

IMPACTO DA VARIAÇÃO DO ÂNGULO DE SÁIDA NA FORMAÇÃO DE CAVACO NO PROCESSO DE TORNEAMENTO

Henrique Brandão Boura, henriqueboura@gmail.com¹
Francisco M. F. A. Varasquim, mateusifsp@gmail.com¹
Mário Luiz Nunes da Silva, marioluiznunes@ifsp.edu.br¹

¹Instituto Federal de São Paulo – IFSP, Câmpus Itapetininga; Avenida João Olímpio de Oliveira, 1561, Vila Asem, Itapetininga, SP, Brasil - Cep: 18202-000

Resumo: O aço rápido é um dos materiais mais utilizados como material para fabricação de ferramentas de usinagem. A combinação de propriedades apresentada por ele pode ser modificada, de acordo com a necessidade do processo, por meio de tratamentos térmicos adequados. Os processos de usinagem de precisão são normalmente realizados em máquinas de Comando Numérico Computadorizados (CNC), diminuindo a interferência por problemas comuns como erro do operador, falta de rigidez da máquina entre outros, aumentando assim a qualidade superficial da peça usinada. As ligas de alumínio, quando comparadas com outras ligas e materiais metálicos, são materiais usinados mais facilmente, de fácil obtenção e baixo custo, além de proporcionar um bom acabamento sem a necessidade de um alto custo de usinagem, por esses motivos são escolhidas para a confecção das peças nas indústrias. O objetivo do trabalho foi estudar a influência do ângulo de saída das ferramentas de aço rápido sobre remoção de cavaco e o acúmulo de material sobre a ferramenta de corte quando no torno CNC. Essas observações também foram comparadas através de três ferramentas de aço rápido, onde variou-se o ângulo de saída, e uma ferramenta de metal duro com ângulo de saída de 20° positivos.

Palavras-chave: Usinagem; CNC; Qualidade superficial; Torneamento; Ângulo de saída.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Dobler (2014), a usinagem é um processo que, devido à complexidade da peça, exigia um grande tempo de fabricação, o que exigia compra de máquinas melhores e ferramentas com maior taxa de remoção de material. O aumento da eficiência dos processos de usinagem só foi possível através do desenvolvimento de máquinas automatizadas, desenvolvimentos de materiais para ferramenta de corte mais eficientes e aumento da agilidade do processo através de simulações computacionais.

De acordo com Santana (2011), a escolha da ferramenta de corte e dos parâmetros de usinagem não se prendem apenas as questões de acompanhamento da tecnologia, mas uma necessidade em função do aumento de produção e redução de custo, além de garantir a qualidade dos produtos. Fernandes (2004) ressalta que ferramentas de corte precisam ter características apropriadas para sua aplicação, como resistência ao desgaste, tenacidade e dureza a quente. Também se faz necessário o conhecimento aprofundado dos parâmetros de usinagem, como ângulo de saída, rotação, avanço entre outros. A manipulação destes permite a otimização do processo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do ângulo de saída na formação de cavaco e o acúmulo de material nas ferramentas de corte no processo de torneamento.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram avaliados três ângulos em ferramentas de aço rápido, todas confeccionadas utilizando bits da *Tool Matters* 12 de 3/8" x 4". Os ângulos de saída utilizados foram 0°, 10° e 20°, todos positivos. A pastilha de metal duro utilizada, possui 20° positivo de ângulo de saída, seu modelo é CCGT09T304F-AL KX, (Figura 1).

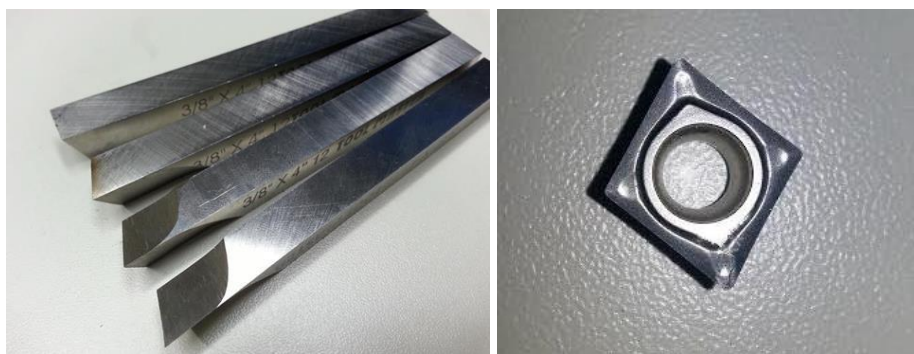


FIGURA (1). Aços rápidos utilizados. (2). Pastilha de metal duro modelo CCGT09T304F-AL KX

