

MICROFRESAMENTO DE TITÂNIO PURO PARA IMPLANTES BIOMÉDICOS

EDUARDO F. BRUNIERA¹, GUILHERME R. MECELIS², CLEITON L. F. DE ASSIS³

¹Técnico em Mecatrônica Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Votuporanga, ja.edu4@gmail.com

²Mestre em Engenharia Mecânica, Docente, IFSP, Campus Votuporanga, guilherme.mecelis@ifsp.edu.br

³Doutor em Engenharia Mecânica, Docente, IFSP, Campus Votuporanga, fazolocla@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.03.07-9 Usinagem

Apresentado no
9º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
11 a 13 de dezembro de 2018 - Boituva-SP, Brasil

RESUMO: O titânio é um material amplamente utilizado na indústria médica e odontológica para a fabricação de implantes cirúrgicos e dentários devido suas características de biocompatibilidade. Contudo, a usinagem deste material ainda apresenta desafios a serem superados, principalmente com relação ao controle de acabamento e desvios geométricos, em particular em operações de microusinagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do avanço por dente na formação de microcanais no microfresamento de amostras de titânio puro (grau 4), visando avaliar qualitativamente a superfície e o perfil da secção transversal dos microcanais. Foram utilizadas microfresas de metal duro de topo esférica. A velocidade de corte aplicada foi de 25 m/min, profundidade de usinagem de 220 μm e avanço por dente variando de 0,56 à 7,84 $\mu\text{m}/\text{z}$. Imagens dos microcanais foram geradas por microscopia laser 3D. Os resultados indicaram que o aumento do avanço por dente melhorou a qualidade dos canais microfresados, tanto na superfície quanto nos perfis analisados. O controle da qualidade de microcanais usinados em titânio biocompatível pode ser realizado com a variação do avanço por dente, sem necessidade de mudanças nos outros parâmetros de usinagem, as vezes limitados pela rotação da máquina-ferramenta.

PALAVRAS-CHAVE: titânio biocompatível; microusinagem; microfresas de topo esférico; parâmetros de usinagem.

PURE TITANIUM MICROMILLING FOR BIOMEDICAL IMPLANTS

ABSTRACT: Titanium is a widely used material in the medical and dental industry for the manufacturing of surgical and dental implants due to its biocompatibility features. However, the machining of this material still presents challenges to be overcome, especially with regard to the control of finishing and geometric deviations, in particular in micromilling operations. The objective of this work was to evaluate the effect of feed per tooth on the formation of microchannels in the micromilling of pure titanium samples (grade 4), aiming to qualitatively evaluate the surface and the cross-sectional profile of the microchannels. Ball-nose carbide micromills were used. The cutting speed applied was 25 m/min, depth of cutting of 220 μm and feed per tooth ranging from 0.56 to 7.84 $\mu\text{m}/\text{z}$. Microchannels images were generated by 3D laser microscopy. The results indicated that the increase in the feed per tooth improved the quality of micromachined channels, both on the surface and in the analyzed profiles. The quality control of microchannels machined in biocompatible titanium can be performed with the variation of the feed per tooth, without the need for changes in the other machining parameters, sometimes limited by the spindle rotation.

KEYWORDS: biocompatible titanium; micromachining; ball-nose micromill; machining parameters.

INTRODUÇÃO

A indústria biomédica tem demandado pesquisas que visem a qualidade de implantes médicos e odontológicos. A propriedade mais importante dos materiais utilizados para a fabricação de implantes é a biocompatibilidade, seguida de resistência à corrosão (Elias *et al.*, 2008). Os principais biomateriais metálicos são aços inoxidáveis, liga de cobalto, titânio puro e/ou suas ligas. O titânio é o mais novo biomaterial metálico. Em ambos os campos médicos e odontológicos, titânio e suas ligas demonstraram sucesso como dispositivos biomédicos (Baldo, 2013).

O microfresamento é um dos métodos de fabricação de implantes biomédicos devido a sua capacidade de reproduzir geometrias complexas. Contudo, a usinabilidade do titânio apresenta alguns desafios tecnológicos, tais como controle do acabamento e rápido desgaste da ferramenta de corte quando comparado a outros materiais biocompatíveis, além de ser extremamente reativo quimicamente com grande parte dos materiais utilizados nas ferramentas de corte (KURAM e OZCELIK, 2016).

