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

Desenvolvimento de biocimento nanoestruturado à base de Silicato Tricálcico e Pentóxido de Nióbio: Avaliação de Propriedades Físico-Químicas e Biocompatibilidade

Betinelli G.A.A[1]; Bernardi A.V[1] ;Raupp-Pereira F[1]; Montedo O.R.K[1]; Corneo V.P[1]; Anastacio R.S[1]; Scussel R[1,3]; Machado-de-Ávila R.A[1,3]; Arcaro S[1]; Ribeiro M.J[2]; Wermuth T.B[1].
1. Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Brasil[1]; 2. Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), Portugal[2]; 3. Faculdade de Medicina da Universidade de Rio Verde (UniRV), Brasil[3].

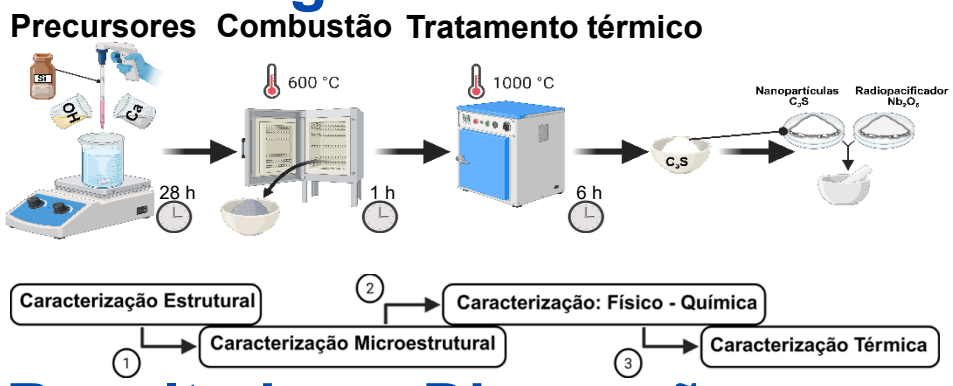
Introdução

A clinquerização, método tradicional para a síntese de C_3S, requer temperaturas elevadas (~1450°C) e múltiplas etapas de moagem. Além disso, frequentemente resulta em distribuição granulométrica heterogênea e na presença de fases secundárias indesejadas (CaO e C_2S). Esses fatores limitam a reatividade inicial e dificultam o controle de propriedades essenciais, como o tempo de presa e a resistência mecânica. Neste contexto, a síntese por combustão de citrato-nitrato surge como uma rota alternativa eficiente, permitindo a obtenção de pós de C_3S nanoestruturados, de alta pureza e com elevada área superficial em uma única etapa de processamento.

Objetivos

Este trabalho apresenta a síntese, caracterização físico-química e avaliação de biocompatibilidade de um biocimento à base de C_3S incorporando pentóxido de nióbio (Nb_2O_5) como radiopacificador inovador, substituindo outros radiopacificadores tradicionais, como óxido de bismuto, que podem apresentar citotoxicidade.