O material usinado foi uma liga de alumínio 6351 T6. O torno CNC utilizado foi da marca Veker modelo LVK-175 que possui um módulo Siemens 808D integrado (Figura 2) com um medidor de potência ligado ao sistema elétrico do torno CNC para medir a potência consumida. Utilizou-se uma rotação de 1100 RPM e um avanço fixo de 165 mm/min para todos os ensaios realizados.



Figura 2. (a) Torno CNC Veker modelo LVK-175 com módulo Siemens 808D. (b) medidor de potência

Foi utilizado um rugosímetro apalpador da marca HOMIS modelo TIME TR 200 para a medição da qualidade superficial da peça, serão realizadas 6 medições ao longo da circunferência do corpo de prova.

Para avaliar a quantidade de material aderido na aresta de corte da ferramenta utilizou-se um microscópio Zeiss AxioLab.A1 acoplado a uma câmera digital ZEISS modelo AxioCam ER 5s (Figura 3) e o software livre ImageJ para a montagem das imagens em 3D.



Figura 3: Microscópio Zeiss Axio Lab. A1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das imagens obtidas das arestas de corte das ferramentas e cavacos coletados foram geradas imagens e feita a avaliação qualitativa da superfície da aresta de corte e quantidade de material impregnado em sua superfície, além da análise do formato dos cavacos obtidos.

É possível notar uma boa quantidade de regiões com material acumulado na superfície da ponta da ferramenta, destacados pelos círculos (Figuras 4a), enquanto as demais regiões são as que não tem material impregnado na superfície (destacada pela cor roxa), isso acontece por que o material não tem um caminho facilitado para o escoamento. Como a ferramenta não possui um ângulo de saída não há a saída do cavaco de forma facilitada, chocando-se com a superfície e deformando até se romper, devido ao atrito do escoamento do cavaco a temperatura da ferramenta e consequentemente da peça se elevam facilitando a impregnação de material na superfície da ferramenta. A Figura 4a apresenta a ferramenta ampliada 50 vezes no microscópio, onde pode-se observar a disposição do material do cavaco impregnado na ferramenta, enquanto na Figura 4b pode-se observar o cavaco gerado.



FIGURA 4: (a) superfície da ferramenta de aço rápido com ângulo de saída de 0° , ampliação de 50 vezes (b) cavaco gerado pelo mesmo.

É possível notar na aresta de corte da ferramenta com ângulo de saída de 10° positivo (Figura 5a) zonas sem material acumulado demarcadas pelos círculos, pois a quantidade deste material é menor e a camada do mesmo é mais fina. A presença deste ângulo de saída permitiu que o cavaco fosse melhor direcionado acumulando em menor quantidade na ponta da ferramenta e no corpo da mesma. Consequentemente a facilitação no escoamento diminui o tempo de contato entre o cavaco e a ferramenta, obtendo um cavaco de forma mais uniforme como apresenta a Figura 5b. Nota-se também essa ferramenta gerou 2 tipos de cavacos, um com formato helicoidal e outro sem formato definido.