Visando compreender aspectos relacionados a microusinagem do titânio puro (grau 4), experimentos de microfresamento foram realizados para verificar o efeito do avanço por dente na formação de microcanais. Microscopia laser 3D foi aplicada na caracterização das amostras.

MATERIAL E MÉTODOS

O material dos corpos de prova é o Titânio Puro (grau 4), com dureza de 24,5 HRC e resistência a tração de 735 MPa. Os microcanais foram usinados em um centro de usinagem vertical CNC Kern, modelo D-824118, utilizando microfresas de metal duro de topo esférico, com duas arestas de corte, diâmetro de trabalho de 750 μ m e raio de 400 μ m. As microfresas possuem raio de aresta de 2,24 \pm 0,5 μ m.

As imagens dos microcanais foram geradas com auxílio de um microscópio Laser 3D, marca Olympus, modelo OLS4000. Os ensaios visaram identificar o efeito do avanço por dente (f_z) na formação dos microcanais. As imagens foram analisadas com uso de software próprio do equipamento. A Tabela 1 apresenta os parâmetros de usinagem aplicados nos experimentos de microfresamento.

TABELA 1. Parâmetros de usinagem aplicados nos ensaios de microfresamento.

| Parâmetro de usinagem | Valores |
|---|----------------------------------|
| Avanço por dente [μ m/z] | 0,56 – 1,12 – 2,24 – 5,60 e 7,84 |
| Profundidade de usinagem [μ m] | 220 |
| Velocidade de corte [m/min] | 25 |
| Raio de aresta das microfresas [μ m] | 2,24 \pm 0,5 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta imagens das superfícies de microcanais usinados com diferentes avanços por dente. Para comparação foram utilizados os valores extremos de avanço por dente e um valor intermediário. A análise das imagens revelou a presença de material deformado plasticamente nas superfícies do lado de corte discordante dos microcanais. Contudo, a deformação diminuiu com o aumento do avanço por dente. Aplicando avanços por dente menores que o raio de aresta da microfresa, efeitos de mínima espessura de corte causaram severa deformação do material durante o microcorte.

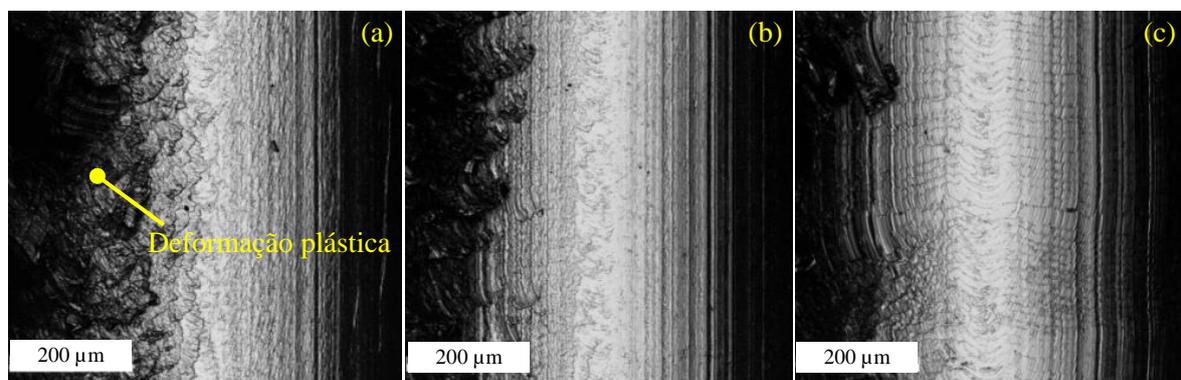


FIGURA 1. Superfícies dos microcanais usinados com f_z de (a) 0,56, (b) 2,24 e (c) 7,84 μ m/z.

A Figura 2 apresenta imagens em 3D dos microcanais usinados nas amostras de Titânio Puro e respectivos perfis. Em baixos valores de avanço por dente houve intensa formação de rebarbas, principalmente no lado de corte discordante. Este efeito também prejudicou os perfis dos microcanais, reduzindo a secção, devido a deformação plástica observada na superfície usinada (Figura 1).

