

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA TEXTURIZAÇÃO COM LASER DE PULSOS LONGOS EM FATORES DA INTEGRIDADE SUPERFICIAL DO TITÂNIO GRAU 5: RUGOSIDADE

Rogério Góes dos Santos

Escola Politécnica de Engenharia Mecânica – Universidade de São Paulo, São Paulo – Brasil.

goesrogerio@usp.br

Gleicy de Lima Xavier Ribeiro

Laboratório de medições avançadas, Instituto SENAI de Inovação em Manufatura Avançada e Microfabricação, R. Bento Branco de Andrade Filho, 379 - Santo Amaro, São Paulo - SP, 04757-000.

gleicy.limaxavier@gmail.com

Gilmar Ferreira Batalha

Departamento de engenharia mecânica e mecatrônica, Escola Politécnica de Engenharia – Universidade de São Paulo, São Paulo – Brasil.

gfbatalh@usp.br

Resumo: A texturização a laser é um processo de estruturação de superfícies capaz de criar padrões periódicos nas superfícies dos materiais. Ela permite parametrização, versatilidade, repetibilidade e gera efeitos estéticos e/ou funcionais. Contudo, dada a gama de tipos de laser, bem como, a de materiais e de superfícies de peças e componentes, a observação da integridade superficial do material neste processo se faz necessária. Neste sentido, este trabalho buscou identificar correlações entre parâmetros do laser de pulsos longos (largura temporal de nanosegundo) e efeitos gerados no titânio grau 5 (liga Ti-6Al-4V) em termos de rugosidade, efeito que está diretamente associado à osseointegração de próteses e implantes dentários. A metodologia de planejamento do experimento e de caracterização das superfícies são descritas, bem como, os métodos para extração de efeitos são detalhados. Verificou-se que os três parâmetros utilizados para variação do laser (velocidade, potência e quantidade de passes) influenciaram os valores de rugosidade. O aumento da velocidade e da quantidade de passos contribui para o aumento da rugosidade, enquanto que o aumento da potência provocou redução.

Palavras-chave: Laser pulsado. Parâmetros. Modificação de superfície. Integridade superficial. Liga Ti-6Al-4V.

1. INTRODUÇÃO

A texturização a laser é um processo de fabricação utilizado para modificar superfícies de materiais através da incidência de feixes de laser pulsado. Trata-se de um processo de estruturação de superfícies que pode ser completamente digitalizado, capaz de gerar texturas e gravações (2D/3D) manufaturadas de maneira precisa e direta, visando melhorar e/ou alterar aparências estéticas, funcionalidades e performance das superfícies de produtos e componentes. Assim, dentre as técnicas disponíveis para modificação de superfícies, a texturização a laser se destaca por sua versatilidade, precisão e repetibilidade, principalmente em aplicações dos segmentos médico, odontológico, industrial e aeroespacial (GF MACHINING SOLUTIONS, 2017). Considerando a gama de materiais associados a estas diversas aplicações e segmentos, o titânio grau 5 (liga Ti-6Al-4V) é um dos que se destaca, tanto na interação com laser pulsado (permitindo texturas nítidas, limpas e permanentes), quanto por sua alta resistência mecânica, baixa densidade, excelente resistência a corrosão e alto ponto de fusão, propriedades que, por ser um biomaterial, favorecem sua utilização em próteses médicas, implantes dentários e ortopédicos (CAMPBELL, 2006; HUTCHING e SHIPWAY, 2017; SCHAEFFER, 2012).

Utilizando a texturização a laser para modificação de superfícies da liga Ti-6Al-4V, Melanie et al. (2016) investigaram os resultados na osseointegração de implantes, comparando com outros tipos de processos e diferentes condições das superfícies do mesmo material, citando que a texturização a laser tem sido uma alternativa usada com sucesso para o aumento da fixação de implantes, dada sua capacidade de repetibilidade de padrões para criação de poros no material, gerando superfícies rugosas. Outros estudos citam a rugosidade como um efeito relevante associado a osseointegração de próteses e implantes dentários, como Grizon et al. (2002) que, em seus estudos para melhoria de osseointegração de superfícies de titânio de implantes dentários, observaram que o aumento dos valores de rugosidade geraram respostas ósseas mais robustas. E Christoph et al. (2019) que utilizaram laser pulsado, variando parâmetros, para criação de superfícies de titânio, com aumento de adesão celular, destacando o potencial deste processo na melhoria da osseointegração de implantes dentários, demonstrando que este processo apresentou valores de rugosidade inferiores ao

