

## MODIFICAÇÃO DA SUPERFÍCIE DA LIGA Ti-6Al-4V PELO LASER Nd:YAG E RECOBRIMENTO PELO MÉTODO BIOMIMÉTICO.

Juliana Savioli, Antonio Carlos Guastaldi, Edson de Almeida Filho.– Química – Departamento de Físico-Química – Instituto de Química – Campus de Araraquara.

A área de biomateriais é caracterizada como a ciência interdisciplinar que envolve o estudo do desenvolvimento de materiais destinados a sanar problemas nas áreas de saúde, empregando-se pesquisa básica, aplicação de tecnologia avançada, considerações éticas e envolvimento da indústria. A pesquisa é relativamente nova e de rápida evolução. Isto é refletido no crescente número de novas aplicações incluindo próteses articulares, implantes dental e ortopédico, enxerto vascular, lentes intra-oculares, implantes ativos como marca-passos, biosensores, dispositivos de diagnóstico, sistemas de liberação de fármacos e sistemas de apoio à vida como equipamentos de diálise. Os implantes denominados “osseointegrados” de titânio e suas ligas receberam nas últimas três décadas um acentuado aprimoramento tecnológico com o objetivo de melhorar as características biológicas e mecânicas do processo de osseointegração, que pode ser definido como: a conexão direta entre o osso neoformado e a superfície de um implante, sem a interposição de tecido fibroso. Para acontecer o fenômeno da osseointegração devem ser corretamente seguidos os passos de protocolo cirúrgico em ambiente asséptico, além de utilizar-se de um sistema de implante que possua um acoplamento adequado do conjunto implante/prótese. Atualmente deve ser levado em consideração o tipo de modificação superficial do implante utilizado e neste sentido os implantes com superfícies rugosas apresentam diminuição no tempo de reparo ósseo, maior estabilidade primária e melhor contato ósseo. Comparando-se aos vários processos existentes, tais como: processos mecânicos (usinagem e jateamento com abrasivos), químicos (ataque ácido e apassivação) e térmicos (plasma-spray), a modificação de superfície obtida pela incidência de feixes de laser, reúne as características equivalentes sem deixar vestígio de contaminação por ser um processo limpo, reproduzível e possibilitar um maior controle das variáveis de interesse [1].

