

ESTUDO DO DESGASTE DE FERRAMENTAS DE CBN NO TORNEAMENTO COM CORTE INTERROMPIDO

Igor Marques do Nascimento, igormnascimento@hotmail.com¹

Carlos Henrique Lauro, carloslauro@ufsj.edu.br¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufsj.edu.br¹

Robson Bruno Dutra Pereira, robsondutra@ufsj.edu.br¹

Richard Corrêa Esteves Júnior, richard.junior@ifsudestemg.edu.br²

¹ Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei- MG- CEP 36307-352

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais- Campus Muriaé, Cel. Monteiro de Castro, 550 - Barra, Muriaé - MG, 36884-036

Resumo. O objetivo desse trabalho foi analisar a influência da velocidade de corte na vida de uma ferramenta de CBN durante o processo de torneamento. O aço SAE 52100 é amplamente utilizado na indústria para a produção de componentes mecânicos por causa da sua resistência ao desgaste devido a sua alta dureza, tendo o processo de usinagem caro e demandante de muito tempo em comparação com outros materiais. Com isso em vista, torna-se necessário estudar os diferentes parâmetros de usinagem, dentre eles a velocidade de corte, afim de se otimizar a fabricação de componentes com esse aço, diminuindo o custo de produção. Dessa forma, nesse estudo, utilizou-se a faixa de velocidades de corte permitidas pelo fabricante no processo de torneamento do aço SAE 52100 e, a partir disso, foi determinada a sua influência na vida da ferramenta e definido o valor que proporciona maior vida da ferramenta, com a menor incidência de avarias. Considerando os dados obtidos, a melhor opção é empregar uma velocidade de corte de 125 m/min com avanço de 0,05 mm/rot e profundidade de corte de 0,8 mm.

Palavras chave: Aço inox 316. Furação. Broca helicoidal. Metal duro

1. INTRODUÇÃO

Um dos processos de fabricação mais usados é a usinagem. De acordo com Ferraresi (1970), como operações de usinagem entendemos aquelas que, ao conferir à peça a forma, ou as dimensões ou o acabamento, ou ainda uma combinação de cada um destes três itens, produzem cavaco. Como operações de usinagem comuns pode-se citar o torneamento, a fresagem e a furação, entre outras.

O torneamento é a combinação de dois movimentos, rotação da peça e avanço da ferramenta, o movimento de avanço da ferramenta pode ser ao longo da peça o que significa que o diâmetro da peça é torneado para um tamanho menor (FERRARESI, 1970). Sendo um dos processos de usinagem mais comuns, o torneamento está presente em quase todos os conjuntos mecânicos, sobretudo naqueles que possuem eixos.

Frequentemente, realiza-se uma classificação de acordo com a forma de contato entre a ferramenta de torner e a peça. Quando ambas ficam em contato durante toda a operação, se diz que está ocorrendo um corte contínuo. De outro modo, quando a peça e a ferramenta perdem contato, mesmo que por uma fração de tempo, geralmente por um formato característico da primeira, o corte é chamado de intermitente ou interrompido.

Para Ferraresi (1970), a usinabilidade pode ser definida como uma grandeza tecnológica, que mostra por meio de um valor numérico comparativo (índice ou porcentagem) um conjunto de propriedades de usinagem do material, em relação a outro tido como padrão. Há geralmente três fatores principais que devem ser identificados para determinar a usinabilidade de um material: a classificação de material da peça do ponto de vista mecânico, a geometria da aresta de corte a ser usada a níveis micro e macro e o material da ferramenta de corte com seus próprios constituintes (DINIZ, 2014).

De acordo com Shackelford (2008), mais de 90% em peso dos materiais metálicos usados pelos seres humanos são ligas ferrosas, sendo as principais os ferros fundidos e os aços. Algumas aplicações, no entanto, necessitam de aços especiais, muitas vezes com dureza elevada, como é o caso de componentes que devem resistir ao atrito. Dentre os aços com elevada dureza está o aço SAE 52100, que possui um elevado teor de carbono ligado ao cromo, apresentando, após a têmpera, uma dureza entre 62 – 66 HRC. Conforme Moraes *et al.* (2019), esse aço é amplamente utilizado na fabricação de rolamentos, eixos, pás e vários outros componentes onde há uma necessidade de alta dureza e alta resistência à abrasão.

