



## II CONPESQ Congresso de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

# SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO POR DRX DO BIOVIDRO



**Alessandra de Sousa Lima<sup>1</sup>**

Não Preencher  
Informar filiação, e-mail e financiamento  
obrigatoriamente nos metadados

**Julie Anne Pereira Cavalcante<sup>2</sup>**

Não Preencher  
Informar filiação, e-mail e financiamento  
obrigatoriamente nos metadados

**Francisca Maria Martins Pereira<sup>3</sup>**

Não Preencher  
Informar filiação, e-mail e financiamento  
obrigatoriamente nos metadados

## RESUMO

Os biomateriais são usados em dispositivos médicos, sobretudo naqueles que são temporárias ou permanentemente implantados no corpo humano. O critério de seleção de biomateriais é baseado principalmente na aplicação a que se destinam e estes materiais devem ser isentos de produzir qualquer resposta biológica adversa local ou sistêmica, ou seja: o material deve ser não tóxico, não carcinogênico, não antigênico e não mutagênico. Os biovidros começaram a ser desenvolvidos em 1969 por Larry Hench e colaboradores com o intuito de melhorar a resposta do corpo humano aos implantes ósseos. Ganhou grande repercussão devido à compatibilidade química com os componentes ósseos e a capacidade de formar hidroxiapatita, componente presente de ossos e dentes. O biovidro baseado no sistema  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  foi sintetizado pelo método sol-gel, utilizando o metassilicato de sódio como principal precursor de sílica. O gel obtido foi submetido ao processo de envelhecimento, seco em estufa e tratado termicamente de 200° a 1000 °C. O pó cerâmico obtido foi caracterizado por difração de raios-x (DRX). O padrão de DRX mostrou um aumento de cristalização no material, apresentando picos característicos da fase combeíta ( $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ ). O processo de síntese pelo método sol-gel usando o metassilicato de sódio como precursor para sílica, mostrou-se satisfatório para obtenção do biovidro.

1 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

2 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

3 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

**Palavras-chaves:** Biomateriais. Biovidros. Caracterização. Bioatividade.

## 1 INTRODUÇÃO

A perda de um órgão ou de uma parte do corpo gera, além da perda da função, transtornos sociais e psicológicos. Os avanços alcançados na área da Saúde têm possibilitado o desenvolvimento de técnicas que buscam reestabelecer as funções parciais ou totais do órgão ou do tecido que sofreu algum tipo de mutilação ou foi acometida por alguma doença (SILVA, 2006). Dentre estas técnicas, a que apresenta maior versatilidade e possibilidades de desenvolvimento é a que oferece aos pacientes implantes constituídos por biomateriais (ORÉFICE, 2005). Isso tem resultado no desenvolvimento de implantes de diversos tipos e com diferentes formatos.

Os biovidros, foco desse estudo, faz parte do grupo das biocerâmicas que, por sua vez, é uma subclassificação do grupo dos biomateriais.

O uso dos vidros bioativos teve início com o desenvolvimento inovador do *Bioglass 45S5* por Larry Hench, em 1969. Constituído por um sistema quaternário do tipo  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ , sendo ainda considerado o modelo-base para os biovidros (RODRIGUES, 2013). A principal característica diferenciadora deste material biocompatível é a sua capacidade para promover rápida e durável ligação química, através da interface apatítica, com o tecido ósseo, o que lhe valeu a designação de vidro bioativo (HENCH e BEST, 2013; JONES, 2013).

O desenvolvimento de vidros do sistema  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  tem recebido crescente atenção, devido a sua apropriada aplicação médica. O *Bioglass 45S5* é considerado um material não citotóxico e, além disso, é considerado um material bioativo, ou seja, além de não lesar as células induz a regeneração do tecido ósseo. A ligação formada entre o biovidro implantado e o tecido ósseo evita o afrouxamento, que é um problema comum em outros implantes. A ligação do material implantado com o tecido ocorre a partir da formação de uma camada de fosfato de cálcio biologicamente ativo (hidroxiapatita) sobre a superfície do implante, por meio de reações de troca iônica, de dissolução e precipitação (ANGELOPOULOU *et al.*, 2008).

## 2 OBJETIVOS

Sintetizar e caracterizar o biovidro baseado no sistema  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  por difração de raios-X (DRX).

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 REAGENTES

Os reagentes utilizados como precursores para síntese do biovidro foram metassilicato de sódio pentahidratado ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), pentóxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), nitrato de cálcio tetra hidratado ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e etanol.

### 3.2 SÍNTESE DO BIOVIDRO

O biovidro baseado no sistema do *Bioglass 45S5* foi sintetizado pelo método sol-gel tendo o silicato de sódio como o precursor de sílica e, sendo assim, o principal componente.