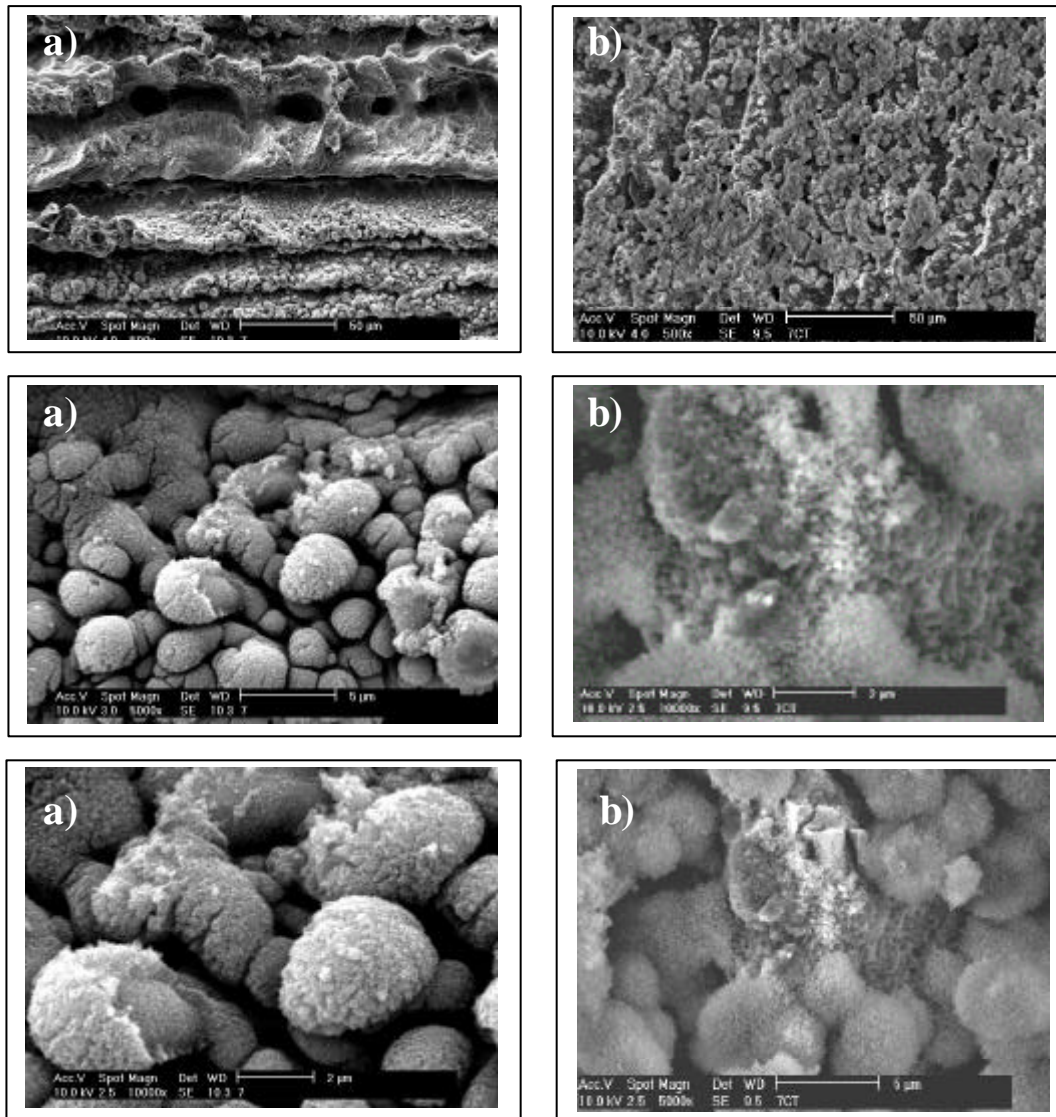
As amostras da liga utilizadas nesse trabalho tiveram suas superfícies irradiadas com o laser Nd:YAG. Antes da caracterização os substratos foram lavados em álcool, acetona e água deionizada durante 10 minutos no ultrassom a fim de retirar as impurezas adquiridas no momento da irradiação pelo feixe de laser. Posterior a limpeza as amostras foram submetidas em 50 mL de uma solução de NaOH (5,0 Mol/L) na estufa por um período de 24 horas a 60 °C, com o objetivo de formar conjuntamente com a superfície de titânio e sua camada de óxido uma superfície de titanato de sódio ( $\text{Na}_2\text{TiO}_3$ ) que induz a formação de apatitas sobre essa superfície. Após a solução alcalina as amostras foram lavadas com água destilada por 10 minutos no ultrassom, isto para fazer a total remoção do NaOH da superfície e não contaminar as soluções seguintes. Posterior a lavagem das amostras, estas foram imersas em 70 mL de uma solução de silicato de sódio, onde permaneceram na estufa por 24 horas a uma temperatura de 37 °C, após serem submetidas à solução de silicato, essas foram recobertas pelo processo biomimético, onde foram imersas em 70 mL de solução 1,5 SBF, pH 7,25, e foram mantidas na estufa durante 7 dias a 37 °C, tabela 1, a solução SBF foi trocada a cada 24 horas para se manter a quantidade de íons em solução.

**Tabela 1:** Concentrações iônicas das soluções utilizadas para o recobrimento de HA ( $\text{mmol.dm}^{-3}$ )

	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{HCO}_3^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$
<b>Plasma Sanguíneo</b>	142,0	5,0	2,5	1,5	27,0	103,0	1,0	0,5
<b>SBF</b>	142,0	5,0	2,5	1,5	4,2	148,0	1,0	0,5
<b>1,5 SBF</b>	213,0	7,5	3,8	2,3	6,3	223,0	1,5	0,75

Passado o período de recobrimento das amostras, essas foram submetidas a um tratamento térmico de 600 °C por um período de 1 hora. Os substratos foram caracterizados antes e após o recobrimento por Microscopia Eletrônica de Varredura e Difratometria de Raios X.

