

## ANÁLISE DA RUGOSIDADE $R_a$ E DO DESGASTE DE FERRAMENTAS NO FRESAMENTO DE TOPO DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205

Gustavo Rocha de Queiroz (IC)<sup>1</sup>, Tarcísio Gonçalves de Brito (IC-Orientador)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira.

**Palavras-chave:** Aço Inoxidável Duplex UNS S32205. Desgaste. Fresamento de Topo. Rugosidade.

### Introdução

O processo de usinagem por fresamento de topo é um dos processos com aplicação na indústria metal mecânica. Suas características possibilitam a obtenção de produtos de qualidade aliados à produtividade e peças com boa precisão dimensional e geométrica, além da alta taxa de remoção de material (MARCELINO et al., 2004; DINIZ et al., 2008). Com finalidade de se obter e desenvolver melhorias nos processos industriais, diversas análises de desempenho são realizadas para se identificar os pontos chave que impactam diretamente na qualidade e produtividade dos produtos fabricados. Neste sentido, características e parâmetros de comportamento são estabelecidos buscando encontrar as melhores configurações para os melhores resultados.

O objetivo deste trabalho é, portanto, analisar a Rugosidade Média ( $R_a$ ) da superfície fresada e o comportamento do desgaste da ferramenta no processo de fresamento de topo do aço inoxidável duplex UNS S32205, utilizando fluido de corte na máxima vazão, mínima vazão e sem fluido.

### Metodologia

Para a realização dos ensaios foi utilizado Centro de Usinagem CNC marca Eurostec, o aço inoxidável duplex UNS S32205 com dureza média de 250 HB e dimensões de 100 x 100 x 170 mm, foi utilizada uma fresa de topo com diâmetro de 25 mm, ângulo de posição  $X_r = 90^\circ$  graus, haste cilíndrica, passo médio com 3 insertos e fixação mecânica por pinça, insertos de metal duro revestidos com nitreto de titânio (TiN) e nitreto de titânio alumínio (TiAlN). Os ensaios foram realizados utilizando velocidades de corte ( $v_c$ ) de 60, 75 e 90 metros por minuto e profundidade de corte ( $a_p$ ) de 1,00 mm para todos os ensaios. As condições de usinagem utilizadas nos experimentos foram sem fluido, com fluido na mínima vazão (100 ml/min) e com fluido na máxima vazão (12 l/min), utilizando o óleo sintético Quimatic MEII com 5% de concentração. A rugosidade  $R_a$  foi medida em três pontos: nos dois pontos extremos e no centro da peça usinada, utilizando um rugosímetro portátil Mitutoyo SJ-

201 M/P. O procedimento foi realizado, a cada passe, até atingir o critério de fim de vida com o desgaste de flanco adotado, conforme norma ISO 8688-1 (1989), em 0,30 mm para todas as condições de corte. Todos os resultados obtidos foram computados em uma planilha eletrônica do Excel.

### Resultados e discussão

Na análise do desgaste das ferramentas, foi observado que a utilização do fluido de corte trouxe uma melhora significativa ao processo, permitindo a execução de uma quantidade maior de passes antes de atingir o critério de fim de vida.

Em todos os ensaios, o desgaste apresentou comportamento crescente ao longo do número de passes até atingirem o critério de fim de vida da ferramenta. No entanto, o desgaste gerado já no primeiro passe foi menor em todos os casos onde se utilizou fluido de corte e, ainda menor, com o fluido em máxima vazão. Além disso, foi possível observar que o desgaste aumenta de forma mais suave entre um passe e outro quando se utiliza fluido, sobretudo na máxima vazão. Também foi possível observar que, quanto maior a velocidade de corte ensaiada, menor foi o número de passes de qualidade que puderam ser realizados conforme figura 1.

