

INFLUÊNCIA DO DESGASTE DE FERRAMENTAS DE METAL-DURO NA INTEGRIDADE DA SUPERFÍCIE NO TORNEAMENTO DE AÇO ENDURECIDO

Igor dos Santos Roik

Clarianne Natali de Campos

Rolf Bertrand Schroeter

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900.

igorroik3@unifebe.edu.br; clarianne.campos@gmail.com; rolf.schroeter@ufsc.br

Rodrigo Blödorn

UNIFEBE – Centro Universitário de Brusque, Rua Dorval Luz, 123 – Santa Terezinha – CEP: 88352-400 – Brusque/SC – Cx. Postal: 1501

rodrigoblodorn@unifebe.edu.br

Resumo: A busca pela redução de custos de fabricação e aumento da vida útil de componentes automotivos faz com que seja necessário avaliar os processos de fabricação, visando melhorar o desempenho e maximizar a relação custo-benefício. Eixos, engrenagens e demais componentes de transmissão veicular fabricados em aços endurecidos, como o aço AISI 4340, podem alcançar rotações na faixa de 15 000 rpm em sistemas de transmissão de veículos elétricos, carecendo, assim, de uma resistência mecânica maior quando comparado aos componentes utilizados em veículos a combustão interna. Apesar das vantagens do torneamento, sabe-se que há modificação do estado da superfície e da subsuperfície do material, podendo promover alterações em função das condições do processo. No caso do torneamento de materiais endurecidos, a literatura classifica-o enquanto um processo termomecânico, já que efeitos tanto mecânicos quanto térmicos são observados. Por conta destas características, alterações nas camadas abaixo da superfície podem ocorrer, tais como camada branca e refinamento de grãos, por exemplo. Um dos fatores que podem induzir a essas modificações na integridade da superfície é o nível de desgaste das ferramentas de corte. Com base nesta premissa, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de diferentes níveis de desgaste de ferramentas de metal-duro na integridade da superfície no torneamento do aço AISI 4340 (55-60 HRC). Para isso, foi realizado o torneamento de corpos de prova com ferramentas de metal-duro, em quatro diferentes níveis de desgaste de flanco (VB). As avaliações dos níveis de desgaste da ferramenta de corte foram realizadas utilizando-se um microscópio de variação de foco Alicona G5, enquanto as avaliações da integridade da superfície foram realizadas com o auxílio de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A partir dos resultados obtidos, notou-se que a progressão do desgaste de flanco da ferramenta (VB) causa alterações ao longo do processo de torneamento, promovendo diferentes fenômenos no material, tanto na superfície quanto nas camadas abaixo dela, tendo em suas condições iniciais maiores danos mecânicos, porém, após a evolução do desgaste de flanco, nota-se que aparecem tanto danos térmicos quanto mecânicos.

Palavras-chave: Integridade da superfície; Desgaste de flanco; Torneamento de Materiais Endurecidos.

1. INTRODUÇÃO

Com foco na redução de emissão de gases poluentes, os veículos elétricos vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado, e órgãos como a ABVE (Associação Brasileira de Veículos Elétricos) buscam alternativas para incentivar a procura por este tipo de veículo, uma delas é a redução do IPVA, por exemplo. Segundo ABVE (2022), no ano de 2021, o mercado de automóveis elétricos apresentou o melhor resultado histórico, superando todas as previsões feitas, tendo sido compradas 34 990 unidades de veículos elétricos no Brasil.

Os veículos elétricos necessitam de componentes do sistema de transmissão que suportem altas rotações, trabalhando em faixas entre 12 000 e 18 000 rpm, para isso são utilizados materiais de propriedades mecânicas adequadas, com o objetivo de suportar todos os esforços aplicados e garantir uma maior vida útil dos componentes fabricados.

Além da aplicação em veículos elétricos, os materiais endurecidos são utilizados na fabricação de componentes para motores a combustão para veículos convencionais, tendo assim um grande papel na indústria automotiva, bem como em diversos outros componentes de máquinas operatrizes.