Metodologia



Resultados e Discussão

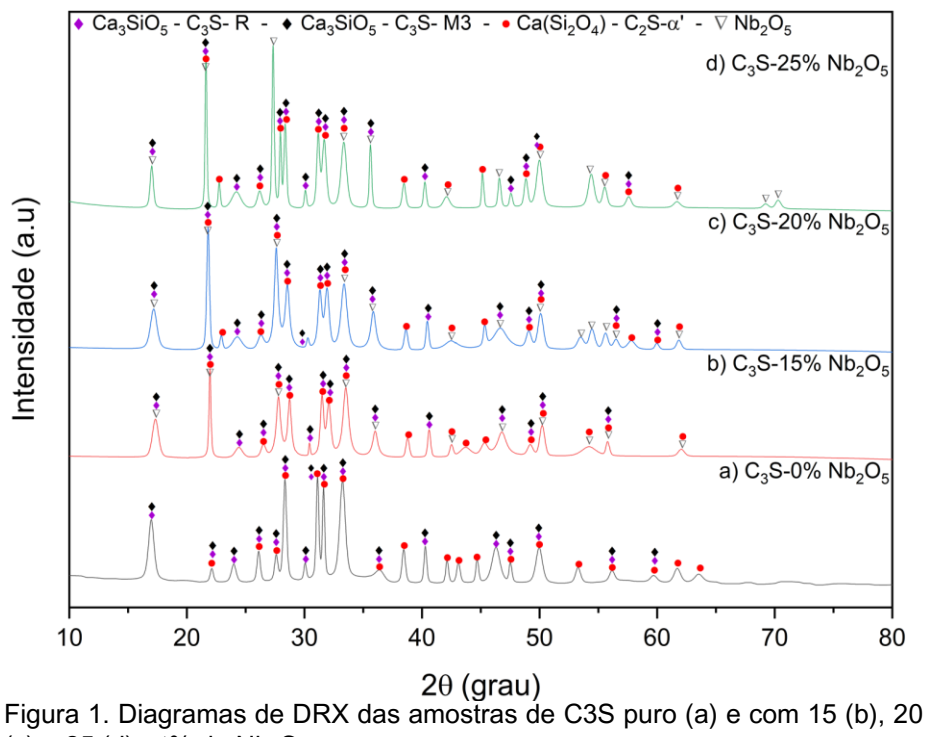


Figura 1. Diagramas de DRX das amostras de C3S puro (a) e com 15 (b), 20 (c) e 25 (d) wt% de Nb_2O_5.

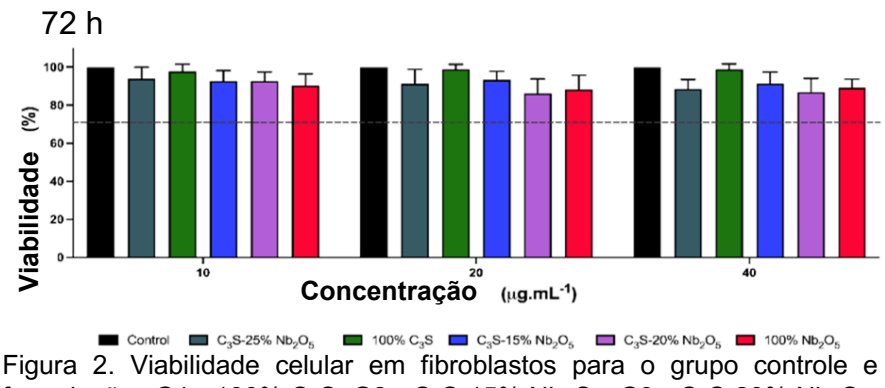


Figura 2. Viabilidade celular em fibroblastos para o grupo controle e as formulações G1 - 100% C_3S, G2 - C_3S-15% Nb_2O_5, G3 - C_3S-20% Nb_2O_5, G4 - C_3S-25% Nb_2O_5 e G5 - 100% Nb_2O_5, nas concentrações de 10, 20 e 40 μg/mL^{-1} e tempo de incubação de 72 h.