valor de referência utilizado pelos autores. Uhlmann et al. (2018), também consideram os efeitos da rugosidade em seus estudos sobre os efeitos da texturização a laser em superfícies de Ti-6Al-4V para implantes dentários. Bem como Á Joób-Fancsaly et al. (2002), que em seus estudos de estruturação de superfícies de titânio (para implantes dentários) utilizando laser pulsado, investigaram a influência da variação das geometrias criadas nas superfícies do material, a qual está associada à rugosidade; os autores citam que em se tratando de osseointegração, superfícies mais lisas são menos favoráveis que superfícies rugosas.

A rugosidade pode ser observada como as irregularidades superficiais inerentes da interação entre processo de fabricação e material e, além de estar associada à topografia e à integridade de superfícies modificadas, sofre influência direta dos parâmetros dos referidos processos de fabricação. Assim, a correlação entre rugosidade e parâmetros de processo pode contribuir para estratégias e otimizações de manufatura, bem como, para observação de aspectos associados a desempenho e segurança em aplicações funcionais de produtos e componentes (SANTOS e SALES, 2007; JESUS, 2013; MIRHOSSEINI et al., 2007; DENKENA et al., 2018; TAYLOR ROBSON, 2003).

Considerando a relevância da rugosidade em aplicações associadas a próteses e implantes, o presente estudo buscou verificar a influência que a variação de parâmetros do laser pulsado de itérbio, com duração de pulsos de 150 ns e comprimento de onda de 1.064 nm, pode gerar sobre valores de rugosidade de superfícies da liga Ti-6Al-4V.

2. METODOLOGIA

O planejamento do experimento fatorial de dois níveis e três fatores ocorreu conforme matriz apresentada na Tabela 1, com cada um dos dezesseis testes conduzidos em dezesseis amostras individuais, sendo que para cada uma das oito combinações de parâmetros (A, B e C) existem duas amostras. Os testes foram replicados com o intuito de verificar a repetibilidade do processo e as variações dos valores de rugosidade média Sa, Sz, Ra e Rz; sendo que Sa e Sz representam rugosidade de área (3D) e Ra e Rz rugosidade de perfil (2D); com destaque para Sa e Ra que, segundo Manera et. al. (2017), são parâmetros de rugosidade recomendados na área de implantes dentários.

Tabela 1. Matriz de experimento fatorial de dois níveis e três fatores.

Teste/ Amostra	Ordem aleatória	Fatores e Níveis						Rugosidade (μm)
		A	B	C	Velocidade (mm/s) (A)	Potência (% nominal) (B)	Nº passes (C)	
1	1	-1	-1	-1	35	50	1	Sa, Sz, Ra e Rz (1...16)
2	4	1	1	-1	140	100	1	
3	12	1	1	-1	140	100	1	
4	5	-1	-1	1	35	50	4	
5	14	1	-1	1	140	50	4	
6	16	1	1	1	140	100	4	
7	7	-1	1	1	35	100	4	
8	11	-1	1	-1	35	100	1	
9	8	1	1	1	140	100	4	
10	9	-1	-1	-1	35	50	1	
11	13	-1	-1	1	35	50	4	
12	3	-1	1	-1	35	100	1	
13	10	1	-1	-1	140	50	1	
14	6	1	-1	1	140	50	4	
15	15	-1	1	1	35	100	4	
16	2	1	-1	-1	140	50	1	

Fonte: Os autores, 2021.

Foi utilizado o Minitab 19 para geração de gráficos que correlacionam efeitos principais e de interação entre parâmetros do laser e de rugosidade.

Para a texturização das superfícies foi utilizada a texturizadora a laser GF P1000U, com fonte de laser de fibra de Itérbio, comprimento de onda de 1.064 nm, duração do pulso de 150 ns e frequência de 2 kHz.