Durante o torneamento, uma ferramenta com geometria definida age sobre a peça. Como resultado dessa ação ocorrem desgaste e avarias. Diniz *et al.* (2014) definem desgaste como a perda contínua e microscópica de partículas da ferramenta devido a ação do corte, as demais ocorrências são chamadas de avarias. Para Cunha (2018), avaria é o fenômeno que ocorre de maneira súbita e imprevisto em uma ferramenta de corte, implicando no seu dano integral ou levando à

perda de uma quantidade significativa de material, inviabilizando, desta forma, seu uso. A observação das características desse desgaste e avarias, originou padrões para classificá-los. Os principais padrões de desgaste e avarias observados nas ferramentas de usinagem, Figura 1, são o desgaste de cratera (A), o desgaste de flanco (B) e entalhe (C) e (D), além das trincas de choque térmico, a deformação plástica, o lascamento e a quebra de ferramentas (HUANG, 2006).

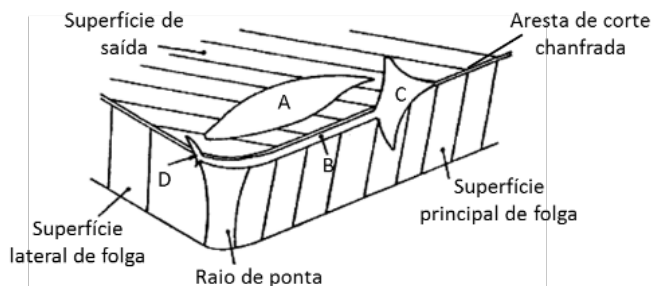


Figura 1. Tipos de desgaste
Adaptado de Dearnley e Trent (1982)

Pela ampla utilização do aço SAE 52100 na indústria e tendo em vista a dificuldade de usinagem do mesmo, o foco deste estudo foi encontrar um ponto ótimo entre os parâmetros de usinagem e o tempo de vida da ferramenta e, dessa forma, a produção de peças com maior qualidade e menor custo pode ser avaliada.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Usinagem do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ. O estudo observou o processo de torneamento do aço SAE 52100 com dureza de 56 HRC empregando uma ferramenta de CBN da Sandvik™ TCGW 110308 S10120F classe 7025. Essa classe contém, segundo o fabricante, 60% de CBN com uma distribuição bimodal de grãos (1 e 3 μm) em um ligante de cerâmica, ideal para corte interrompido (SANDVIK COROMANT, 2012). Foi utilizado um centro de torneamento ROMI™ GL 240-M com rotação máxima de 6000 rpm e potência máxima na árvore de 15 kW. Os parâmetros de corte foram definidos através de recomendação do fabricante, Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de corte (Sandvik Coromant, 2012)

Parâmetro de entrada	Unidade	Valor	
		Sugerido	Aplicado
Velocidade de corte (vc)	m/min	125 - 180	125, 150 e 180
Avanço (f)	mm/rot	0,05 - 0,30	0,05
Profundidade de corte (ap)	mm	0,07 - 0,80	0,80

A medição de desgaste das ferramentas foi realizada através de um microscópio modelo TM 505 da marca Mitutoyo™ com um sistema de captura de imagem da Motic™. Os ensaios foram realizados até a quebra da ferramenta ou ser observado um desgaste de entalhe (VC_n) de 0,8 mm. A geometria dos corpos de provas foi constituída de um tubo com 130 mm de diâmetro externo e 10 corpos com comprimento 10 mm, separados por sulcos de 3 mm, Figura 2. Em cada passe, foi torneado um comprimento equivalente a 5 corpos.



Figura 2. Configuração dos ensaios de vida da ferramenta
(Autoria própria, 2021)

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Na Figura 3 são representadas as curvas de desgaste para ferramenta de CBN no torneamento do SAE 52100. Para a velocidade de 180 m/min, foi observado um desgaste inicial menor que as demais velocidades analisadas, porém, após o tempo de 6 minutos, houve a quebra da ferramenta. Quando o experimento foi realizado com as outras duas velocidades de corte ensaiadas, observou-se que a velocidade de 125 m/min possibilitou uma vida de quase o dobro daquela obtida com a velocidade de 150 m/min. Embora o tempo efetivo de usinagem seja maior quando se utiliza velocidades de corte mais baixas, a maior vida pode representar economia de ferramentas e menor perda de tempo na troca das mesmas.