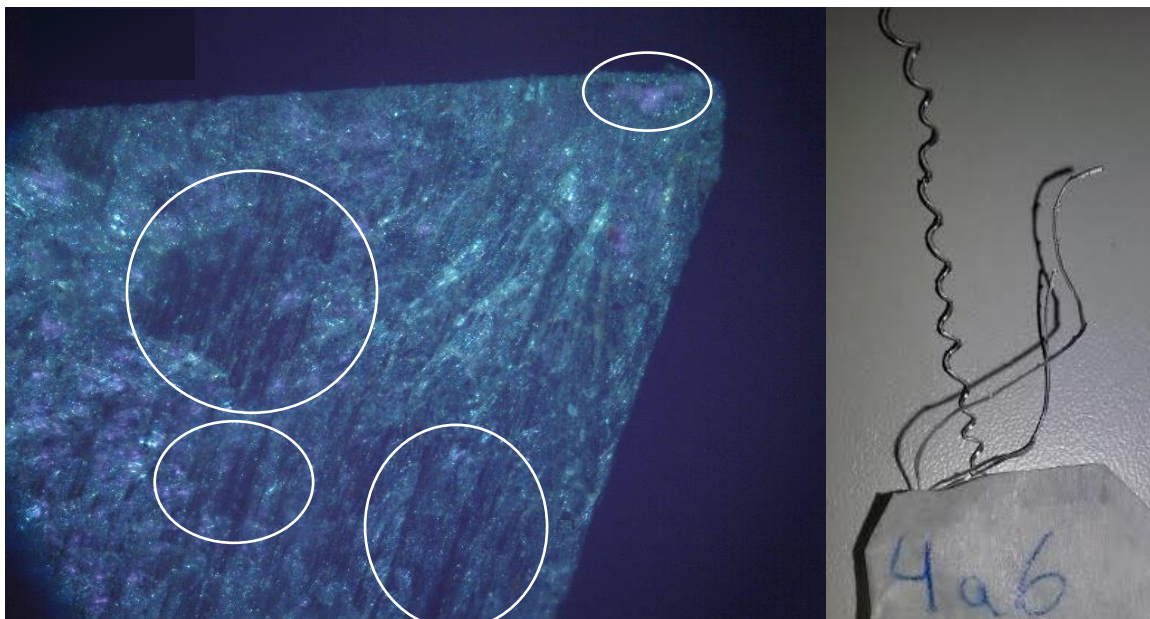


FIGURA 5: (a) superfície da ferramenta de aço rápido com 10° positivos no ângulo de saída ampliada 50 vezes (b) cavaco gerado pela mesma

Para a ferramenta de ângulo de saída com 20° positivos podemos observar uma pequena quantidade de material acumulado, indicado pelo círculo vermelho, na ferramenta como visto na Figura 6a, esse material impregnou principalmente na ponta e na aresta de corte isso ocorre devido ao escoamento imediato do cavaco que, ao se chocar com a ferramenta inicia o caminho proporcionado pelo ângulo de saída mantendo um menor contato com o corpo da ferramenta e um maior contato com a ponta da mesma. A terceira ferramenta gerou um cavaco sem forma definida, alongado e muito quebradiço (Figura 6b) como consequência do acúmulo de material na ponta da ferramenta e do ângulo de saída de 20° positivos. Além disso, devido ao material da usinagem acumulado na aresta de corte esta ferramenta não proporcionou um bom acabamento superficial.