A caracterização da rugosidade das superfícies, tanto antes quanto após a texturização a laser, ocorreu através da técnica de interferometria (perfilometria óptica), utilizando o interferômetro Taylor Robson. A utilização desta técnica permite medições sem contato físico entre superfície e equipamento de medição; portanto, sem interferência e restrições mecânicas na superfície da amostra, permitindo a abrangência da área de interesse, não limitando a medição à um perfil ou uma linha.

3. RESULTADOS

Os resultados das variações dos valores de rugosidade são apresentados na Tabela 2, sendo a diferença entre a rugosidade das amostras após e antes da texturização a laser.

Tabela 2. Matriz do experimento fatorial de dois níveis e três fatores.

Teste/ Amostra	Ordem aleatória	Fatores e Níveis						Variação dos valores de rugosidade			
		A	B	C	Velocidade (mm/s) (A)	Potência (% nominal) (B)	Nº passes (C)	Sa (µm)	Sz (µm)	Ra (µm)	Rz (µm)
1	1	-1	-1	-1	35	50	1	(+) 1,502	(+) 13,550	(+) 1,444	(+) 9,890
2	4	1	1	-1	140	100	1	(+) 2,033	(+) 22,760	(+) 0,967	(+) 11,280
3	12	1	1	-1	140	100	1	(+) 1,844	(+) 24,650	(+) 2,838	(+) 18,630
4	5	-1	-1	1	35	50	4	(+) 1,504	(+) 11,810	(+) 1,357	(+) 9,140
5	14	1	-1	1	140	50	4	(+) 4,175	(+) 55,980	(+) 3,574	(+) 36,650
6	16	1	1	1	140	100	4	(+) 3,586	(+) 44,970	(+) 3,648	(+) 33,937
7	7	-1	1	1	35	100	4	(+) 2,324	(+) 17,530	(+) 2,198	(+) 14,230
8	11	-1	1	-1	35	100	1	(+) 1,788	(+) 18,140	(+) 1,666	(+) 14,290
9	8	1	1	1	140	100	4	(+) 3,050	(+) 30,310	(+) 2,965	(+) 22,090
10	9	-1	-1	-1	35	50	1	(+) 1,708	(+) 26,340	(+) 1,428	(+) 14,450
11	13	-1	-1	1	35	50	4	(+) 1,538	(+) 12,520	(+) 1,462	(+) 10,540
12	3	-1	1	-1	35	100	1	(+) 1,725	(+) 16,590	(+) 1,594	(+) 12,880
13	10	1	-1	-1	140	50	1	(+) 2,685	(+) 47,960	(+) 2,254	(+) 32,982
14	6	1	-1	1	140	50	4	(+) 5,309	(+) 73,710	(+) 5,126	(+) 55,280
15	15	-1	1	1	35	100	4	(+) 2,621	(+) 30,730	(+) 2,574	(+) 23,102
16	2	1	-1	-1	140	50	1	(+) 2,300	(+) 33,770	(+) 1,512	(+) 21,327

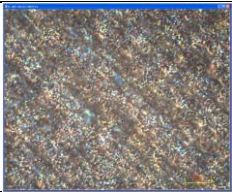
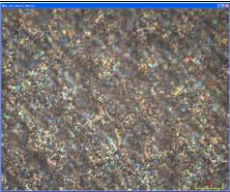
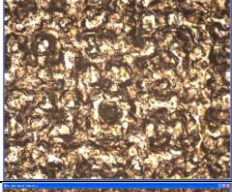
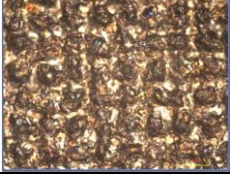
Fonte: Os autores, 2021.

Todas as amostras processadas apresentaram aumento em seus valores de rugosidade, para as quais a velocidade de 35 mm/s contribuiu para os menores valores de rugosidade, em comparação com a velocidade 140 mm/s. Com velocidade de 35 mm/s e potência nominal de 50% (~ 25 W) a variação no número de passes (1 ou 4) resultou em valores similares de rugosidade. Com velocidade de 140 mm/s, tanto para 1 ou 4 passes, a potência nominal de 100% (~ 50 W) contribuiu para aumento da rugosidade, em relação a potência nominal de 50%. Os maiores valores de rugosidade foram observados com velocidade de 140 mm/s, potência nominal de 50% (~ 25 W) e 4 passes; ao reduzir o número de passes para 1, observou-se redução nos valores de rugosidade, redução que se acentuou ao aumentar a potência para 100% (~ 50 W).

