



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Obtenção e caracterização de fosfato de cálcio nanoestruturado proveniente de matéria-prima natural para uso como biomateriais

Obtainment and characterization of nanostructured calcium phosphate from natural raw materials for use as biomaterials

Lara Vitória da Costa Marques*, Daniel de Oliveira Mesquita[†], Rozane de Fátima Turchiello Gomez[‡]

RESUMO

Desde os primórdios da humanidade, o homem vem tentando substituir partes do corpo de forma satisfatória e segura. Com o passar das eras, o conceito e o foco de pesquisas de biomateriais sofreram alterações e atualmente é tido como qualquer componente que entra em contato com fluidos orgânicos. Um biomaterial pode ser sintético ou natural, após entrar em contato com o tecido vivo ele é capaz de atuar como substituto parcial ou total de tecidos danificados, ou também realizar apenas reparos. Possuindo um grande potencial como biomaterial, o fosfato de cálcio é um constituinte do osso humano. Devido a esta biocompatibilidade, este composto é utilizado por vários profissionais da saúde quando se almeja o crescimento do tecido ósseo com baixa probabilidade de rejeição pelo hospedeiro. O presente trabalho tem como foco principal a obtenção e caracterização de fosfato de cálcio a partir de uma matéria prima economicamente viável, sendo escolhida para esta pesquisa a casca de ovo galináceo.

Palavras-chave: Biomateriais, hidroxiapatita, casca de ovo.

ABSTRACT

Since the dawn of humanity, man has been trying to replace body parts satisfactorily and safely. Over the ages, the concept and focus of biomaterials research have changed and are currently regarded as any component that comes into contact with body fluids. A biomaterial can be synthetic or natural, after coming into contact with living tissue it can act as a partial or total substitute for damaged tissue, or also perform repairs only. Possessing great potential as a biomaterial, calcium phosphate is a constituent of human bone. Due to this biocompatibility, this compound is used by several health professionals when bone tissue growth with a low probability of rejection by the host is aimed at. The present work has as main focus the obtainment and characterization of calcium phosphate from an economically viable raw material, being chosen for this research the chicken eggshell.

Keywords: Biomaterials, hydroxyapatite, eggshell.

1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo os biomateriais são utilizados para tentar substituir o tecido vivo. Apesar de parecer um tanto inovador, a ideia de sua utilização se dá desde os tempos mais remotos e é tão antiga quanto o próprio homem. São inúmeros os relatos e registros de substituir partes humanas (TRINDADE, 2019). Com o passar dos anos, a ideia de substituir o tecido vivo tem evoluído através do avanço tecnológico, com o intuito de

* Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; laramarques@alunos.utfpr.edu.br

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; turchiel@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; danielmesquita@alunos.utfpr.edu.br



proteicas, incluindo cristais de carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, fosfato de cálcio e substâncias orgânicas. Sendo que o maior constituinte da casca de ovo galináceo é o carbonato de cálcio, o qual é um cristal hexagonal que ocorre em forma de calcita, com baixa solubilidade em água, com cerca de 13 mg/L (NEVES, 1998).

A utilização da casca de ovo galináceo como fonte natural possui fatores bem interessantes e positivos. O Brasil gera uma grande quantidade de resíduo sólido, dentre os materiais descartados no país, temos grandes quantidades de casca de ovo, aproximadamente 172.000 toneladas (DIAS, 2021) e o destino final deste resíduo sólido é complexo e caro, sendo assim o seu reuso seria uma opção para diminuir a quantidade de descarte desse resíduo. Além de diminuir o problema da poluição quanto ao descarte diretamente no meio ambiente, o reuso como uma fonte alternativa de CaCO_3 também contribui para diminuir o impacto sobre as reservas de rochas calcárias que é uma fonte natural e não renovável. A casca de ovo é equivalente a 10% do peso do ovo, estima-se que, por ano, 7,2 milhões de toneladas de casca de ovo são descartadas no mundo (CARDOSO, 2017).

Para a obtenção do fosfato de cálcio é necessário um protocolo a seguir para que se alcance o objetivo. Foram feitas diversas pesquisas a fim de entender a metodologia desses protocolos. Essas pesquisas serão descritas a seguir baseadas em dois experimentos da literatura, como no trabalho de Corrêa (2015). Neste trabalho foi possível analisar a metodologia do protocolo utilizado, o seu objetivo principal foi sintetizar e caracterizar biocimento a base de fosfato de cálcio a partir do CaCO_3 presente no resíduo de casca de ovo galináceo por ataque ácido através de via úmida com HNO_3 e Na_2HPO_4 .

