

ANÁLISE DE PARÂMETROS DE RUGOSIDADE PARA CARACTERIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES MICROUSINADAS

RAYSSA B. AZEVEDO¹, RAYANE B. AZEVEDO², CLEITON L. F. ASSIS³

¹Cursando Técnico em Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Votuporanga, rayssaazevedo.ra@gmail.com

²Cursando Técnico em Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Votuporanga, rayane.borborema99@gmail.com

³Doutor em Engenharia Mecânica, Docente, IFSP, Câmpus Votuporanga, fazolocla@ifsp.edu.br
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.03.07-9 - Usinagem

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: No microfresamento, o contato da ferramenta de corte com o material da peça afeta a integridade superficial, o que produz a rugosidade, cujo controle é importante no escoamento de fluidos quando há interferência da microgeometria impressa pela microfresa. Nesse contexto, o uso de metais de microestrutura homogênea poderia reduzir as variações de acabamento ao longo da superfície da peça. Este trabalho avaliou o acabamento de microcanais, considerando diversos parâmetros de rugosidade, visando identificar as interações entre condição metalúrgica do material da peça, parâmetros de usinagem e microgeometria da ferramenta de corte no controle da rugosidade. Dois materiais com grãos ultrafinos foram utilizados: aço baixo-carbono e aço inoxidável. Os experimentos foram realizados em um centro de usinagem CNC. A velocidade de corte foi mantida constante. Cinco valores de avanço por dente e duas profundidades de usinagem foram aplicados nos experimentos. As características superficiais dos microcanais foram analisadas em um microscópio laser 3D. Os resultados revelaram que o parâmetro de rugosidade média (R_a) não foi satisfatório para avaliar os efeitos dos parâmetros de usinagem e do material no acabamento, sendo necessário considerar outros parâmetros de rugosidade para complementar as análises.

PALAVRAS-CHAVE: microfabricação; microfresamento; acabamento; parâmetros de rugosidade

ANALYSIS OF ROUGHNESS PARAMETERS TO CHARACTERIZATION OF MICROMACHINED SURFACES

ABSTRACT: In the micromilling, the contact between the cutter and the sample material affects the surface integrity, which produces roughness, whose control is important in the fluids flow when there is interference of the microgeometry printed by the micromilling cutter. In this context, the use of homogeneous microstructure metals could reduce the finishing variation along the surface of the sample. This work evaluated the microchannel finishing, considering several roughness parameters, aiming to identify the interactions between metallurgical condition of the workpiece material, machining parameters and microgeometry of the cutting tool in the roughness control. Two materials with ultra-fine grains were used: low-carbon steel and stainless steel. The experiments were carried out in a CNC machining center. The cutting speed was kept constant. Five feed rates per tooth and two depths of cut were applied in the experiments. The surface characteristics of the microchannels were analyzed in a 3D laser microscope. The results showed that the average roughness parameter (R_a) was not satisfactory enough to evaluate the effects of the machining parameters and material in the finishing, and it is necessary to consider other roughness parameters to complement the analysis.

KEYWORDS: micromachining; micromilling; finishing; roughness parameters

INTRODUÇÃO

Na última década, a microfabricação se sobressaiu, visto que com esse desenvolvimento foram sendo produzidos dispositivos cada vez menores (BATALHA, CERVEIRA E SILVA, 2005). O microfresamento se destaca, pela possibilidade de fabricação com alta precisão e uma baixa rugosidade, entretanto proporciona uma baixa taxa de remoção de material (LAURO, 2011).

Existem vários parâmetros para medir a rugosidade, os quais são aplicados em situações distintas. A escolha de um parâmetro deve ser feita de acordo com a sua aplicação. Além disso, a associação de diferentes parâmetros de rugosidade pode auxiliar na caracterização de uma superfície (MARCHIORI, 2013).

