



## OBTENÇÃO DE TITÂNIO COM SUPERFÍCIE BIOATIVA A PARTIR DE MODIFICAÇÃO QUÍMICA COM ESTRÔNCIO E MAGNÉSIO

F. V. De Almeida<sup>1\*</sup>, M. W. Darold<sup>1</sup>, A. C. Mattioni<sup>1</sup>, P. M. Wurzel<sup>1</sup>, L. A. L. Dos Santos.<sup>2</sup>, L. F. Rodrigues JR.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenharia Biomédica; Universidade Franciscana - UFN, Santa Maria, Brasil

<sup>2</sup>LABIOMAT - PPGE3M - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, Brasil

\*fernanda.vargas@unifra.edu.br

**Introdução.** O titânio é amplamente utilizado na área da saúde para confecção de próteses. Ele é fundamental nesse âmbito pois, além de ser um material de boa resistência mecânica e baixa densidade, é biocompatível. Contudo, não apresenta características de bioatividade na formação do tecido ósseo. Para que apresente bioatividade e auxilie a formação da apatita junto ao osso, alguns processos químicos podem ser efetuados em sua superfície. Estudos indicam que alguns elementos presentes no corpo humano possuem efeitos anabolizantes no metabolismo ósseo, o estrôncio (Sr) e o magnésio (Mg) são alguns dos elementos apontados (10.1016/j.actbio.2017.09.019). O Sr é capaz de controlar a atividade biológica de células ósseas atuando na reabsorção óssea e na diferenciação dos osteoblastos (10.4047/jap.2013.5.4.402) e o Mg envolve-se no metabolismo ósseo desempenhando um papel fisiológico na angiogênese, crescimento e mineralização do tecido ósseo (10.1016/j.biomaterials.2011.01.004). Tendo em vista as características do Sr e do Mg, a intenção do trabalho é avaliar o comportamento da superfície de titânio tratada com cloreto de estrôncio (SrCl<sub>2</sub>) e cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>). Também visa analisar a bioatividade pela precipitação de apatita em solução de SBF.

**Materiais e métodos.** Foram usadas peças de titânio comercialmente puro (TiCP) com 15 x 10 x 3 mm. As peças foram lixadas com lixas de granulometria 120, 220, 320, 400 e 600, polidas com suspensão de alumina 1µm e limpas, por 15 min., em ultrassom com acetona e água destilada. Após, as mesmas foram colocadas em uma solução de NaOH 5 M por 24h a 60 °C e, posteriormente aquecidas a 600 °C (NaOH-600) à taxa de 5 °C/min, sendo mantidas por 1h e resfriadas naturalmente. Algumas amostras foram separadas para um novo banho térmico de 60 °C por 24h divididas em uma solução de SrCl<sub>2</sub> 5 M (NaOH-SrCl<sub>2</sub>) e outras em uma solução de MgCl<sub>2</sub> 5 M (NaOH-MgCl<sub>2</sub>). Depois de retiradas das soluções e lavadas com água destilada, foram novamente sujeitas a aquecimento de 600 °C, nos mesmos parâmetros citados anteriormente. As amostras tratadas química e termicamente foram postas em SBF (10 mL por amostra) durante 3 e 7 dias a temperatura de 37°C e a solução foi trocada a cada 48h. A morfologia e a composição química da superfície das amostras foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), fazendo uso de um microscópio Zeiss Auriga com coluna de elétrons do tipo Field Emission Gun (FEG) e com um detector de raios-x característico (EDS). A difração de raios-X (DRX) foi usada para caracterizar as fases cristalinas e foi usado um difratômetro Bruker, modelo DR2 PHASER.

**Resultados.** O DRX da amostra somente banhada com NaOH apresentou a formação de fases de anatase (ICDD:00-021-1272), rutilo (ICDD:01-070-7347), Na<sub>2</sub>(TiO<sub>2</sub>) (ICDD:01-080-6124) e uma região amorfa na faixa de 2θ= 15-30°. No difratograma da amostra NaOH-600 foram observadas as mesmas fases, porém houve uma redução da região amorfa. A amostra NaOH-MgCl<sub>2</sub> apresentou



TiO<sub>2</sub> e MgTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (ICDD:00-016-0215) e a amostra NaOH-SrCl<sub>2</sub> mostrou TiO<sub>2</sub> e Sr<sub>3</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (ICDD:00-011-0663). As micrografias de MEV de todas as amostras tratadas quimicamente e termicamente, antes da imersão em SBF, apresentaram uma morfologia superficial semelhante a uma rede. No caso da amostra tratada com NaOH-SrCl<sub>2</sub> o filme formado apresentou uma estrutura mais fechada que as demais. Após 3 dias de imersão no SBF, a superfície da amostra com NaOH apresentou grande precipitação de cálcio, porém conforme análise de EDS, não possui vestígios de fosfatos, característicos da formação de apatita. No caso da amostra NaOH-SrCl<sub>2</sub>, houve a dissolução do filme observado antes da imersão em SBF e alguns pontos de aglomerados que podem ser o início da formação de apatita. Para a amostra de NaOH-MgCl<sub>2</sub> foi observado a formação de apatita, porém foi observado pontos de delaminação do filme da superfície. As análises de MEV após 7 dias de imersão em SBF mostram que a formação de apatita em NaOH-600 e NaOH-MgCl<sub>2</sub> foi semelhante. Para a amostra NaOH-SrCl<sub>2</sub> houve o aumento dos núcleos de precipitação de apatita após ter decorrido 7 dias de imersão em SBF, contudo foi observado a delaminação do filme, semelhante à NaOH-MgCl<sub>2</sub>, após 3 dias no SBF.

**Discussão e Conclusão.** A partir dos resultados de EDS é possível observar que a maior precipitação de Ca na amostra tratada em solução de NaOH, após três dias de imersão no SBF, em função da presença de titanato de sódio na amostra e maior percentual de lixiviação dos íons Na e troca com o íon Ca da solução. A estrutura porosa identificada pela microscopia eletrônica é justificada por Kokubo et al (10.1002/(SICI)1097-4636(199611)32:3<AID-JBM14>3.0.CO;2-B) que, quando o titânio é imerso em solução de NaOH há dissolução de camada de óxido permitindo a corrosão e formação de grandes poros na superfície do material, seguida de incorporação dos íons sódio aos íons HTiO<sub>3</sub>, a se formar titanato de sódio (Na<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub>). Conforme o observado por Yamaguchi, as amostras NaOH-MgCl<sub>2</sub> apresentaram maior nucleação de apatita comparados com os outros tratamentos (10.1039/c3ra00054k). Porém, houve uma delaminação do filme. Já as peças mergulhadas em NaOH-SrCl<sub>2</sub> apresentam formação de pequenos núcleos de apatita e um filme poroso após três dias no SBF, esse resultado é diferente do observado por Yamaguchi (10.4028/www.scientific.net/KEM.587.269). Conforme o que foi apresentado nos resultados as fases anatase e rutilo estão presentes em função da baixa temperatura do tratamento térmico, pois a fase anatase é estável até a temperatura de 800°C (/doi.org/10.1016/j.polymerdegradstab.2018.02.008). Para trabalhos futuros, planeja-se fazer a análise da superfície das amostras após imersão em SBF por difração de raios-x, o estudo celular para a verificar a citotoxicidade e novos testes mudando a rampa de aquecimento e resfriamento do tratamento térmico com novas amostras.

**Agradecimentos.** Universidades Franciscana pela disposição dos materiais e espaços disponibilizados.

**Palavras-chave.** Titânio; Bioatividade; Apatita; Magnésio; Estrôncio.