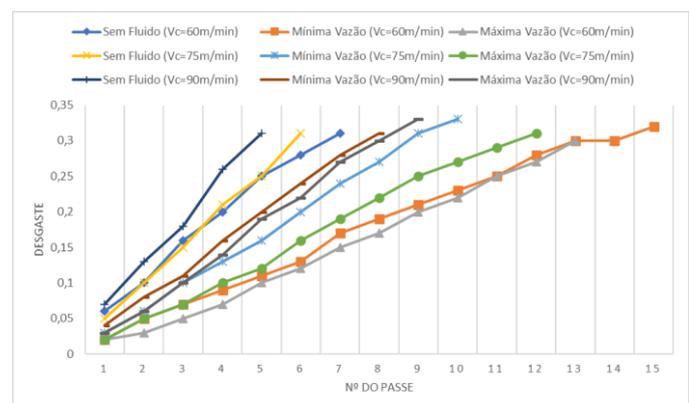


Figura 1 – Análise do Desgaste

A evolução da rugosidade para as três condições ensaiadas (sem fluido, mínima vazão de fluido e máxima vazão de fluido) nas velocidades de corte de 60 m/min, 75 m/min e 90 m/min, também apresentou resultados significativos. Em todos os ensaios, a rugosidade também apresentou comportamento crescente ao longo do número de passes até atingirem o critério de fim de vida da ferramenta. A rugosidade média ( $R_a$ ) foi medida durante todo o ensaio, apresentando valores entre 0,28 e 0,99  $\mu\text{m}$ , conforme a figura 2.

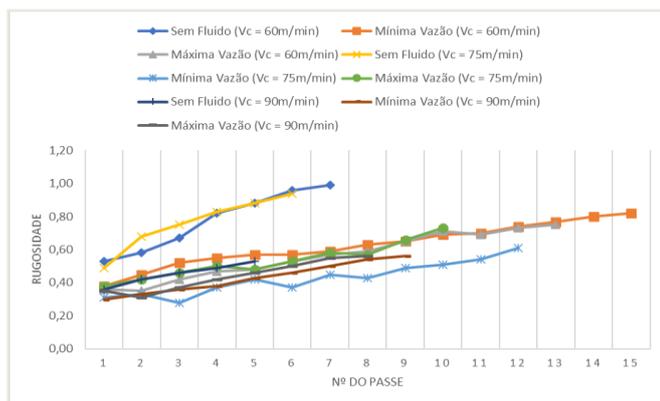


Figura 2 – Análise da Rugosidade

Os maiores valores de rugosidade foram observados na condição sem fluido de corte nas velocidades de 60 e 75 m/min. Isso se deve à baixa usinabilidade do aço inoxidável duplex UNS S32205 em função do desgaste acelerado da aresta de corte da ferramenta. Também é possível observar que a utilização do fluido promoveu um aumento no número de passes possíveis até atingir o critério de fim de vida.

## Conclusões

Baseado nos resultados apresentados e discutidos neste trabalho, pode-se concluir que no fresamento de topo do aço inoxidável duplex UNS S32205 a presença de fluido de corte influenciou no aumento do número de passes possíveis até atingir o critério de fim de vida, comparando com as condições em que não se utilizou fluido de corte. Além disso, a presença de fluido de corte influenciou na redução dos valores da rugosidade. Os menores valores observados para  $R_a$  foram para a velocidade de corte de 75 m/min, na mínima vazão de fluido durante todo o experimento. Para o desgaste, pôde ser observado que em menores valores de velocidade de corte, o desgaste evoluiu de forma menos acentuada, sendo o melhor resultado obtido para a velocidade de corte de 60m/min e mínima vazão de fluido.

Por fim, ao se comparar as análises para o desgaste e para a rugosidade, a configuração em que se utilizou a mínima vazão de fluido de corte com

velocidade de corte de 60m/min obteve bons resultados para as duas situações, podendo ser uma boa escolha para o processo.

## Agradecimento

À mineradora Vale S.A. pelo apoio financeiro através do edital Unifei/Vale S/A nº 01/2020. Ao Grupo de Estudos em Qualidade e Produtividade (GEQProd) da Universidade Federal de Itajubá, campus de Itabira, ao Grupo de Pesquisa em Gestão Energética e Fabricação (InGED) campus Itabira, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão de Itajubá (FAPEPE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio para a realização deste trabalho.

## Referências

DINIZ, A. E., MARCONDES, F. C., COPPINI, N. L., "Tecnologia da usinagem dos materiais", 8.ed., São Paulo: Artliber, 262p, 2008.

MARCELINO, A. P., DOMINGOS, D. C., CAMPOS, D. V. V., SCHROETER, R. B. (2004). Medição e Simulação dos Esforços de Usinagem no Fresamento de Topo Reto de Ligas de Alumínio Tratável Termicamente 6061. IX CREEM, Rio de Janeiro, Paper CRE04-PF25

OLIVEIRA, L. G., OLIVEIRA, C. H., BRITO, T. G., PAIVA, E. J., PAIVA, A. P., FERREIRA, J. R. Nonlinear optimization strategy based on multivariate prediction capability ratios: Analytical schemes and model validation for duplex stainless steel end milling. Precision Engineering. Volume 66, 2020, Pages 229-254, ISSN 0141-6359, <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2020.06.005>.