

Estudo da viabilidade celular em implantes de titânio produzidos por manufatura aditiva e texturizados por microfresamento

Geovana Eloizi Ribeiro

Vincent Edward Wong Diaz

Alessandro Roger Rodrigues

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

geovana_rib@usp.br

Objetivos

A liga de titânio é amplamente utilizada em aplicações biomédicas, como implantes e próteses, e sua fabricação tem sido realizada cada vez mais por manufatura aditiva metálica, por exemplo, empregando o método de Deposição de Energia Direcionada por Pó a Laser (LP-DED). As superfícies geradas por este método são ásperas (Selcuk, 2011) e essa rugosidade pode ser relacionada à fixação de implantes (Wong et al., 1995). Este artigo visa estabelecer a relação entre a rugosidade da peça, a morfologia do pó e a potência do laser ao imprimir Ti6Al4V por LP-DED.

Métodos e Procedimentos

Os pós de Ti6Al4V Carpenter Additive (grau 23) e AP&C (grau 5) foram utilizados na máquina LP-DED BeAM Modulo 250 para imprimir 8 cubos com dimensões 15 x 15 x 6 mm em um substrato de titânio puro com potências do laser de 300, 315, 330 e 345 W para amostras 1 a 4 (Carpenter Additive) e 5 a 8 (AP&C). A velocidade de varredura de 2000 mm/min, a taxa de alimentação de pó de 5,4 g/min e o gás de proteção argônio foram mantidos constantes. Após as amostras terem sido limpas com acetona e água deionizada sob vibração ultrassônica, os parâmetros de rugosidade S_a (média), S_z (pico-vale), S_{sk} (Skewness) e S_{ku} (Kurtosis) foram analisados utilizando o microscópio laser confocal Olympus OLS4100.

Resultados

A Figura 1 mostra a caracterização dos pós Carpenter e AP&C.

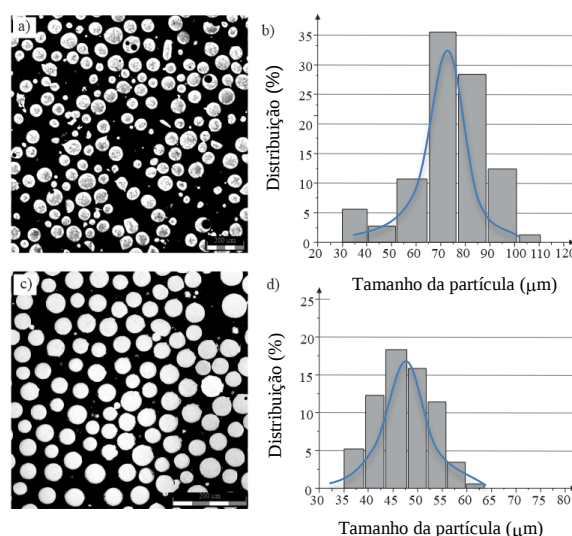


Figura 1. Microscopia ótica e distribuição de tamanho do pó Carpenter (a e b) e AP&C (c e d).

O pó Carpenter apresentou tamanho de partículas variando de 35 a 105 μm , com morfologia predominantemente esférica e presença de partículas satélites. O pó AP&C apresentou tamanho de partículas variando de 37,5 a 62,5 μm , também com morfologia predominantemente esférica. A Figura 2

apresenta a imagem de um exemplar impresso AP&C 345 W e suas respectivas superfícies obtidas via microscopia laser confocal.

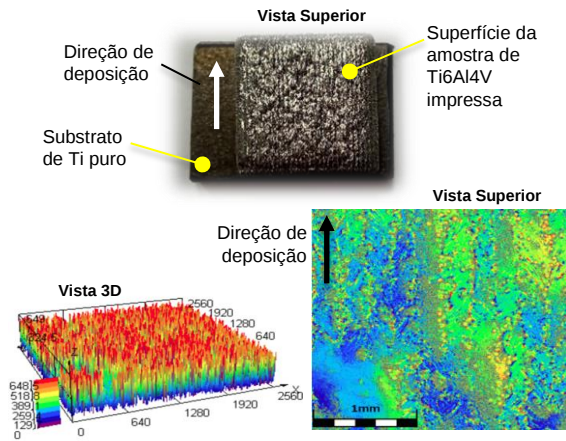


Figura 2: Amostra AP&C 345 W (rugosidade máxima de 648,5 μm).

A Figura 3 revela a tendência de ambos os parâmetros de rugosidade média (S_a) e máxima (S_z) diminuírem com o incremento da potência do laser devido ao aumento do grau de fusão tornando o pó mais densamente fundido. Por fim, as rugosidades Skewness (S_{sk}) e Kurtosis (S_{ku}) de ambos os pós revelaram que as superfícies produzidas pelo processo LP-DED apresentam concentração de material em vales ($S_{sk} > 0$), com picos e/ou vales pontiagudos ($S_{ku} > 3$).

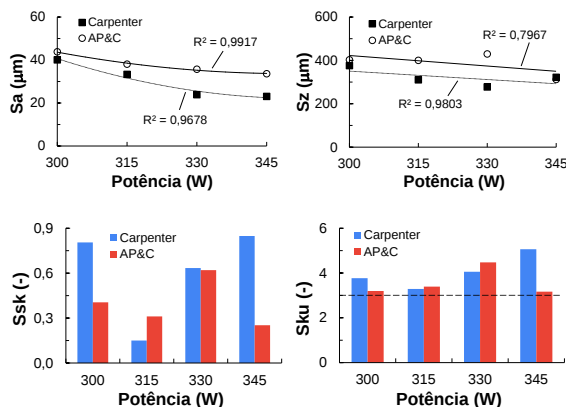


Figura 3. Rugosidades S_a , S_z , S_{sk} e S_{ku} em função da potência do laser e do fornecedor de pó de Ti.

Conclusões

O tamanho e a morfologia das partículas dos pós influenciam a rugosidade da superfície devido à interação das partículas durante o processo de deposição. O pó AP&C reduziu a rugosidade média (S_a) e máxima (S_z) entre 8,5 e 31,3%, e 0 e 35,4%, respectivamente, quando comparado ao pó Carpenter. A potência do laser também contribui para a diminuição da rugosidade devido ao aumento na densidade global de energia e na eficiência de captura do pó. A rugosidade média (S_a) diminuiu, aproximadamente, 42,4% e 23,3%, respectivamente, para o pó da Carpenter e AP&C ao aumentar a potência do laser. As rugosidades Skewness (S_{sk}) maiores que zero e Kurtosis (S_{ku}) maiores que 3 revelaram uma prevalência de picos e/ou vales agudos, e concentração de material nos vales, o que é útil para a viabilidade celular.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC) que tornou este estudo possível. Ao professor orientador, Alessandro Roger Rodrigues, pelo comprometimento, orientação e conhecimento que foram essenciais para a condução deste projeto. Ao doutorando Vincent Edward Wong Diaz, cuja experiência e assistência técnica contribuíram para a realização deste estudo.

Referências

- Selcuk C. 2011. Laser metal deposition for powder metallurgy parts, **Powder Metallurgy**, Vol. 54(2), p. 94-99.
- Wong M., Eulenberger J., Schenk R., Hunziker E. 1995. Effect of surface topology on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. **Journal of Biomedical Materials Research**, Vol. 29(12), p. 1567-75.