

ANÁLISE DA RETIFICAÇÃO CILÍNDRICA DE AÇO AISI 4340 COM REBOLO DE CBN E NANOPARTÍCULAS DE TiO_2 NO SISTEMA DE MQL

Roberta Silveira Volpato, roberta_sv@hotmail.com¹
José Claudio Lopes, jclaudioxy@gmail.com¹
Felipe Reyes Barbosa, felipe.r.barbosa@outlook.com¹
Lucas de Martini Fernandes, lucas-asewas@hotmail.com
Kleper de Oliveira Rocha, kleper@fc.unesp.br¹
Hamilton José de Mello, hamilton@feb.unesp.br¹
Paulo Roberto Aguiar, aguiarpr@feb.unesp.br¹
Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unesp.br¹

¹Faculdade de Engenharia de Bauru – UNESP, Bauru, SP, BR

Resumo: Na busca por alternativas sustentáveis e ao mesmo tempo economicamente viáveis, surge a necessidade de tornar os meios de produção cada vez mais eficazes através da redução de geração de resíduos pelos métodos de produção tradicionais, e uso de métodos complementares que auxiliam a produção, levando sempre em consideração os riscos ambientais e à saúde humana. No que diz respeito aos processos de fabricação, a substituição da aplicação do fluido de corte de forma abundante nos processos tradicionais pelo método da mínima quantidade de lubrificante (MQL) tem sido a alternativa mais buscada e tem mostrado os melhores resultados, tanto em laboratórios como na produção industrial. Além disso, a recente busca por fluidos mais eficientes trouxe à tona os nanofluidos, que usam de nanopartículas diversas para potencializar o desempenho do fluido de corte. O uso de nanofluidos juntamente à técnica de MQL mostra-se, assim, proveitoso, tendo o potencial de melhorar ainda mais as qualidades lubrificantes do fluido mantendo-se a qualidade desejada do produto final e diminuindo a geração de resíduos na produção. Assim, esse trabalho propõe analisar o desempenho dessa combinação entre MQL e nanofluidos e sua viabilidade na indústria. Para tal, serão analisadas variáveis de saída do processo, sendo: rugosidade e desvio de circularidade.

Palavras-chave: mínima quantidade de lubrificante (MQL), nanofluido, CBN, aço, retificação cilíndrica.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de usinagem geralmente ocorrem por retirada de material através de uma ferramenta de corte ou abrasiva. A retificação é considerada um processo de usinagem por abrasão por possuir em seu sistema um reboło constituído de grãos abrasivos, o qual rotaciona à altas velocidades (em relação ao torneamento e fresamento) e cuja finalidade é gerar alta precisão dimensional e geométrica, associada a um excelente acabamento superficial (ANJOS et al., 2016). Suas principais diferenças em relação aos outros processos de usinagem são: a maior área de contato entre a ferramenta de corte e a peça, assim como o excessivo atrito entre os grãos abrasivos e a superfície da peça (BRINKSMEIER et al., 1999). Ela é empregada na indústria metal-mecânica de precisão. Porém, é um dos processos de usinagem mais complexos, pois envolve uma gama de parâmetros e variáveis que podem influenciar drasticamente no processo (ALVES et al., 2008).

Durante a retificação, grande parte da energia é transformada em calor, aumentando a temperatura na zona de corte. Caso essa temperatura não seja mantida em níveis aceitáveis, podem ocorrer tensões residuais na peça comprometendo a superfície e integridade estrutural da mesma. Para adequar a dissipação de calor gerada, faz-se necessária a utilização de fluidos de corte. Esses fluidos têm três funções principais: lubrificação do contato entre o material e o reboło, remoção dos cavacos da zona de corte e refrigeração do sistema, diminuindo o atrito (AGUIAR et al., 2016).

Embora o uso de fluido de corte seja necessário para aumentar a produtividade e a vida útil da ferramenta, evitando danos às peças usinadas, sua utilização deve ser tratada com cuidado. Os elementos químicos que os contêm são nocivos à natureza e, portanto, podem gerar problemas à saúde dos operadores e danos ao meio ambiente; na

lubrificação convencional (uso de óleo em abundância) há também a necessidade de manutenção do reservatório de fluido, filtragem e descarte, o que encarece demasiadamente o processo.