No quadro 1 são apresentadas as topografias de cada uma das amostras, organizadas de maneira que seja possível visualizar lado a lado as amostras que foram replicadas, ou seja, pares que foram texturizados com os mesmos parâmetros de laser. Nota-se similaridade nas topografias dos pares das superfícies texturizadas, demonstrando repetibilidade do processo, conforme afirmado por GF Machining Solutions (2017).

Quadro 1. Topografias das superfícies texturizadas.

Réplicas texturizadas				
Topografias das superfícies			Parâmetros do laser pulsado	
1		10		Réplicas 1 e 10. Parâmetros: V=35mm/s / P=50% / N=1
4		11		Réplicas 4 e 11. Parâmetros: V=35mm/s / P=50% / N=4
8		12		Réplicas 8 e 12. Parâmetros: V=35mm/s / P=100% / N=1

7		15		Réplicas 7 e 15. Parâmetros: V=35mm/s / P=100% / N=4
13		16		Réplicas 13 e 16. Parâmetros: V=140mm/s / P=50% / N=1
5		14		Réplicas 5 e 14. Parâmetros: V=140mm/s / P=50% / N=4
2		3		Réplicas 2 e 3. Parâmetros: V=140mm/s / P=100% / N=1
6		9		Réplicas 6 e 9. Parâmetros: V=140mm/s / P=100% / N=4

Fonte: Os autores, 2021.

Verifica-se que, para todas as dezesseis amostras, houve aumento nos valores dos quatro parâmetros de rugosidade (S_a , S_z , R_a e R_z), os resultados obtidos representam a diferença entre os valores de rugosidade após e antes do laser. Portanto, as superfícies não tratadas apresentaram os menores valores de rugosidade, condição também encontrada e descrita por Mirhosseini et al. (2007). A partir dos resultados descritos na Tabela 2, foi elaborada a Tabela 3, na qual são destacadas as maiores e menores variações dos valores médios das rugosidades das dezesseis amostras.

Tabela 3. Valores médios das rugosidades das amostras dos testes. Pares (réplicas) produzidos com os mesmos parâmetros.

Δ = variação média entre as rugosidades dos dois pares de amostras produzidos com as mesmas combinações de parâmetros de laser				
Teste/Amostra	ΔS_a (μm)	ΔS_z (μm)	ΔR_a (μm)	ΔR_z (μm)
1 e 10	1.605	19.945	1.43605	12.17
2 e 3	1.9385	23.705	1.9025	14.955
4 e 11	$1.521 \pm 0,017$	$12.165 \pm 0,355$	$1.409 \pm 0,053$	$9.840 \pm 0,700$
5 e 14	$4.742 \pm 0,567$	$64.845 \pm 8,865$	$4.350 \pm 0,776$	$45.965 \pm 9,315$
6 e 9	3.318	37.64	3.3065	28.0135
7 e 15	2.4725	24.13	2.386	18.666
8 e 12	1.7565	17.365	1.63	13.585
13 e 16	2.4925	40.865	1.883	27.1545

Fonte: Os autores, 2021.

Nota-se que tanto para os menores, quanto para os maiores valores médios de rugosidade, os resultados foram obtidos a partir de pares de amostras produzidos com os mesmos conjuntos de parâmetros, amostras 4 e 11, e 5 e 14. As Figuras 1 e 2 apresentam os gráficos (3D) das áreas das referidas amostras.