Neste trabalho, foi caracterizado o acabamento de microcanais produzidos em materiais de microestrutura homogênea de grãos ultrafinos, combinando parâmetros rugosidade que melhor identifiquem características da microgeometria da superfície de peças microusinadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O microfresamento dos microcanais, foi realizado em um centro de usinagem vertical CNC *Kern*, modelo D-824118, com qualidade de acabamento superficial de $<0,1 \mu\text{m}$ (esse valor é referente ao parâmetro de rugosidade R_a). Não foi utilizado fluido de corte durante a usinagem e a microfresa utilizada é esférica de metal duro com diâmetro de $750 \mu\text{m}$, raio da ponta de $0,4\text{mm}$ e raio de aresta de corte (r_c) de $2,24 \pm 0,5 \mu\text{m}$.

Dois materiais foram usados como corpos de prova, sendo: aço inoxidável e aço baixo-carbono. O Aço Inoxidável tem uma dureza de 470 HV e tamanho médio dos grãos de $0,2 \mu\text{m}$ e o Aço baixo carbono apresenta tamanho médio do grão de $0,7 \mu\text{m}$ e dureza de 216 HV.

Nos ensaios foram utilizados os seguintes parâmetros de usinagem: avanço por dente (f_z) nos valores de $0,56 - 1,12 - 2,24 - 5,60$ e $7,84 \mu\text{m}/\text{z}$, velocidade de corte (v_c) de 50 m/mim, profundidade de usinagem (a_p) de $50 \mu\text{m}$ e $80 \mu\text{m}$. Foram feitas imagens tridimensionais dos microcanais com o auxílio de um microscópio laser confocal 3D OLS400 da Olympus, cujas análises de rugosidade foram realizadas com software de análise de imagem do próprio equipamento.

Quanto a análise da rugosidade, foram feitas imagens. Com uso do software, cada imagem foi analisada em três pontos: o lado discordante, o meio do canal e o lado concordante. Para estudo foram considerados os seguintes parâmetros de rugosidade: R_a , R_z , R_{sk} e R_{ku} . As definições e aplicações estão especificadas na Tabela 1.

TABELA 1 Definição e aplicações dos parâmetros de rugosidade adotados

Parâmetro	Definições
R_a	Média aritmética da rugosidade.
R_z	É a média dos cinco picos mais elevados e os cinco vales mais fundo, dentro do comprimento amostral.
R_{sk}	Coefficiente de assimetria (<i>skewness</i>)
R_{ku}	Coefficiente de achatamento (<i>kurtosis</i>)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as medidas de rugosidade da superfície dos microcanais, considerando a variação do avanço por dente. As colunas representam os valores de profundidade de usinagem adotados e as linhas, os materiais microfresados. De acordo com os gráficos, o parâmetro R_a não foi consistente em avaliar o efeito do avanço por dente no acabamento dos microcanais. Contudo, a análise dos parâmetros R_z , R_{sk} e R_{ku} apresentaram resultados que melhor definiram a formação das superfícies usinadas.

Para o aço baixo-carbono ocorreu formação simétrica de picos e vales ao longo da superfície usinada ($R_{sk} \approx 0$), enquanto para o aço inoxidável houve predominância de picos ($R_{sk} > 0$), sendo para ambos os materiais picos rombudos, conforme análise do *kurtosis* ($R_{ku} > 3$). A análise do parâmetro R_z revelou que no lado de corte discordante dos microcanais, no aço inoxidável, a formação da superfície ocorreu de forma diferente das outras duas regiões apresentadas pelos gráficos da Figura 1, a qual foi identificada, via observação direta, como deformação acentuada do

material a frente da microfresa durante o corte, degradando a superfície e alterando a geometria dos microcanais.