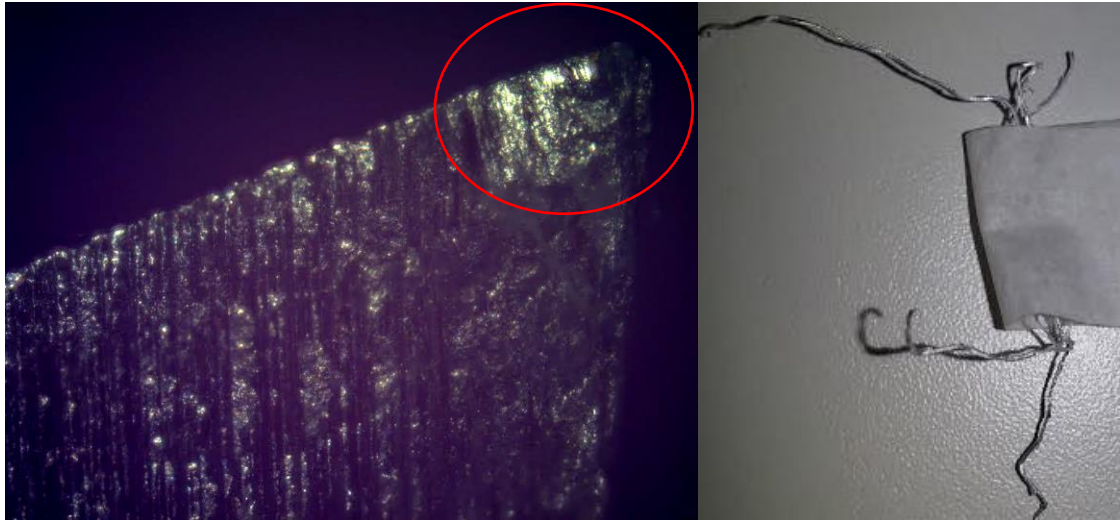


FIGURA 6: superfície da ferramenta de aço rápido com ângulo de saída de 20° positivo, ampliação de 50 vezes (b) cavaco gerado pela ferramenta.

Já a pastilha de metal duro, como apresenta a Figura 7a, foi a ferramenta que acumulou menos material na aresta de corte (indicado pelo círculo vermelho) e no corpo, pelo motivo de ser fabricada com materiais que proporcionam um menor atrito entre a superfície da pastilha e o cavaco, além de possuir um ângulo de saída de 20° positivo e um relevo localizado bem em frente a aresta de corte, proporcionado a quebra do cavaco no ponto certo. O menor acúmulo de material na aresta de corte comparada com as outras ferramentas proporcionou um melhor acabamento superficial da peça. Com a pastilha de metal duro o cavaco produzido foi de forma helicoidal contínua sem rompimento ou defeito ao longo do processo (Figura 7b). Devido à tecnologia envolvida em sua fabricação, a pastilha foi capaz de usinar o material e gerar cavaco com o melhor formato entre as ferramentas analisadas.



FIGURA 7: Superfície da pastilha de metal duro ampliada 50 vezes.

A Figura 8 apresenta os valores de rugosidade média (R_a) e total (R_t), em micrometros, obtidos após a realização dos ensaios. Nota-se que os melhores valores de rugosidade para a ferramenta de aço rápido foram obtidos para a ferramenta que possui 0° no ângulo de saída. Essa ferramenta foi a única que apresentou um cavaco tipo helicoidal enquanto as

demais ferramentas de aço rápido obtiveram o cavaco tipo fita e piores valores de rugosidade. Diniz, Marcondes e Coppini (2001) citam vários inconvenientes do cavaco tipo fita, dentre eles podemos citar possíveis danos à ferramenta e a peça.

Quando comparada a ferramenta de aço rápido e a ferramenta de metal duro, ambas com 20° positivos de ângulo de saída, nota-se que a pastilha de metal duro gerou valores de rugosidade muito menores, cerca de 50% para Ra e 57% para Rt, isso se deve por toda tecnologia envolvida na produção da ferramenta de metal duro que possui recobrimentos e sistemas de quebra cavaco.

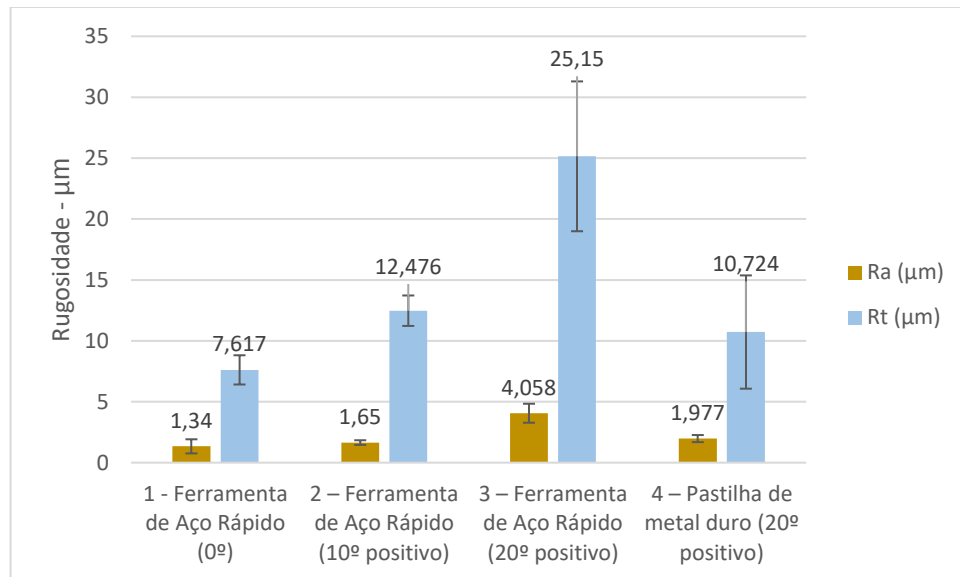


FIGURA 8: Valores médios de rugosidade obtidos nos ensaios.