Em um béquer contendo 15 mL de água deionizada e sob agitação magnética, adicionou-se 5 g do silicato de sódio, 2,5 mL de etanol, a mistura foi mantida sob agitação até ficar transparente. Em seguida, gotejou-se solução de ácido nítrico 2M (molar), por mais 1 hora, para a hidrólise completa da solução. Após esse tempo, adicionou-se 0,5 g de pentóxido de fósforo e 4,1 g de nitrato de cálcio deixando sob agitação por 45 minutos, após a adição de

cada um dos reagentes para que ocorre a reação antes que o segundo reagente fosse colocado. Por fim, a mistura foi deixada sob agitação por mais 1 hora.

O gel obtido no processo foi levado para envelhecer por 5 dias em temperatura ambiente e, logo após, levado para a estufa onde ficou por 72 horas a 60°C. Após o período na estufa, o pó obtido foi submetido a tratamentos térmicos nas seguintes condições: 200°C por 40 horas, 600°C por 5 horas, 800°C por 3 horas e 1000°C por 2 horas. As taxas de aquecimento utilizadas foram 10°C/min para as temperaturas 200 e 600°C e 9°C/min para as temperaturas 800 e 1000°C.

### 3.3 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

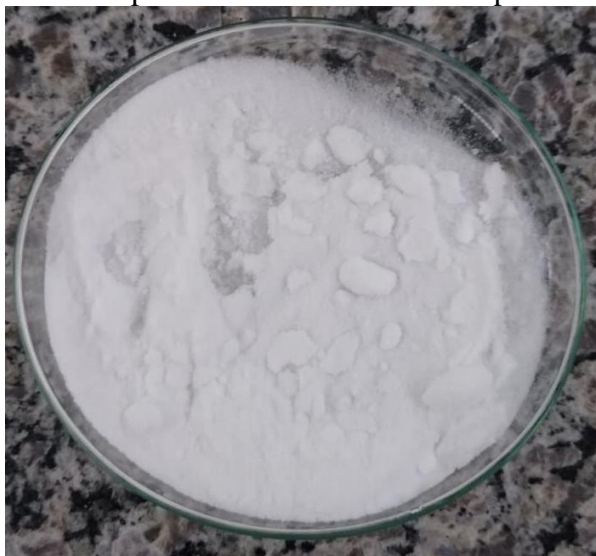
A análise foi realizada através do difratômetro para amostras policristalinas modelo XPert Pro MPD, de marca Panalytical, no Laboratório de Raios X da Universidade Federal do Ceará. Para a identificação das fases cristalinas foi utilizado programa X'Pert Highscore Plus.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SÍNTESE DO BIOVIDRO

A Figura 1 mostra o pó obtido após passar por cinco dias de envelhecimento em temperatura ambiente e três dias na estufa a uma temperatura de 60°C.

**Figura 1-** Pó vítreo obtido após 72h na estufa a uma temperatura de 60°C

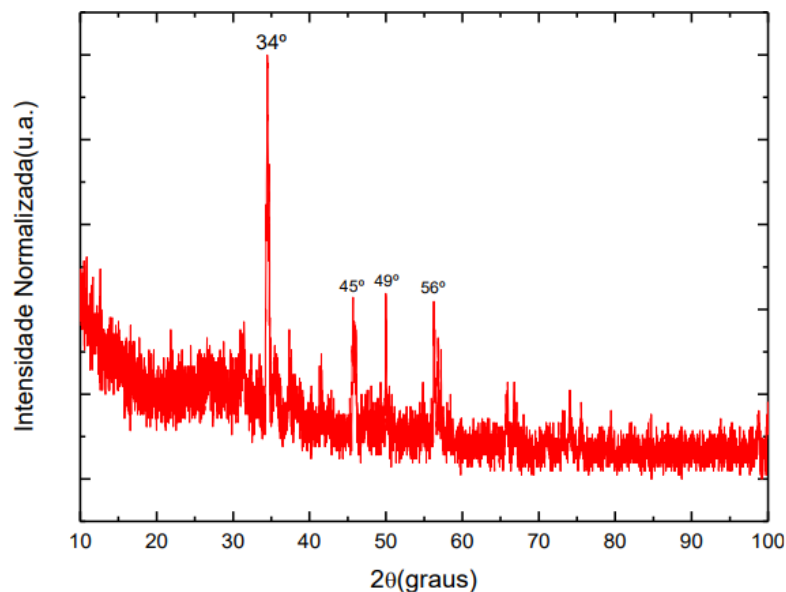


Fonte: Própria

### 4.2 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

A Figura 2 mostra o padrão de DRX do pó vítreo sem tratamento térmico. Como pode ser observado no difratograma, tanto a localização angular quanto a intensidade dos picos foram boas em relação aos padrões (PDF n° 028828) e (PDF n° 071396), indicando a presença da fase cristalina referente à possível interação entre os compostos, nitrato de sódio ( $\text{NaNO}_3$ ) e óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), respectivamente.