Outro protocolo pesquisado foi o de precipitação úmida para sintetizar os fosfatos utilizando a casca de ovo de avestruz como fonte natural, esse protocolo está descrito no trabalho de Caliman (2017). A precipitação química via úmida utilizada no trabalho visando a síntese de HAP ocorre através de uma reação ácido-base.

2 MÉTODO

Após o entendimento dos protocolos descritos, foi possível estruturar um protocolo de metodologia para o desenvolvimento prático da iniciação científica proposta. A matéria-prima utilizada, após análise de pesquisas será a casca de ovo galináceo, devido a sua camada calcária ser constituída por uma rede de fibras proteicas que inclui o fosfato de cálcio e cristais de carbonato de cálcio e também levando em consideração o baixo custo em relação a outras matérias primas. As cascas de ovo galináceo estão no dia a dia de muitas famílias, e são descartadas sem nenhum fim produtivo, podendo assim serem utilizadas de forma a contribuir ao descarte adequado e a linha de pesquisa. A metodologia utilizada para o presente trabalho seguiu os dois protocolos descritos na introdução e cada etapa está descrita abaixo.

2.1 Casca de ovo galináceo

As cascas de ovos foram lavadas e deixadas de molho em água quente para a retirada da película por aproximadamente 30 min. Após a retirada da película, as cascas foram para a etapa de secagem (estufa) e em sequência seguiram para a trituração e peneiração. A partir da etapa de peneiração temos a obtenção do pó da COG (casca de ovo galináceo).