No entanto, há uma procura por uma fonte alternativa de lubrificação que mantenha ou melhore o acabamento e qualidade desse processo de usinagem, cause menos impactos ao meio ambiente e seja economicamente mais viável. O modelo que emergiu e recebeu evidência em relação ao método tradicional foi a mínima quantidade de lubrificação (MQL), a qual usa a mistura de ar comprimido e óleo aplicados à zona de corte. Ele se adequa bem nas mais diversas operações de usinagem, possibilitando uma menor quantidade de fluido, máquinas mais limpas e um ambiente de trabalho menos nocivo ao operador (WALKER, 2013).

Os setores produtivos vêm aceitando esse novo meio de lubrificação e adequando às suas linhas, porém ainda se visa a eficácia do sistema e implementação de outros constituintes que minimizem sua utilização e melhorem o rendimento em diversas operações, um exemplo disso é a utilização de nanopartículas juntamente ao fluido, que tendem a melhorar as características refrigerantes sem perder o ideal de uma usinagem limpa. A figura 1 mostra um aglomerado de nanopartículas de TiO_2 .

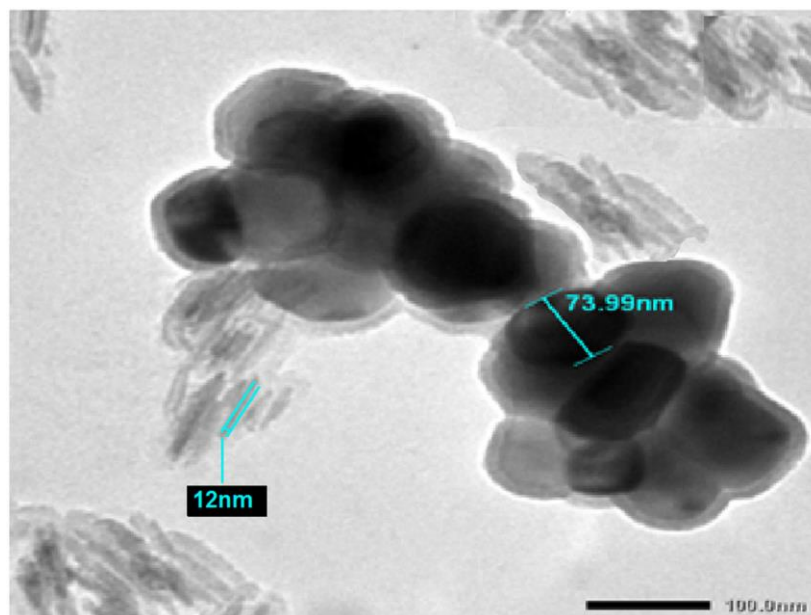


Figura 1 - Nanopartículas de TiO_2 (Haque et al, 2017)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizada uma retificadora cilíndrica modelo RUAP515H da marca Sulmacânica, com comando numérico computadorizado (CNC) para acionamento do eixo “x” da marca Fagor. O sistema de refrigeração convencional é composto por um tanque de 100 litros, bomba de sucção, mangueiras e dois bocais fixos. A rugosidade média foi medida com um aparelho da marca Taylor Hobson modelo Surtronic3+ e a circularidade foi medida com um aparelho de mesma marca modelo Talyrond 131. A emissão acústica e potência foi medida com programa embutido na retificadora, e os resultados analisados através do MATLAB. O rebolos é composto de abrasivos de CBN e ligante vitrificado. Os corpos de prova são feitos de aço AISI 4340 temperado e revenido.

3. RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÕES

A figura 2 apresenta os resultados obtidos para a rugosidade média R_a , referente à comparação entre as diferentes velocidades de avanço para com e sem nanopartículas. O valor da rugosidade apresentado é a média de 3 medições feitas em diferentes posições no corpo de prova para cada um dos 3 ensaios realizados para cada velocidade de avanço.