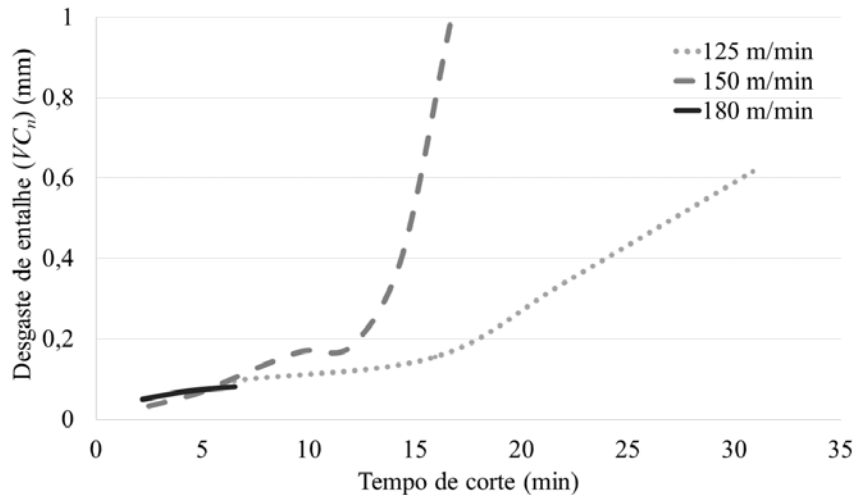
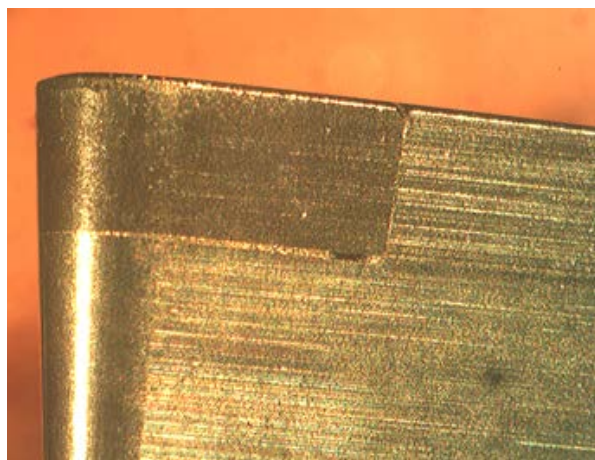
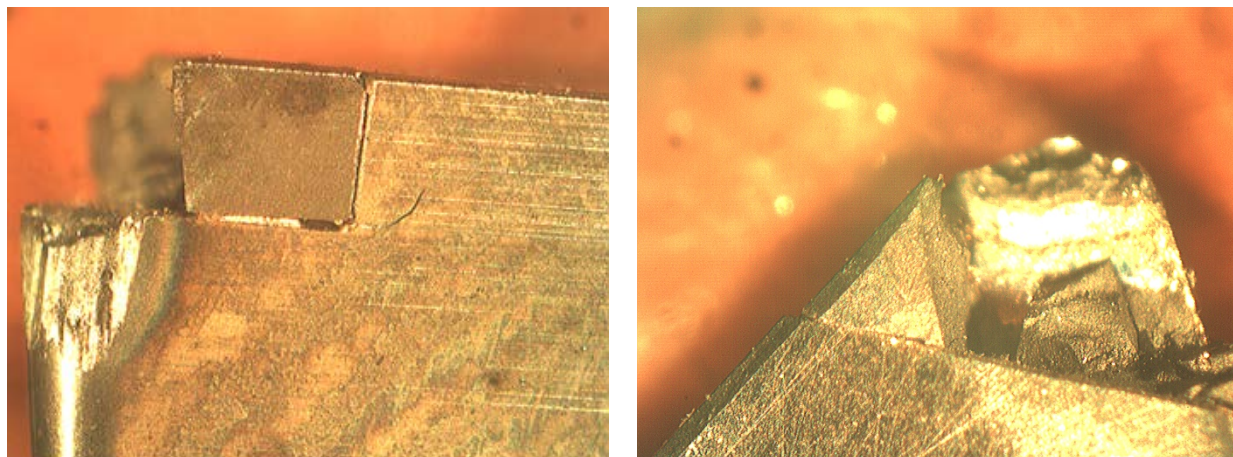


