

# Fabricação e avaliação de consolidados de pós de ligas de titânio fabricados por fusão seletiva a laser

Gustavo Revoredo Braga, Luis C.E. da Silva e Mauricio D.M. das Neves.  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

## INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva (MA), também conhecida como impressão em 3D, é um processo de prototipagem rápida, capaz de fabricar componentes com geometrias complexas e personalizadas [1-2]. Uma técnica usada na MA é a Fusão Seletiva a Laser (FSL) em leito de pó. No processo de FSL um feixe laser incide na superfície da camada de pó, provocando sua fusão e consolidação com a camada anterior de forma sucessiva. A FSL vem sendo usada na consolidação de pós da liga de Ti6Al4V para a área da saúde com vantagens em relação aos processos tradicionais de fabricação.

## OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é avaliar a influência dos parâmetros de potência e velocidade do feixe laser e tamanho da hachura na consolidação de pós da liga Ti6Al4V por FSL.

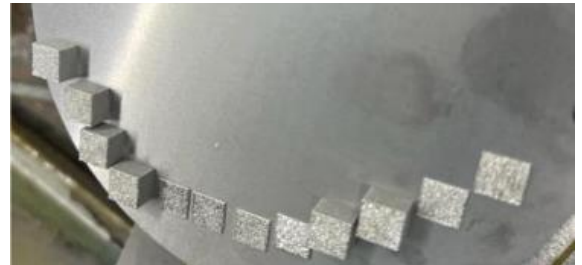
## METODOLOGIA

A matéria prima usada neste estudo, pó da liga de Ti6Al4V, foi adquirida de Guangzhou Sailong Ltd. Foram realizados os ensaios de caracterização física e química do material particulado. Os ensaios efetuados no pó de partida foram: densidade aparente, batida e por picnometria de hélio, área de superfície específica, escoabilidade, fluorescência de raio X e difração de raios X.

A consolidação do pó foi realizada por FSL, no fabricante OmniTek Tecnologia. Foram usados os parâmetros contidos na Tabela 1. Na Figura 1 é vista a imagem das amostras. TABELA 1 - Consolidação da amostra Guangzhou Sailong Ltd.

Cond.	V (mm/s)	P (W)	Hachura. (um)	Espessura. (um)	E (J/mm <sup>3</sup> )	Resultados
1	138	700	60	30	109,52	Consolidado
2	138	900	60	30	85,18	Consolidado
3	179	700	60	30	142,06	Não Consolidado
4	179	900	60	30	110,49	Não Consolidado
5	138	700	70	30	93,88	Consolidado
6	138	900	70	30	73,02	Consolidado
7	179	700	70	30	121,76	Não Consolidado
8	179	900	70	30	94,71	Não Consolidado

Figura 1: Imagem de amostras consolidadas conforme os parâmetros da Tabela 1.



Após consolidar o material foram realizados os ensaios de densidade geométrica, hidrostática. Amostras foram preparadas por técnicas de metalografia (embutimento em resina a quente, lixamento e polimento). Amostras de pós de partida e consolidadas foram analisadas por microscopia. Os pós foram analisados, usado o microscópio eletrônico de varredura - MEV (HITACHI, TM3000). As amostras consolidadas foram analisadas por microscopia óptica - MO (OLYMPUS, BX51M) e com auxílio do programa *ImageJ* foram estimadas as porosidades nas seções paralela e perpendicular, a direção empregada na fabricação por FSL.

## RESULTADOS

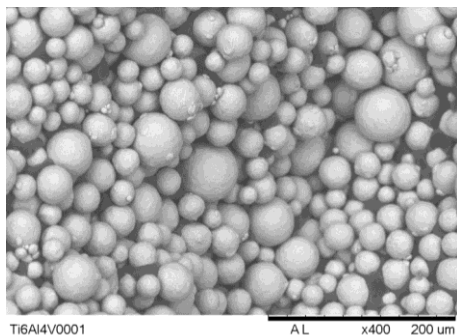
Os valores obtidos nos ensaios de densidade aparente ( $D_a$ ), batida ( $D_b$ ) e por picnometria de hélio ( $Ph$ ), além da escoabilidade ( $E_c$ ) estão mostrados na

tabela 2. Na figura 2 está apresentada a imagem do pó usado. Observa-se que as partículas eram esféricas e dimensões adequadas para FSL.