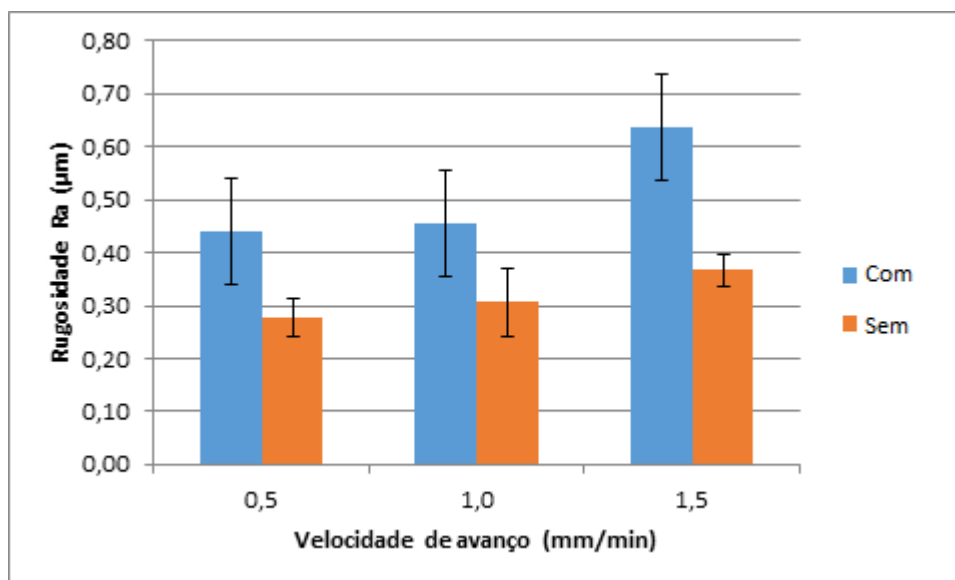


Figura 2 - Resultados de rugosidade Ra para as diferentes velocidades de avanço

O ensaio sem nanopartículas apresentou os menores valores de Rugosidade Ra devido à sua maior friabilidade, o que permite que este rebolo obtenha menores tolerâncias para as peças que retifica. Além disso, a rugosidade acompanhou o aumento da velocidade de avanço, aumentando como o esperado e descrito por Rowe (2014), pois o aumento da velocidade de avanço, a velocidade do rebolo e da peça constantes, tende a piorar as tolerâncias superficiais da peça.

A figura 3 apresenta os resultados obtidos para o desvio de circularidade, referente à comparação entre as diferentes velocidades de avanço com e sem nanopartículas. O valor do desvio de circularidade apresentado é a média de 3 medições feitas em diferentes posições no corpo de prova para cada um dos 3 ensaios realizados para cada velocidade de avanço.