Componentes que necessitam suportar condições físicas e de trabalho mais severas são geralmente fabricados de materiais de alta dureza, nos quais destacam-se os rolamentos, eixos, engrenagens e polias, dentre outros (Boing, 2016).

A compreensão dos fenômenos que ocorrem no torneamento de aços endurecidos possibilita o aprimoramento desse processo de usinagem, permitindo o desenvolvimento de componentes de transmissão com maior durabilidade e

segurança para veículos elétricos. Principalmente visando a utilização de ferramentas de metal-duro, que devido às evoluções apresentadas, tem se tornado uma alternativa financeiramente mais viável do que ferramentas de PCBN, porém, seus fenômenos devem ser compreendidos para uma correta utilização.

Nesse contexto, objetivou-se realizar um estudo acerca das influências causadas por diferentes níveis de desgaste de ferramentas no torneamento de materiais endurecidos, avaliando os efeitos causados na integridade da superfície destes materiais após o processo de torneamento, visando definir as condições ideais de trabalho para futuras análises, sendo uma delas, uma avaliação de vida em fadiga de componentes mecânicos usinados por ferramentas em diferentes níveis de desgaste.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve revisão da literatura, com o intuito de facilitar o entendimento do tema abordado a fim de compreender sua importância tanto para o meio acadêmico quanto para o industrial.

2.1. Torneamento de materiais endurecidos

Segundo Chiaverini (1986), as propriedades mecânicas dos materiais apresentam grande influência em sua escolha, devido ao fato de estarem relacionadas com a resistência dos materiais quando estes são submetidos a esforços de natureza mecânica.

Materiais endurecidos são muito utilizados nas indústrias automotivas para a fabricação de diversos componentes, os quais necessitam de elevada resistência para suportarem as condições de funcionamento aos quais são submetidos.

Alguns autores possuem definições que divergem em relação a definição de materiais endurecidos, alguns citam que são materiais com durezas acima de 45 HRC, outros afirmam que isso está relacionado a resistência a tração, sendo ela superior a 1700 MPa, já Klocke e König (2002), afirmam que este processo somente ocorre quando se processa materiais com dureza superior a 50 HRC. Segundo Sandvik Coromant (2022), os materiais endurecidos são classificados como materiais que possuem dureza entre 55 e 65 HRC, tendo as ferramentas de CBN como as mais indicadas para a realização da usinagem destes materiais, porém os avanços apresentados por ferramentas de metal-duro, têm tornado estas uma opção viável, principalmente do ponto de vista financeiro.

O desenvolvimento de ferramentas de CBN teve grande importância na fabricação de componentes em materiais endurecidos por tornarem capaz o atingimento da qualidade superficial necessária através do processo de torneamento, tornando este a melhor escolha para o meio industrial, devido a sua flexibilidade e às altas taxas de remoção de material, resultando em maior produtividade para as empresas e com a qualidade necessária para os componentes.

Boing (2016) determinou a região de transição de aplicação de ferramentas de metal-duro revestido e PCBN no torneamento de aços endurecidos com durezas entre 35 e 60 HRC através da avaliação de parâmetros tridimensionais de desgaste. O autor obteve como resultado para o aço AISI 4340 um limite de aplicação para as ferramentas de metal-duro de 55 HRC; para o aço AISI 52100 de 50 HRC e, para o aço AISI D2, um limite de 45 HRC. Verificou também que o deslocamento do revestimento determina o limite de aplicação para os aços AISI 4340 e 52100. Fenômenos como esse tendem a causar uma elevação no desgaste da ferramenta, prejudicando o limite ideal de aplicabilidade dela.

A utilização de ferramentas de metal-duro na usinagem de aços endurecidos pode se tornar viável devido ao desenvolvimento de novas classes, métodos e materiais de revestimento, podendo assim serem utilizadas no lugar de ferramentas de PCBN (Gonçalves e Boing, 2019). Para isso, devem-se analisar os efeitos gerados no processo de modo que seja possível definir corretamente os limites de aplicação e seus efeitos.