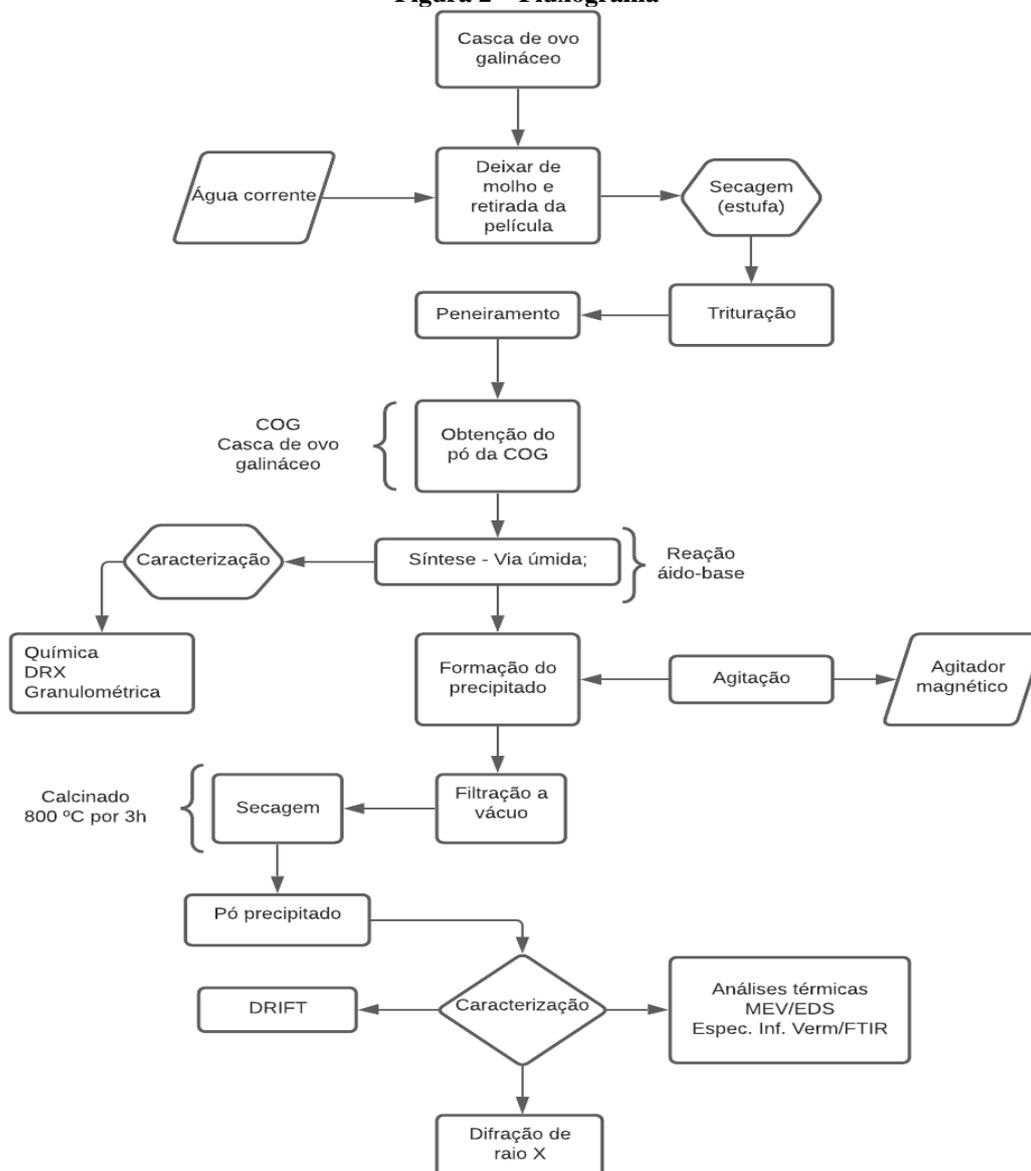
2.2 Precipitação por via úmida

Como não foi possível a realização das etapas de forma presencial, foi feita uma revisão bibliográfica a fim de obter o melhor protocolo. Abaixo segue a descrição do protocolo escolhido (precipitação via úmida) e

as técnicas de caracterização a serem utilizadas serão as que estão especificadas no fluxograma que está ilustrado na Figura 2.

A precipitação química por via úmida visando a síntese de HAP ocorrerá através de uma reação ácido-base, a qual será realizada por agitação e aquecida a 40 °C a suspensão de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, enquanto 30 mL de uma solução 2M de ácido ortofosfórico serão adicionados, gota por gota (1 mL/min). Essas quantidades resultarão em 1,67 fosfato de relação Ca/P. O valor de pH será mantido em 10 por adicionar uma pequena alíquota de NH_4 . O precipitado resultante será vigorosamente agitado (agitador magnético) e aquecido (40 °C) durante 24 h. Após a filtração a vácuo e secagem (100 °C/24h), será calcinado em 800 °C durante 3 h. O pó (precipitado) vai ser caracterizado usando medições de área de superfície específica e por difração de raios-X. As imagens dos pós serão obtidas pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MeV). A distribuição do tamanho de partícula será determinada por um analisador de difração a laser após a preparação de ultrassom.

Figura 2 – Fluxograma



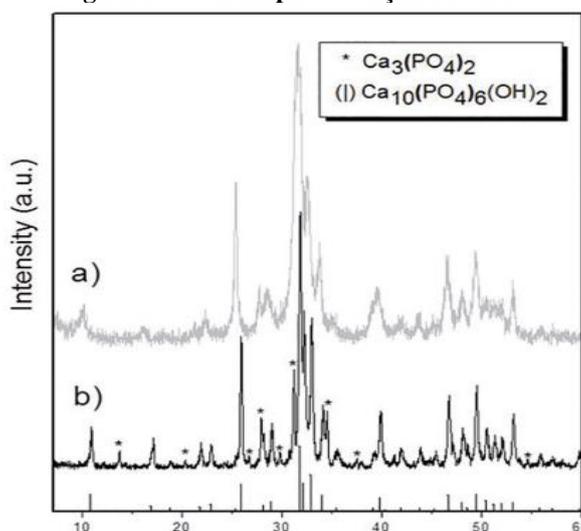
Fonte: Autoria própria (2021)

3 RESULTADOS

Esperava-se que ao final de todo o processo fosse obtido o fosfato de cálcio, com a finalidade de utilizá-lo como um biomaterial. Destacando ainda sua fonte natural de casca de ovo galináceo, com baixo custo e características compatíveis para a obtenção do produto final. É importante ressaltar que as etapas, exclusivamente experimentais acima descritas, as quais trazem consigo a parte prática laboratorial não foram realizadas por motivos alheios à nossa vontade. Devido ao fechamento e suspensão das atividades da UTFPR no dia 16 de março de 2020 até o presente momento, devido a declaração de pandemia pela COVID-19, não sendo possível colocar em prática, o que prejudicou em parte o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa.