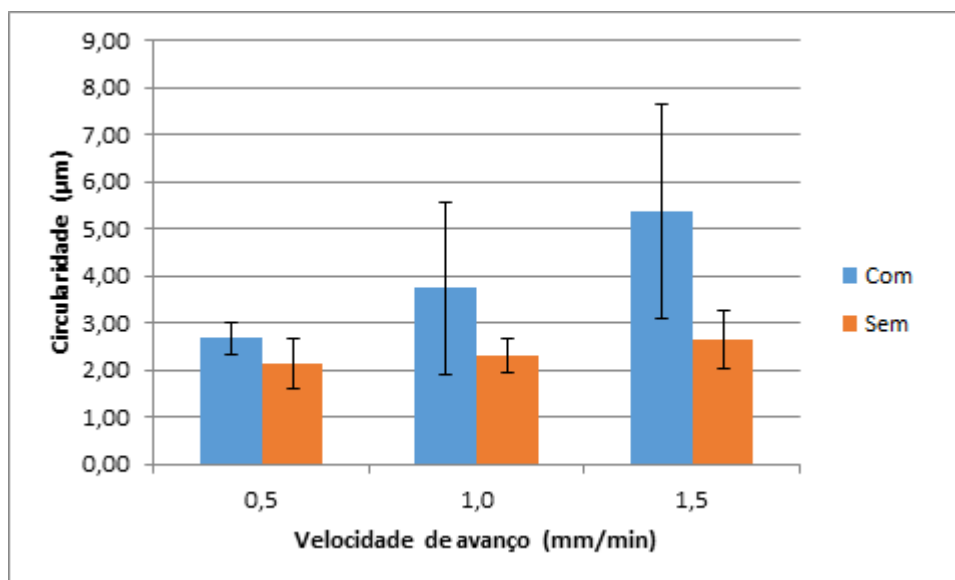


Figura 3 - Resultados de circularidade para as diferentes velocidades de avanço

O ensaio sem nanopartículas apresentou os menores valores de desvio circularidade, o que permite que este rebolo obtenha menores tolerâncias para as peças que retifica.

Além disso, o desvio de circularidade acompanhou o aumento da velocidade de avanço, aumentando como o esperado, pois o aumento da velocidade de avanço, a velocidade do rebolo e da peça constantes, tende a piorar as tolerâncias superficiais da peça, analogamente à rugosidade.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da UNESP de Bauru, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo apoio na concessão da bolsa de Iniciação Científica (processo 2017/19208-8).

5. REFERÊNCIAS

- BRINKSMEIER, E., HEINZEL, C., WITTMANN, M., “Friction, Cooling and Lubrication in Grinding”, Elsevier, Bremen, Germany, 1999.
- ALVES, M. C. S.; BIANCHI, E. C.; AGUIAR, P. R. Influência da velocidade de avanço do rebolo nos danos de aços endurecidos retificados. Revista Matéria, v. 13, n. 4, p. 636 – 642, 2008.
- FRAGELLI, R. L., SANCHEZ, L. E. A., NETO, R. R. I., SCALON, V. L., “Refrigeration capacity of silver nanofluids under electrohydrodynamic effect oriented to heat removal in machining process”. Experimental Thermal and Fluid Science, 2018.
- WANG, X., MUJUMDAR, A. S., “A review of nanofluids – Part II: Experiments and applications”. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 25, n. 4, p. 631 – 648, 2008.
- HAQUE, F. Z., NANDANWAR, R., SINGH, P., “Evaluating photodegradation properties of anatase and rutile TiO₂ nanoparticles for organic compounds”. Optik, n. 128, p 191-200. 2017.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

ANALYSIS OF CYLINDRICAL GRINDING OF AISI 4340 STEEL WITH CBN WHEEL AND TiO₂ NANOPARTICLES IN MQL SYSTEM

Roberta Silveira Volpato, roberta_sv@hotmail.com¹
José Claudio Lopes, jclaudioxy@gmail.com¹
Felipe Reyes Barbosa, felipe.r.barbosa@outlook.com¹
Lucas de Martini Fernandes, lucas-asewas@hotmail.com
Kleper de Oliveira Rocha, kleper@fc.unesp.br¹
Hamilton José de Mello, hamilton@feb.unesp.br¹
Paulo Roberto Aguiar, aguiarpr@feb.unesp.br¹
Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unesp.br¹

Bauru Faculty of Engineering – UNESP, Bauru, SP, BR

Abstract. *There is a constant need to improve efficiency of machining operations, especially by reducing the residues generated in the traditional methods and allying them with new techniques, taking in consideration the environmental hazards and risks to human health. In the scope of machining, the replacement of the abundant lubrication and refrigeration methods by the minimum quantity lubrication (MQL) has been the most attractive method to achieve this goal; it has shown the best results when compared to other techniques, not only in the researches but also in the industry. In addition, the recent need for more efficient fluids brought nanofluids to light. These are fluids with nanoparticles dispersed in it in order to improve the characteristics of the cutting fluid. The use of nanofluids in MQL system has a great potential to improve the lubrication characteristics of the fluid and, therefore, minimizing the residues generated in the operation while still improving the overall quality of the workpiece. Thus, this research aims to analyze the effects of the addition of nanoparticles in the MQL system and its potential application in industry. To do so, two main output variables shall be considered: surface roughness and circularity deviation.*

Keywords: *minimum quantity lubrication, nanofluid, CBN, steel, cylindrical grinding*