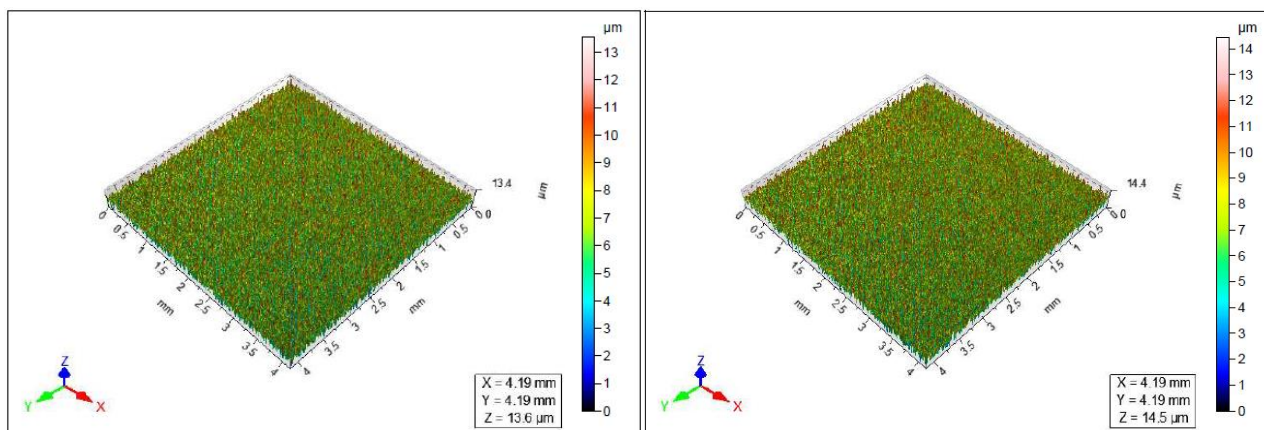


Figura 1. Gráficos 3D da área superficial das amostras dos testes 4 e 11 (esquerda e direita, respectivamente), para valores de rugosidade S_a e S_z . Os autores, 2021.

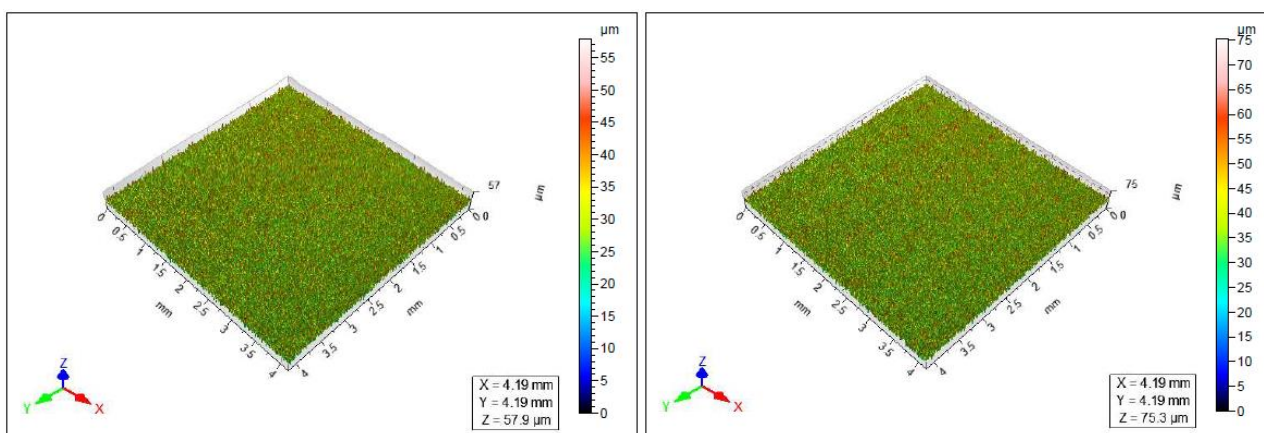


Figura 2. Gráficos 3D da área superficial das amostras dos testes 5 e 14 (esquerda e direita, respectivamente), para valores de rugosidade S_a e S_z . Os autores, 2021.

Verifica-se que a variação dos valores de velocidade impactam nas rugosidades, pois, as amostras dos testes 4 e 11 foram texturizadas com velocidade de 35 mm/s, enquanto as amostras dos testes 5 e 14 com velocidade de 140 mm/s, em ambos os casos foram mantidos fixos os demais parâmetros (potência e nº de passes). Logo, o aumento da velocidade contribuiu para o aumento dos valores de rugosidade. Esta tendência está compatível com os resultados obtidos por Lima e Almeida (2017), que variaram os parâmetros velocidade, potência e número de passes, utilizando laser pulsado Nd:YAG (com comprimento de onda de 532 nm e duração de pulso de 100 ns). Em linhas gerais, tal comportamento está alinhado às tendências sugeridas por GF Machining Solutions (2017) que, utilizando laser com as mesmas características do laser pulsado de itérbio utilizado para os testes deste trabalho, afirma que o aumento de velocidade resulta em aumento de rugosidade, conforme pode ser observado nos gráficos das Figuras 3 e 4, que apresentam curvas de tendência dos efeitos principais (influência do parâmetro de maneira isolada) e dos efeitos de interação (influência do parâmetro de maneira integrada). Onde, além da velocidade, são associados os demais parâmetros (potência e nº de passes), indicando que tanto para S_a quanto para S_z , a rugosidade aumenta à medida que os valores de potência diminuem e o número de passes aumentam.