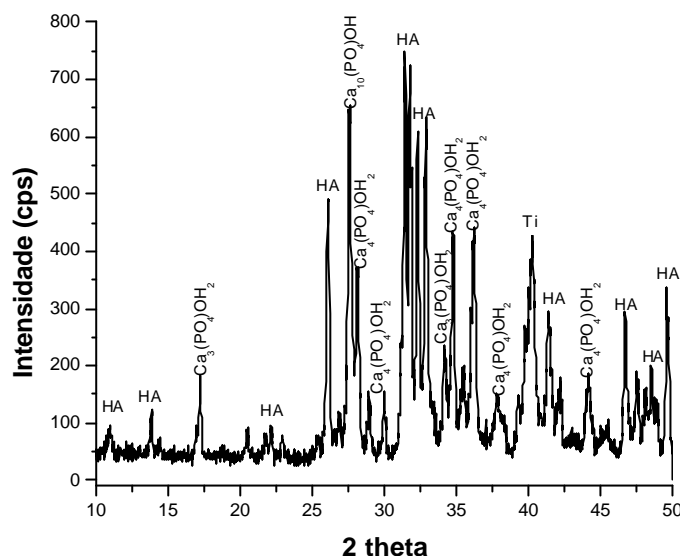
A seguir as micrografias da figura mostram as superfícies da amostra trabalhada apresentando a superfície da liga irradiada com feixe de laser e após com o recobrimento da mesma com HA.



**Figura 1:** Microscopia eletrônica de varredura da superfície da liga Ti-6Al-4V modificada pelo feixe de laser Nd:YAG, a) antes e b) após o recobrimento com HA.(aumentos: 500 X, 5000 X e 10000 X).

Observando-se as micrografias irradiadas e recobertas, verifica-se uma grande diferença na morfologia destas superfícies. Analisando-se as micrografias no aumento de 500 X visualiza-se melhor a diferença entre as superfícies modificadas por laser e após o recobrimento, observando-se esferas de HA. As micrografias das amostras revelam a efetividade do processo biomimético, constatando-se que houve recobrimento sobre a superfície modificada por laser.

A seguir a figura 2, apresenta o difratograma da amostra estudada e posteriormente está apresentada a sua discussão.



**Figura 2:** Difratoograma da liga recoberta com HA

Analisando - se o difratograma do substrato, observam-se diversos picos de HA além de outras fases como  $\text{CaHPO}_4$  que estão presentes no recobrimento da amostra. Observa-se também uma boa intensidade dos picos de HA por volta de  $2\theta = 32^\circ$  e uma excelente cristalinidade da amostra como pode ser observado pelas outras fases presentes na amostra.

Analisando todos os resultados obtidos, verificamos que a superfície da liga Ti-6Al-4V modificada pelo laser Nd:YAG mostrou-se bastante propícia para a recepção da HA em vista que dos resultados obtidos na microscopia eletrônica de varredura e difratometria de raios X se mostraram bastante positivos quanto ao processo de recobrimento sobre a superfície modificada pelo laser, onde se propícia condições mais favoráveis na deposição e na ancoragem da hidroxiapatita devido a grande irregularidade em sua superfície causada pela ablação do feixe de laser. Assim verifica-se que o processo laser é totalmente eficaz além de ser um processo “limpo” e de alta reprodutibilidade para a confecção de implantes e muito promissor para o recobrimento com apatitas.

## Referências Bibliográficas

[1] SUNNY, M. C.; SHARMA, C. P. *Journal of biomaterial Applications*, v. 6, n. 89-93, 1991.

**Bolsa:** CNPq/PIBIC