, os scaffolds promoveram neoformação óssea.

O aproveitamento do licor negro para o desenvolvimento de materiais para aplicações biológicas/mérdicas se mostrou promissor e benéfico para ações de sustentabilidade e de economia circular.

Agradecimentos

CAPES USP FAPESP FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Auxílio FAPESP 2020/12954-2

Referências

1. ALMEIDA-MATTOS, P. et al. Structural and biological characterization of carbon–graphene biomaterials derived dfrom black liquor with functional properties for bone tissue engineering. Scientific Reports, v. 16, art. 312, 2026.
2. ACHÔA, G. L. et al. A scoping review of graphene-based biomaterials for in vivo bone tissue engineering. Journal of Biomaterials Applications, v. 38, n. 3, p. 313–350, 2023.
3. NAYAK, T. R. et al. Graphene for controlled and accelerated osteogenic ifferentiation of human mesenchymal stem cells. ACS Nano, v. 5, n. 6, p. 4670–4678, 2011.