Os resultados apresentados nos gráficos das Figuras 3 e 4 podem ser explorados e comparados em trabalhos futuros, pois, além de algumas das referências citadas, não foram encontradas referências que fizessem uma correlação direta entre estes três parâmetros deste tipo de laser e a rugosidade. Na Figura 3 é possível verificar que tanto para S_a quanto para S_z os parâmetros do laser se comportam de maneira parecidas, sendo que, ao analisá-los isoladamente verifica-se que à medida que há aumento da velocidade, há aumento da rugosidade, comportamento observado para o número de passes, sendo o inverso para a potência. O aumento da rugosidade associado ao aumento da velocidade pode estar associado ao fato de haver maior espaçamento entre as microgeometrias superficiais, com formações menos uniformes; já em relação ao número de passes, o aumento da rugosidade pode estar associado ao aumento do dano gerado nas superfícies, pois, quanto mais vezes o laser incide no material, maiores são os efeitos associados a ressolidificação na

superfície; em relação ao aumento de potência estar associado à redução de rugosidade, este efeito pode estar associado à concentração de energia que, em ordens maiores, pode produzir superfícies mais uniformes.

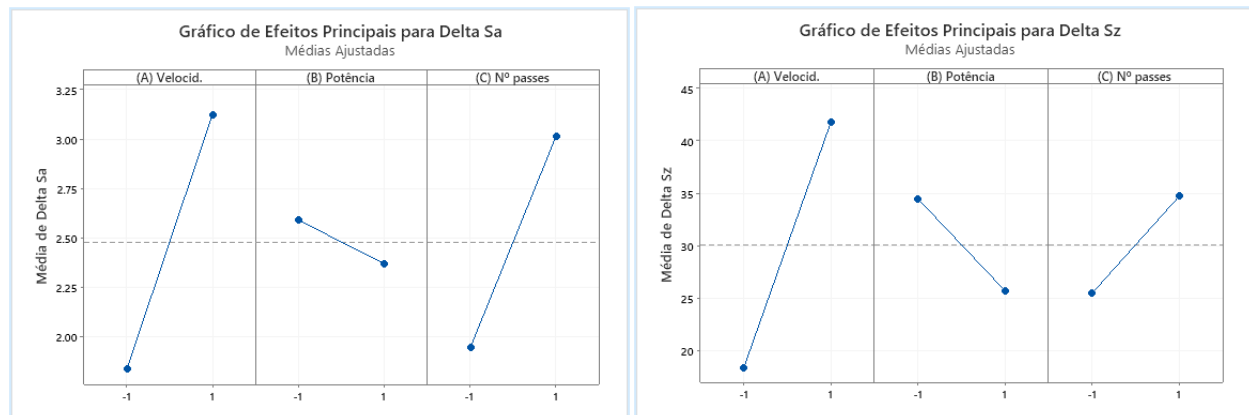


Figura 3. Gráficos de efeitos principais, para rugosidade Sa (esquerda) e Sz (direita). Os autores, 2021.

Os gráficos da Figura 4, apresentam os três parâmetros (citados anteriormente) de maneira integrada. Verifica-se que os maiores valores de rugosidade são obtidos quando há combinação entre máxima velocidade e mínima potência.