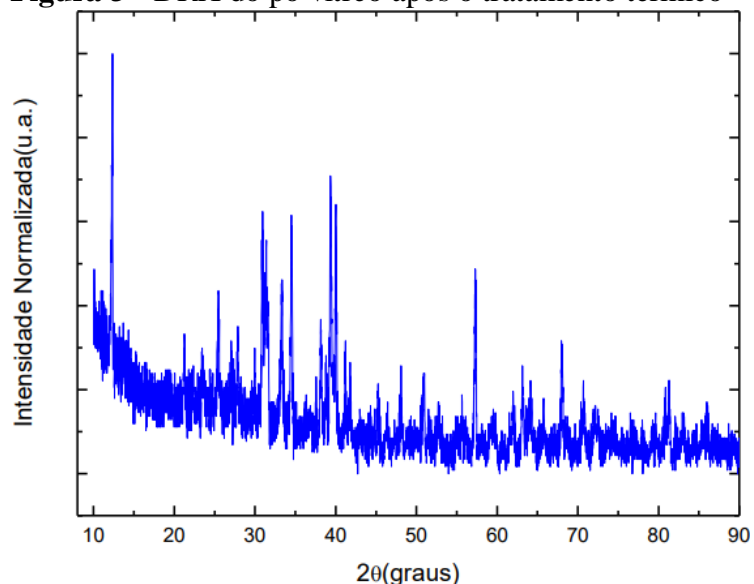
**Figura 2** - DRX do pó vítreo antes do tratamento térmico



Fonte: Própria.

A Figura 3 mostra o padrão de DRX do pó vítreo após o tratamento térmico, em diferentes temperaturas, de 200 a 1000°C. Como pode ser visto, ocorreu um aumento no grau de cristalização do material, demonstrado por picos mais definidos, e que correspondem à fase combeíta ( $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ ), confirmados com o padrão PDF n° 062826, e que é utilizada como material bioativo em cimento ósseo.

**Figura 3** - DRX do pó vítreo após o tratamento térmico



Fonte: Própria.

É importante ressaltar que, de acordo com Santos (2016), essa fase encontrada não inibe a bioatividade dos biovidros e é possível propor que o método sol-gel gera, de fato, condições adequadas para a cristalização, mesmo durante a formação inicial do biovidro, ainda sem contato com fluidos biológicos.

## 5 CONCLUSÃO

O processo de síntese pelo método sol-gel usando o metassilicato de sódio como precursor para sílica se mostrou satisfatório para a obtenção do pó precursor para o biovidro. Após os tratamentos térmicos, através de caracterização por DRX e análises feitas comparando com resultados presentes na bibliografia e com bancos de dados, pode-se concluir que o vidro obtido satisfaz as expectativas, apesar de conter erros, como a contaminação de zinco pelo cadinho.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores Dra. Edvânia Teófilo e Dr. Thiago Miele, pela ajuda nas compras dos reagentes essenciais para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Universidade Federal do Cariri/PRPI pela bolsa concedida.

## REFERÊNCIAS

ANGELOPOULOU, A.; MONTOUILLOUT, V.; MASSIOT, D.; KORDAS, G. Study of the alkaline environment in mixed alkali compositions by multiple-quantum magic angle nuclear magnetic resonance (MQ-MAS NMR). *Journal Non-Crystalline Solids.*, v. 354, n. 2-9, 333-340, 2008.

HENCH, L. L.; BEST, S. M. *Biomaterials Science: An introduction to Materials in Medicine*. Ratner, B. D.; Hoffman, A. S.; Schoen, f. J.; Lemons, J. E., eds.; Academic Press: Oxford, caps. 1,2,4. Ceramics, Glasses, and Glass-Ceramics: Basic Principles. 2013.

JONES, J. R. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia*. v. 9, n. 1, 4457-4486, 2013

ORÉFICE, R. L. *Biomateriais e Biocompatibilidade*. In: F. ORÉFICE (org.), Uveíte: Clínica e Cirúrgica: Texto & Atlas. 2ª ed., Rio de Janeiro, vol. 2, p. 1317-1351. 2005.

RODRIGUES, L. B. Aplicações de biomateriais em ortopedia. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 9 (2): 63-76, 2013.

SANTOS, S. C. **Formação de nanocristais de hidroxiapatita durante a síntese de um biovidro quaternário do tipo  $\text{SiO}_2\text{Na}_2\text{O.CAO.P}_2\text{O}_5$  via sol-gel.** *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil, 2016.

SILVA, M. H. P. **Apostila de biomateriais.** 2006. Disponível em <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EME715/Artigos%20para%20Semin%C3%A1rio/Aquis%20implantes/ApostilaBiomateriais.pdf>>.