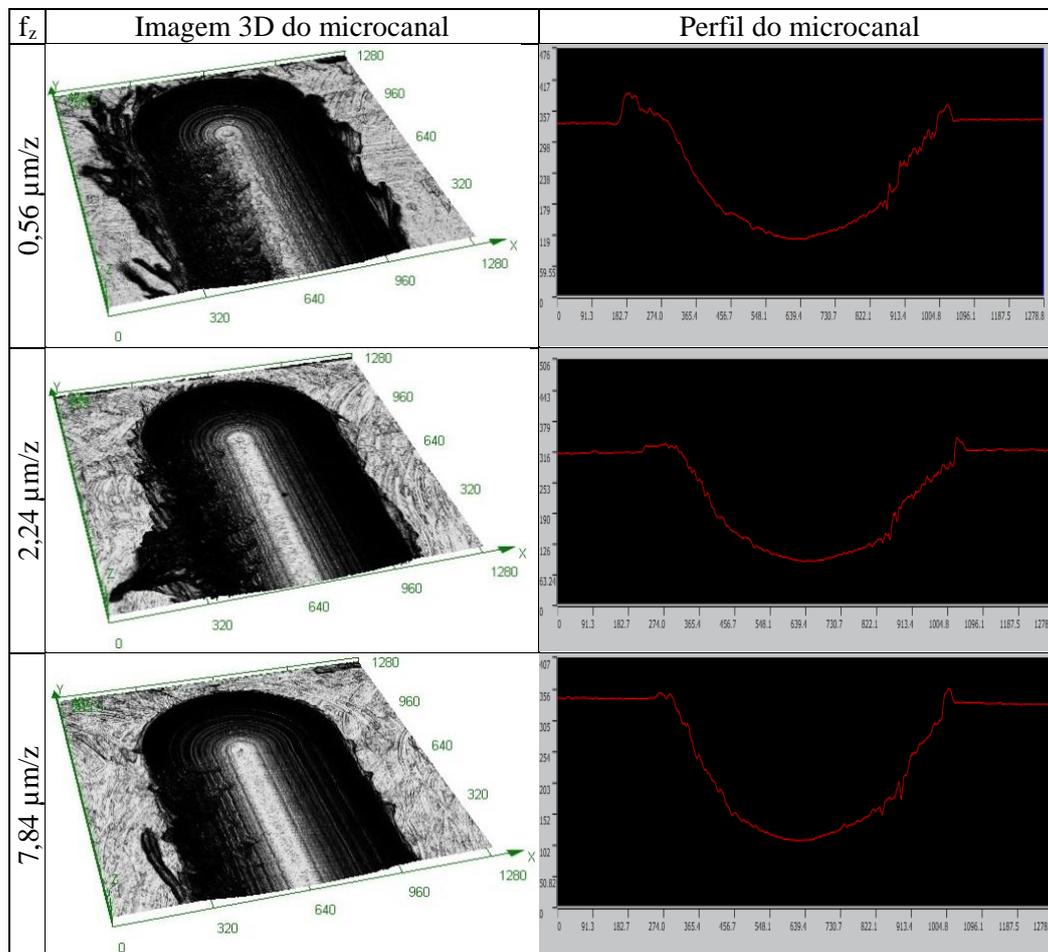


FIGURA 2. Microcanais usinados com diferentes avanços por dente (escalas em micrometros).

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como foco analisar os microcanais usinados em titânio puro (grau 4), com microfresas de topo esférico. Os resultados revelaram que o avanço por dente afetou a formação de rebarbas, assim como a qualidade da superfície usinada e perfil da secção transversal dos microcanais. O futuro da pesquisa será avaliar o efeito dos demais parâmetros de usinagem na usinabilidade do respectivo material biocompatível.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LAPRAS, sediado na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) pelo uso do microscópio laser confocal 3D e ao IPT de São Paulo pelo uso da microfresadora.

REFERÊNCIAS

BALDO, D. Estudo do microfresamento da liga de Titânio Ti-6Al-4V utilizando análise de sinais de força e emissão acústica. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2013.

ELIAS, C. N.; LIMA, J. H. C.; MEYERS, M. A. Biomedical applications of titanium and its alloys, *Biological Materials Science*, v. 60, p. 46-49, 2008.

KURAM, E.; OZCELIK, B. Effects of tool paths and machining parameters on the performance in micro-milling of Ti6Al4V titanium with high-speed spindle attachment. *Int J Adv Manuf Technol*, v. 84, p. 691-703, 2016.