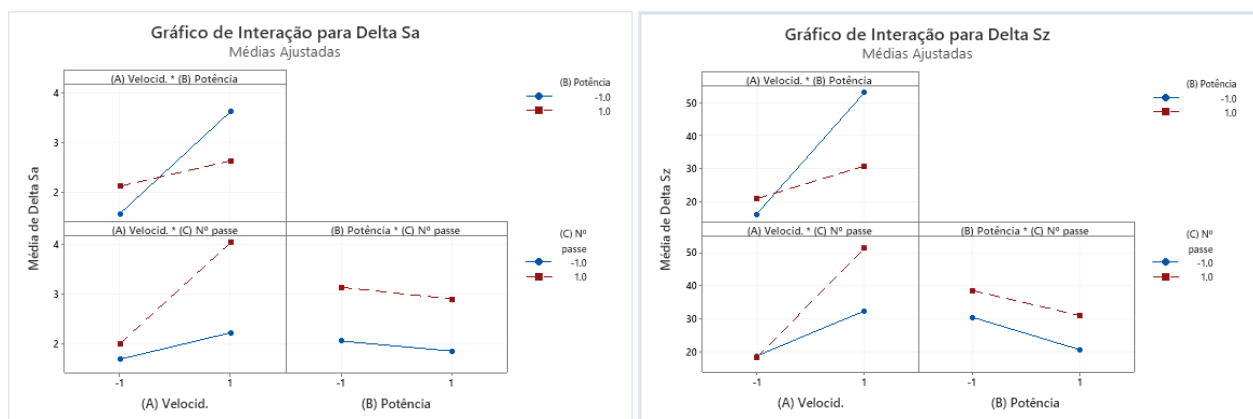


Figura 4. Gráfico de efeito de interação, para rugosidade Sa (esquerda) e Sz (direita). Os autores, 2021.

Os menores valores de rugosidade são alcançados quando há combinação entre velocidade mínima e potência mínima. As maiores velocidades com maiores números de passes, resultam em valores máximos de rugosidade. E, ao associar potência e número de passes, verifica-se que a combinação entre maiores valores de potência e menores números de passes resultam em menores valores de rugosidade, e a combinação entre menores potências e maiores números de passes elevam os valores das rugosidades.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho explorou as potencialidades de modificação de superfícies por meio da tecnologia de laser pulsado, observando que este processo é capaz de alterar valores de rugosidade. Verificou-se que os três parâmetros (velocidade, potência e n° de passes) do laser pulsado influenciaram os parâmetros de rugosidade (Sa, Sz, Ra e Rz) observados, gerando aumento nos valores de rugosidade de todas as amostras testadas.

Considerando (como citado por diversos autores) a rugosidade como um dos fatores relevantes para crescimento/adesão celular em implantes ortopédicos e dentários, verificou-se que a parametrização e repetibilidade da texturização a laser, através da variação de seus parâmetros, pode contribuir na modificação de superfícies associadas à osseointegração.