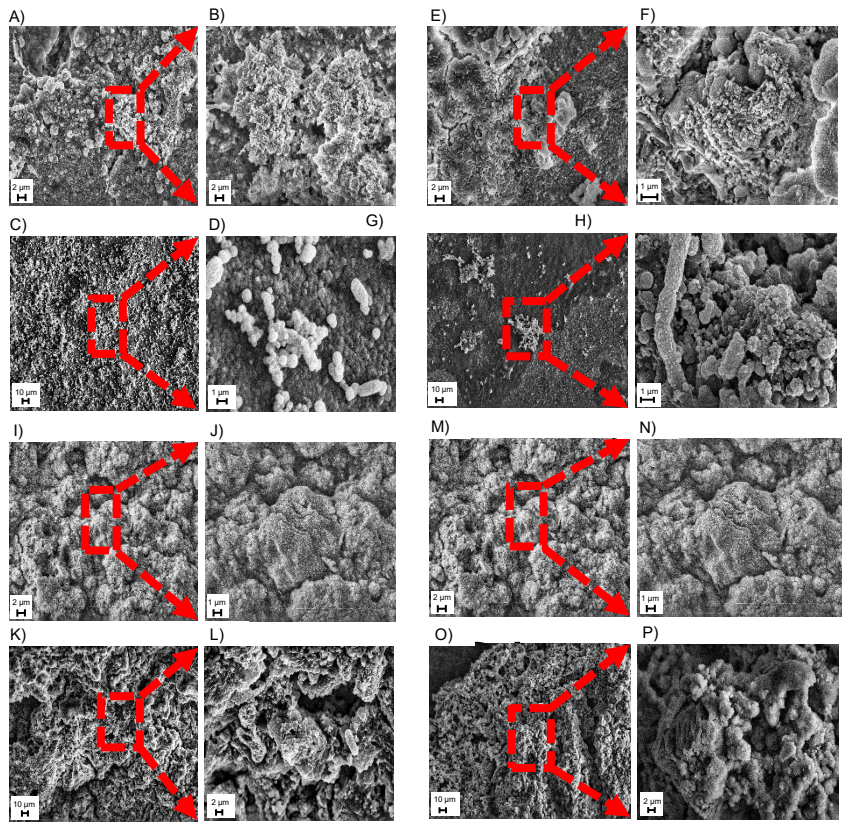


Figura 3. MEV das amostras de C_3S puro (A-B e I-J) e 15 (C-D e K-L), 20 (E-F e M-N) e 25 (G-H e O-P) wt% de Nb_2O_5 após imersão em SBF por 1 e 28 dias, respectivamente.

Amostras	Volume dos poros	Tamanho dos poros	Área superficial	Tamanho médio dos cristais	Radiopaci-dade	Tempo de presa
C_3S-0% Nb_2O_5	0,032 cm³/g	2,88 nm	15,309 m²/g	31,00 nm	2,77 mm Al (±0,426)	6,38 min (±0,360)
C_3S-15% Nb_2O_5	0,035 cm³/g	2,13 nm	13,997 m²/g	29,23 nm	3,97 mm Al (±0,017)	8,27 min (±0,839)
C_3S-20% Nb_2O_5	0,027 cm³/g	2,15 nm	13,206 m²/g	22,78 nm	4,47 mm Al (±0,127)	8,37 min (±0,854)
C_3S-25% Nb_2O_5	0,046 cm³/g	2,09 nm	12,692 m²/g	43,04 nm	4,99 mm Al (±0,008)	7,83 min (±0,518)

Tabela 1. Volume e tamanho dos poros, área superficial, radiopacidade e tempo de presa das amostras de C_3S puro e 15, 20 e 25 wt% de Nb_2O_5.

Conclusão

A síntese por combustão produziu 99,2% de C_3S monoclínico (22,78 nm). A formulação de C_3S com 15% em peso de Nb_2O_5 apresentou propriedades ideais: radiopacidade de 3,97 mm de Al (>3 mm de Al, ISO 6876), tempo de presa de 8,27 min, pH 11,5 (28 dias) e possível deposição de apatita carbonática. A hemólise foi insignificante (<1%) e a viabilidade celular excedeu 70% em todas as concentrações. O Nb_2O_5 surge como um radiopacificador superior, permitindo biocimentos à base de C_3S nanométrico de alta pureza para reparos periapicais e regeneração endodôntica.

Referências e Agradecimentos

G.A. de Abreu Betinelli, A.B. Vassen, F. Raupp-Pereira, O.R.K. Montedo, M.J. Ribeiro, T.B. Wermuth, S. Arcaro, Development of a tricalcium silicate-based endodontic repair cement with ZnO: Evaluation of radiopacity, setting behavior, and cytotoxicity, Ceram. Int. (2025). https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2025.05.370[1]; G.A. de Abreu Betinelli, H.B. Modolon, T.B. Wermuth, F. Raupp-Pereira, O.R. Klegues Montedo, A.B. Vassen, K.B. Demétrio, S. Arcaro, Combustion synthesis of nanostructured calcium silicates: A new approach to develop bioceramic cements in endodontics, Ceram. Int. (2023). https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.11.1913[2]; A.V. Bernardi, F. Raupp-Pereira, N.M. Possolli, S. Arcaro, O.R.K. Montedo, Evolution of tricalcium silicate crystalline phase by differential scanning calorimetry for the development of endodontic calcium silicate-based cements, J. Therm. Anal. Calorim. 147 (2022) 2083–2090. https://doi.org/10.1007/s10973-021-10581-0[3].