Assim sendo, foram analisados resultados obtidos através do estudo de experimentos da literatura. Como o experimento descrito abaixo da precipitação por via úmida para sintetizar os fosfatos utilizando a casca de ovo de avestruz como fonte natural (CALIMAN, 2017). Os resultados obtidos se iniciam com o pó final seco obtido por precipitação que foi analisado por Difração de Raio-X e os padrões combinados com HA. Nenhuma outra fase foi observada como no espectro a) da figura abaixo. No entanto, duas diferenças principais foram notadas após calcinação no espectro b) da figura abaixo: aumento da cristalinidade (os picos tornaram-se mais longo e mais fino), e uma aparição de segunda fase, identificada como Fosfato Tricálcico β , o aparecimento desta fase indica que o precipitado do pó era uma hidroxiapatita deficiente em cálcio (d-HA). A obtenção de um HA deficiente em cálcio é uma característica comum da precipitação química úmida, mesmo em condições ideais. Segue abaixo a Figura 3 que mostra a análise por Difração de Raio-X do pó calcinado.

Figura 3 – Análise por Difração de Raio-X



Fonte: Caliman, et. al. (2017)

O pó bifásico obtido tem potencial importância para aplicações biomédicas que combinam os diferentes comportamentos desses materiais quando em contato com tecido orgânico. Especificamente, a HA e o β -TCP são os principais constituintes de um material biomédico amplamente utilizado chamado Fosfato de Cálcio Bifásico (BCP).



4 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, acredita-se que a linha de pesquisa relatada é viável tanto economicamente quanto ecologicamente, por se tratar da utilização de uma matéria prima de fonte renovável. A casca do ovo trará os resultados para a pesquisa e ao mesmo tempo a diminuição de seu descarte de forma inadequada.

Contudo, esperava-se poder concluir de forma prática tal pesquisa, entretanto não foi possível a sua realização, por isso os resultados relatados são puramente teóricos, o que não diminui o seu valor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço: À UTFPR, à Profa. Rozane de Fátima Turchiello Gomez por toda a orientação durante este ano de pesquisa. Ao Daniel de Oliveira Mesquita pela ajuda na elaboração do presente trabalho. Aos meus pais pelo apoio durante este período e a Deus por tudo.

REFERÊNCIAS

- CALIMAN, L. B. *et al.* Ostrich eggshell as an alternative source of calcium ions for biomaterials synthesis. **Mat Res**, 20 (2), 413-417, 2017.
- CARDOSO, C. **Valorização de resíduos de casca de ovo galináceo na obtenção de titanato de cálcio.** 2017. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.
- CORRÊA, T. H. A. **Obtenção de biocimento a base de fosfato de cálcio nanoestruturado a partir de casca de ovo galináceo.** 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.
- DIAS, F. L. *et al.* Avaliação dos efeitos nas propriedades técnicas da utilização de resíduo de casca de ovo em blocos de pavimentação. **Brazilian Journal of Development**, 7 (6), 58314-58343, 2021.
- MAAWI, S. A. *et al.* The biomaterial-induced cellular reaction allows a novel classification system regardless of the biomaterials origin, **J Oral Implantol**, 46 (3), 190-207, 2020.
- NEVES, M. A. **Alternativas para valorização da casca de ovo como complemento alimentar e em implantes ósseos.** 1998. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1998.
- PIRES, A. L. R. *et al.* Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. **Química Nova**, 38 (7), 957-971, 2015.
- STRUTYNSKA, N. *et al.* New nanostructured apatite-type (Na⁺, Zn²⁺, CO₃²⁻) doped calcium phosphates: Preparation, mechanical properties and antibacterial activity, **J Mol Struct**, 1222, 2020.
- TRINDADE, R. C. R. **Avaliação da hidroxiapatita sintética como substituto ósseo em associação com membrana biológica em defeitos críticos em fíbula de ratos Wistar.** 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2019.
- ZANELATO, C. B. *et al.* Development of biphasic bone cement obtained from chicken eggshell, **J Mater Res Technol**, 9 (4), 7297-7304, 2020.