5. REFERÊNCIAS

- Á JOÓB-FANCSALY et al. (2002). Smart Mater. Struct. 11819. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0964-1726/11/5/330>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.
- CAMPBELL, F. C. Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Great Britain: Elsevier, 2006.
- COATHUP, M. et al. Controlled laser texturing of titanium results in reliable osteointegration. Journal of Orthopaedic Research. Volume 35. Issue 4, 2016, p. 820-828. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez67.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jor.23340>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.
- DENKANA, B., KRÖDEL, A.; GROVE, T. Influence of pulsed laser ablation on the surface integrity of PCBN cutting tool materials. Int J Adv Manuf Technol 101, 1687–1698 (2019). Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-018-3032-4#article-info>>. Acesso em: 04 de jan. de 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-018-3032-4>.
- F Grizon, E Aguado, G Huré, M.F Baslé, D Chappard, Enhanced bone integration of implants with increased surface roughness: a long term study in the sheep, Journal of Dentistry, Volume 30, Issues 5–6, 2002, Pages 195-203, ISSN 0300-5712, [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(02\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(02)00018-0). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571202000180>) [6] HUTCHINS, I.; SHIPWAY, P. Friction and Wear of Engineering Materials. Second Edition. United Kingdom: Elsevier, 2017.
- GF MACHINING SOLUTIONS. Laser Process. C7 Tecnologia de funcionamento. Manual do utilizador. 2017.
- ESUS, R. E. C. Avaliação dos esforços, temperatura e integridade superficial em torneamento do aço inoxidável SuperDuplex UNS S32760 quando alterado ângulos de posição da ferramenta e os parâmetros de corte. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei. Departamento de Engenharia Mecânica. São João Del Rei, 2013.
- LIMA, Milton Sérgio Fernandes de; ALMEIDA, Ivan. Surface Modification of Ti6Al4V Alloy by Pulsed Lasers: Microstructure and Hydrophobic Behavior. Mat. Res., São Carlos, v. 20, supl. 1, p. 8-14, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392017000700008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 Jan. 2021. Epub Sep 21, 2017. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2017-0221>.
- MANERA, R.D., RODRIGUES, A., MATSUMOTO, H., & GALLEGO, J. (2017). QUALIDADE SUPERFICIAL E ENERGIA ESPECÍFICA DE CORTTE NA USINAGEM DE IMPLANTES DENTÁRIOS.
- MIRHOSSEINI, N. et al. Laser surface micro-texturing of Ti–6Al–4V substrates for improved cell integration, Applied Surface Science, Volume 253, Issue 19, 2007, Pages 7738-7743, ISSN 0169-4332, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2007.02.168>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433207003406>>. Acesso em: 18 de jan. de 2021.
- POU, P. et al. Laser surface texturing of Titanium for bioengineering applications. Procedia Manufacturing 13 (2017) 694–701. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917307370>>. Acesso em: 10 de fev. de 2019.
- SANTOS, C. S.; SALES, W. F. Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais. São Paulo: Artliber, 2007.
- SCHAEFFER, R. D. Fundamentals of laser Micromachining. New York: CRC Press, 2012.
- TAYLOR HOBSON. Exploring Surface Texture: A fundamental guide to the measurement of surface finish. 7th edition. England, 2011.
- UHLMANN, Eckart et. al. The Effects of Laser Microtexturing of Biomedical Grade 5 Ti-6Al-4V Dental Implants (Abutment) on Biofilm Formation. Procedia CIRP, Volume 68, 2018, Pages 184-189, ISSN 2212-8271. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711730985X>>. Acesso em: 04 de jan. de 2021. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.044>.
- ZWAHR, C. et al. Ultrashort Pulsed Laser Surface Patterning of Titanium to Improve Osseointegration of Dental Implants. 2019. Disponível em: <<https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1002/adem.201900639>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os três autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

INFLUENCE OF LONG PULSE LASER TEXTURING PARAMETERS ON FACTORS OF TITANIUM GRADE 5 SURFACE INTEGRITY: ROUGHNESS

Rogério Góes dos Santos

Polytechnic School of Mechanical Engineering – University of São Paulo, São Paulo – Brazil.

goesrogerio@usp.br

Gleicy de Lima Xavier Ribeiro

Advanced Measurement Laboratory, SENAI Institute for Innovation in Advanced Manufacturing and Microfabrication, 379 Bento Branco de Andrade Filho St., Santo Amaro, SP 04757-000, Brazil.

gleicy.limaxavier@gmail.com

Gilmar Ferreira Batalha

Dept. of Mechatronics and Mechanical System Engineering, Polytechnic School of Engineering – University of São Paulo, São Paulo – Brazil.

gfbatalh@usp.br

Abstract: *Laser texturing is a process of structuring surfaces capable of creating periodic patterns on the surfaces of materials. It allows parameterization, versatility, repeatability and generates aesthetic and / or functional effects. However, given the range of laser types, as well as that of materials and the surfaces of parts and components, observation of the surface integrity of the material in this process is necessary. In this sense, this work sought to identify correlations between long pulse laser parameters (nanosecond temporal width) and effects generated in grade 5 titanium (Ti-6Al-4V alloy) in terms of roughness, an effect that is directly associated with osseointegration of prostheses and dental implants. The methodology of planning the experiment and characterizing the surfaces are described, as well as the methods for extracting effects are detailed. It was found that the three parameters used for laser variation (speed, power and number of passes) influenced the roughness values. The increase in speed and the number of steps contributes to the increase in roughness, while the increase in power caused a reduction.*

Keywords: Pulsed laser. Parameters. Surface modification. Surface integrity. Alloy Ti-6Al-4V.

RESPONSIBILITY NOTICE

The three authors are the only responsible for the printed material included in this paper.