4. CONCLUSÕES

A partir dos dados avaliados pode-se concluir que a condição de usinagem que obteve as menores quantidades de material aderido à superfície foi a ferramenta com ângulo de saída de 20° positivo, enquanto que a ferramenta de aço rápido que obteve a melhor qualidade superficial foi a de 0° e obteve o cavaco em forma similar ao helicoidal. A geometria do cavaco em forma de fita está diretamente relacionada aos piores valores de rugosidade na peça, uma vez que tais valores foram obtidos com as ferramentas que geram “cavaco fita”. A ferramenta que obteve o cavaco com forma mais definida foi a pastilha de metal duro.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a SECO TOOLS pela doação de ferramentas e material confeccionável e ao IFSP – Câmpus Itapeninga por ceder o espaço para realização dos ensaios.

6. REFERÊNCIAS

- AGIC, A.; GUTNICHENKO, O.; EYNIAN, M.; STAHL, J-E. Influence of Cutting Edge Geometry on Force Build-up Process in Intermittent Turning. *Procedia Cirp*, v. 46, p.364-367, 2016.
- DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. *Tecnologia da Usinagem dos Materiais*. 4. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda, 2001. 248 p.
- DOBLER, J. K. Estudo comparativo de estratégias de usinagem na fabricação de um modelo de alumínio. 2014. 73p. Trabalho para a obtenção de título. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi. 2014.
- FERNANDES, M. V. Estudo da viabilidade da substituição de pastilha de metal duro por cbn. 2004. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade São Francisco. Itatiba. 2004.
- SANTANA, M. S. Estudo de parâmetros de usinagem do aço sae 4140 no torneamento cnc. 2011. 62p. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal de Sergipe Centro de Ciências Exatas e Tecnologia Núcleo de Engenharia Mecânica. São Cristóvão – SE. 2011.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores Henrique Brandão Boura, Francisco Mateus Faria de Almeida Varasquim e Mário Luiz Nunes Silva são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

STUDY OF THE VARIATION OF THE RAKE ANGLE IN CHIP FORMATION IN THE TURNING PROCESS

Henrique Brandão Boura, henriqueboura@gmail.com¹
Francisco M. F. A. Varasquim, mateusifsp@gmail.com¹
Mário Luiz Nunes da Silva, marioluiznunes@ifsp.edu.br¹

¹Instituto Federal de São Paulo – IFSP, Câmpus Itapetininga; João Olímpio de Oliveira Avenue, 1561, Vila Asem, Itapetininga, SP, Brazil – Zip code: 18202-000

Abstract. Nowadays, the industry is searching for alternatives that can reduce the costs of production processes while preserving the final quality of the product. Therefore, it is important to know all the characteristics of machining of the material to be used, guaranteeing the efficiency of the operation. The cutting angles of the tool directly influence the machining process. It is possible to highlight the rake angle of the tool, which is one of the variables that directly impact the process, mainly influencing the type and shape of the generated chip and, consequently, the surface quality of the completed part. The use of machines that have computerized numerical control has increased in the machining industry, the use of this type of machinery ensures greater control and precision to the process. The purpose of this work was to study the influence of the rake angle of high speed steel tools on the chip forming mechanism, the accumulation of material on the cutting edge and the surface quality of the part in the turning of the aluminum alloy 6351 T6. Three rake angles were used on the high speed steel tools (0° , $+10^\circ$ and $+20^\circ$), and a carbide insert having an rake angle of $+20^\circ$. It could be verified from the tests carried out that the lowest roughness values were obtained with the rake angle of 0° . Regarding the chip forming, both the tool with rake angle of 0° and the carbide insert generated a helical chip while the other tools generated a tape shape chip.

Keywords: Machining; CNC; Surface quality; Turning; Rake angle.