TABELA 2 - Propriedades físicas do pó.

Da (g/cm <sup>3</sup> )	Db (g/cm <sup>3</sup> )	As (m <sup>2</sup> /g)	Ph (g/cm <sup>3</sup> )	Ec (Tempo)
2,58	2,94	0,64	4,407	2min27seg

Figura 2: Imagem obtida por MEV do pó.



Na Tabela 3 são apresentados os resultados das densidades, geométrica e hidrostática das amostras consolidadas. A densidade teórica da liga de Ti6Al4V é de 4,43 g/cm<sup>3</sup>. Observa-se que as amostras com potência de 179 Watts não consolidaram, em razão da alta potência usada, o que acarretou em alta quantidade de respingos.

TABELA 3 - Densidades geométrica e hidrostática das amostras consolidadas.

Amostra	Dens. Geométrica (g/cm <sup>3</sup> )	Dens. Hidrostática (g/cm <sup>3</sup> )
1.1	3,812	3,775
1.2	3,802	3,78
2.1	3,584	3,562
2.2	3,641	3,654
5.1	3,613	3,536
5.2	3,804	3,779

Na Figuras 3 são mostradas imagens com a presença de poros (regiões escuras). As imagens obtidas por MO foram ajustadas e processadas pelo programa *ImageJ* e obtida a porosidade, vide Tabela 4.

Figura 3: Imagens obtidas por MO, (a) e (b) seção perpendicular e (c) e (d) seção transversal ao sentido de crescimento.

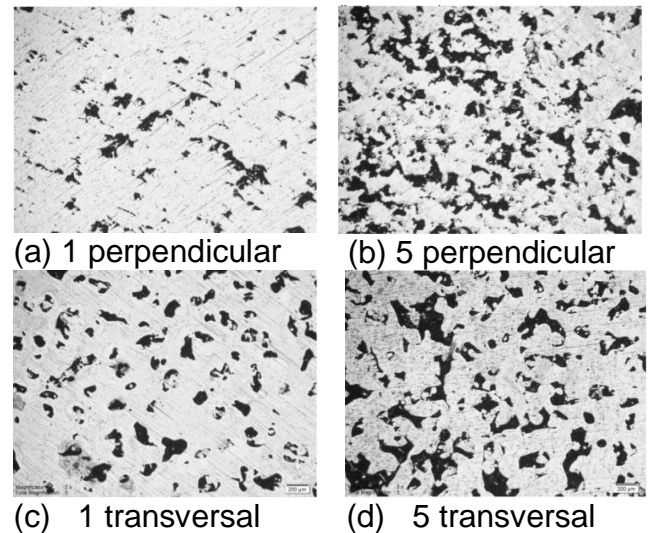


Tabela 4 - Valores de porosidade

Amostra	Valores Médios
1 perpendicular	15,82±1,34
2 perpendicular	28,30±2,64
5 perpendicular	21,74±2,27
1 transversal	7,82±2,09
2 transversal	14,85±4,18
5 transversal	31,67±7,11

## CONCLUSÕES

A partir das propriedades físicas obtidas é possível afirmar que o pó usado é indicado para processamento por FSL.

Nas condições de FSL foi possível obter amostras com densidades de 14 a 20% da densidade teórica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]- CHUA, C. K.; WONG, C. H.; YEONG, W. Y. Standards, Quality Control, and measurement Sciences in 3 D Printing and Add. Manuf. Academic Press. 2017. p. (2; 13) [2] - STUCKER, B.; GIBSON, I.; ROSEN, D. Add Manuf Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing Springer-Verlag New York, 2015 p. (2)

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Pesquisa apoiada pela CNPq