Figura 3. Curvas de desgaste
(Autoria própria, 2021)

A Figura 4 mostra a condição da ferramenta para a velocidade de corte de 180m/min. Aos 6 minutos de ensaio, na Figura 4a, observa-se o desgaste de flanco característico dos processos de usinagem. Após mais alguns segundos de trabalho, Figura 4b, percebe-se a quebra da aresta de corte. Tal fato pode ser justificado pela ocorrência de maiores temperaturas e forças na entrada da ferramenta, devido à alta velocidade de corte. Segundo Diniz e Oliveira (2008), o corte semi-interrompido proporciona uma vida menor que o corte contínuo e interrompido, independentemente da classe do CBN, pois o aumento de temperatura estimularia mecanismos de desgaste, como abrasão e difusão. Além disso, reduz a dureza da ferramenta, facilita a remoção de partículas da ferramenta por abrasão e estimula a troca de partículas entre a ferramenta e o cavaco. Para contornar esses problemas e aumentar a vida da ferramenta recomenda-se manter as temperaturas de corte mais baixas. Em alguns casos pode-se usar fluidos de corte. Questões como falta de rigidez do conjunto e balanço excessivo da peça, podem dificultar o trabalho em altas velocidades, gerando a falha repentina da ferramenta.



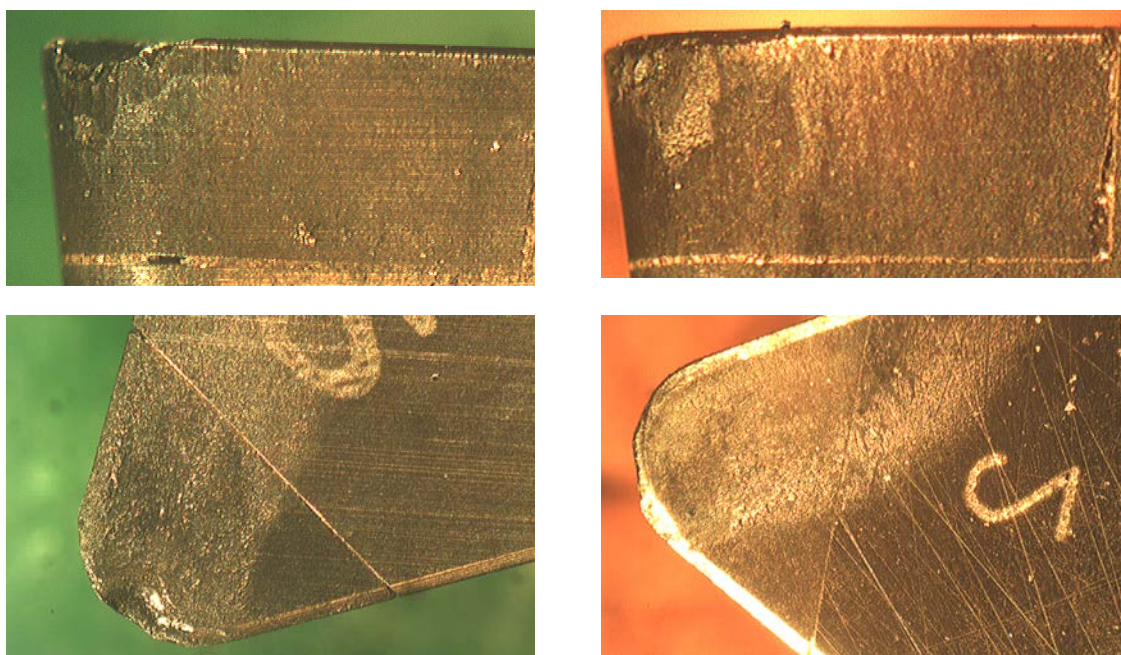
a) Condição aos 6 min de ensaio



b) Condição após 6 min de ensaio

Figura 4. Condições da ferramenta de corte com vc de 180m/min
(Autoria própria, 2021)

Ao chegar ao valor de 0,6 mm de desgaste de entalhe, a ferramenta ensaiada com velocidade de 150 m/min apresentou menos deformação que a ferramenta que trabalhou com 125 m/min, apresentando o fenômeno de lascamento, Figura 5.



a) Fim de vida à 125 m/min

b) Fim de vida à 150 m/min

Figura 5. Condições da ferramenta com vc de 125 e 150 m/min
(Autoria própria, 2021)

De acordo com os testes experimentais realizados no torneamento do aço SAE 52100, pode-se concluir que a velocidade de corte de 180 m/min utilizada com uma ferramenta de CBN da SandvikTM TCGW 110308 S10120F classe 7025 apresentou comportamento inesperado nas condições ensaiadas, não sendo um parâmetro de corte interessante de ser utilizado na operação de usinagem estuda. Apesar de apresentar indícios de proporcionar menos desgaste, a quebra repentina da ferramenta traz baixa confiabilidade e imprevisibilidade ao processo de corte.