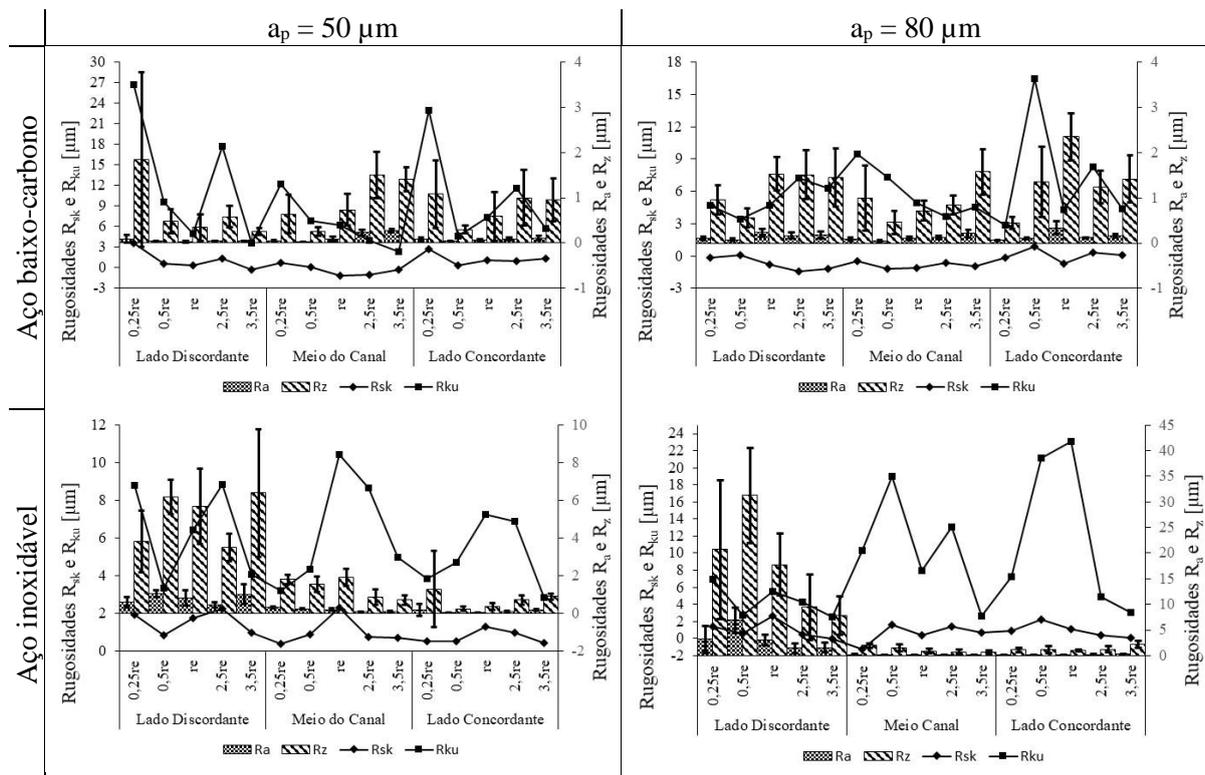


FIGURA 1. Gráficos do comportamento das rugosidades para diferentes materiais e profundidades de usinagem, considerando os parâmetros R_a , R_z , R_{sk} e R_{ku} .

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar a rugosidade em microcanais usinados em metais com grãos ultrafinos pelo processo de microfresamento e identificar os parâmetros de rugosidade mais adequados a avaliação da microgeometria superficial. Apesar do parâmetro R_a ser o mais utilizado pela indústria, não se mostrou satisfatório na avaliação do efeito dos parâmetros de usinagem e do material da peça no acabamento de peças microusinadas, fazendo necessário o complemento das análises com os parâmetros R_z , R_{sk} e R_{ku} . Como continuidade deste trabalho, a análise do efeito do avanço por dente na formação da superfície dos microcanais será mais aprofundada por meio do uso de ferramentas estatísticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LAPRAS, sediado na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) pelo uso do microscópio laser confocal 3D, ao IPT pelo uso da microfresadora e ao CNPq pelo fomento à pesquisa (Processo 468309/2014-4).

REFERÊNCIAS

BATALHA, F.G.; CERVEIRA, P.L.L.R.; SILVA, A.D.R.F. Simulação de processos de microfabricação: influência do efeito de escala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 2005, Joinville.

LAURO, C.H. Análise numérica com validação experimental das forças de corte no processo de microfresamento de Aços endurecidos com variação do tamanho de grão austenítico. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2011.

MARCHIORI, M.M. Estudo de um sistema de medição a laser na análise da textura da superfície gerada por torneamento. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.