As velocidades de corte de 150 e 125 m/min apresentaram valores de desgaste distintos, como era de se esperar. Entretanto, no momento em que são analisados os resultados de ambas para um desgaste de no máximo 0,6 mm, percebe-se que a menor velocidade proporciona melhoria no tempo de vida. Por causa disso, para as condições dos testes

realizados, a melhor opção é empregar uma velocidade de corte de 125m/min com um avanço de 0,05mm/rot e uma profundidade de corte de 0,8mm.

4. REFERÊNCIAS

- CUNHA, B. S., *Desgastes e avarias em inserto cerâmico na usinagem do aço liga AISI 8640*, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2018.
- DEARNLEY, P., A.; TRENT, E., M., *Wear mechanisms of coated carbide tools*. Metals Technology, 1982.
- DINIZ, A. E.; DE OLIVEIRA, A. J. *Hard turning of interrupted surfaces using CBN tools*. Journal of Materials Processing Technology, v. 195, n. 1–3, p. 275–281, 1 jan. 2008.
- DINIZ, A. E.; MARCONDES, F.C.; COPPINI, N. L. *Tecnologia da Usinagem dos Materiais*, 9º edição. São Paulo: Artliber, 2014.
- FERRARESI, D. *Fundamentos da Usinagem dos Metais*. São Paulo: Blucher, 1970.
- FERRARI, A. *Torneamento duro*. Coluna Tecnologia em pauta, 2017. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/colunistas/torneamento-duro>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- MAZAK SULAMERICANA. *Torneamento: o que é torneamento?* Disponível em: <<https://www.mazak.com.br/machines/product/turning/#:~:text=Torneamento%20%C3%A9%20o%20processo%20de,pe%C3%A7a%20exerce%20um%20movimento%20rotacional>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- MORAES, D.L., GARCIA, M.V., LOPES, J.C. *Performance of SAE 52100 steel grinding using MQL technique with pure and diluted oil*. Int J Adv Manuf Technol 105, 4211–4223, 2019
- SANDVIK COROMANT. *Torneamento de peças duras com CBN*. [s.l: s.n.].
- SHACKELFORD, J. F. *Ciência dos Materiais*. 6º edição. Editora Prentice Hall Brasil, 2008.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

STUDY OF CBN TOOL WEAR IN TURNING WITH INTERRUPTED CUTTING

Igor Marques do Nascimento, igormnascimento@hotmail.com¹

Carlos Henrique Lauro, carloslauro@ufs.br¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufs.br¹

Robson Bruno Dutra Pereira, robsondutra@ufs.br¹

Richard Corrêa Esteves Júnior, richard.junior@ifsudestemg.edu.br²

¹ Federal University of São João del Rei- Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei- MG- CEP 36307-352

² Federal Southeast Institute of Minas Gerais - Campus Muriaé- Cel. Monteiro de Castro, 550 - Barra, Muriaé - MG, 36884-036

Abstract. The purpose of this work was to analyze the influence of the cutting speed on the life of a CBN tool during the turning process. SAE 52100 steel is widely used in the industry for the production of mechanical components because of its wear resistance due to its high hardness, making the machining process expensive and time-consuming compared to other materials. With this in mind, it becomes necessary to study the machining parameters, including the cutting speed, in order to optimize the manufacture of components with this steel, reducing the production cost. Thus, in this study, a range of cutting variation allowed by the manufacturer in the process of turning SAE 52100 steel is used and, from that, its influence on the tool life was defined and the value that offers the longest tool life was defined, with the lowest incidence of damage. The data obtained, the best option is to employ a cutting speed of 125 m/min with an advance of 0.05 mm/rotation and a depth of cut of 0.8 mm.

Keywords: CBN. tool life. SAE 52100. turning

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.