Polly (2019) avaliou o processo de torneamento de um aço SAE 4340 com dureza de 52 ± 1 HRC, tendo observado que a utilização de insertos de metal-duro é uma alternativa viável para a usinagem de materiais endurecidos, desde que se utilizem valores de velocidade de corte baixos, devido a esse parâmetro ter apresentado grande influência na vida da ferramenta. Outro ponto observado foi que, com o aumento do desgaste, as forças de usinagem aumentaram, principalmente quando se utilizavam velocidades de corte mais altas, na faixa de 180 m/min.

Gonçalves e Boing (2019) avaliaram a influência da geometria e do revestimento em ferramentas de metal-duro no torneamento do aço AISI 4340 com dureza na faixa de 55 HRC, definindo como critério de aplicabilidade uma vida superior a 15 minutos de usinagem. Foram realizados ensaios utilizando uma profundidade de corte de 0,20 mm e avanço de 0,08 mm/rot, além de uma velocidade de corte de 150 m/min, caso a ferramenta não atingisse o tempo de usinagem estipulado, a velocidade de corte seria reduzida em 30 m/min, chegando a um valor final de 60m/min. Pode-se observar que apenas as ferramentas com revestimento atingiram o valor estipulado de vida útil, tendo superado em todas as geometrias testadas, sejam elas com ou sem quebra-cavacos, enquanto as ferramentas sem revestimento não foram capazes de atender a vida útil estipulada, em todas as condições testadas.

Através de trabalhos científicos realizados avaliando-se as condições de aplicação de ferramentas de metal-duro é possível obter uma base de dados e informações, facilitando na obtenção de um norte para a realização de novos ensaios e avaliações, visando a otimização do processo de torneamento de aços endurecidos, bem como a definição das melhores condições de aplicação, afim de se obter os melhores resultados possíveis no que tange os efeitos na superfície do material usinado.

2.2. Alterações na microestrutura

Alterações na microestrutura dos materiais devem ser analisadas com o objetivo de identificar os efeitos provocados pelo processo de usinagem, auxiliando assim na identificação do limite de aplicabilidade da ferramenta de corte. Alterações microestruturais podem estar relacionados principalmente a fatores de ordem térmica, mecânica e química, ou uma combinação entre eles, a depender do processo de usinagem selecionado (Liao et al., 2021). No caso específico no torneamento de materiais endurecidos, devido às peculiaridades dos materiais aplicados e dos fenômenos observados durante a usinagem, é possível afirmar que se trata de um processo de natureza termomecânica, devido à alterações promovidas pela deformação plástica em combinação com às transformações decorrentes da elevação dos gradientes de temperatura (Liao et al., 202; Hosseini e Klement, 2021).

Em relação aos efeitos destes níveis de energia na usinagem, Campos (2016) afirma que componentes fabricados por usinagem podem ter seu desempenho influenciado pelo estado da camada da subsuperfície, pois as superfícies têm sua qualidade afetadas tanto em termos topográficos quanto em termos mecânicos. Logo, necessita-se avaliar os efeitos e alterações microestruturais causados na superfície dos materiais usinados, de modo que seja possível determinar as melhores condições de aplicação, ainda mais tratando da usinagem de materiais endurecidos utilizando ferramentas de metal-duro.

Campos (2016) teve como um dos pontos de avaliação de sua dissertação as alterações microestruturais no torneamento de materiais endurecidos, tendo utilizado ferramentas de PCBN e metal-duro, foram avaliados três diferentes materiais com diferentes níveis de dureza, tendo sido observado que a microestrutura dos materiais foi o balizador dos resultados, mesmo comparando os diferentes materiais, porém, com o mesmo nível de dureza. Outra observação realizada foi que, nos três materiais existia a presença de camada branca, resultante do processo de rápido aquecimento e resfriamento. Além disso, observou-se também a formação de duas regiões distintas, uma delas com um elevado nível de deformação dos grãos, enquanto a outra, sem alterações visíveis.

A utilização de trabalhos acadêmicos como referência para analisar efeitos na microestrutura dos materiais é de extrema importância, devido às diversas combinações de efeitos que podem ser causados após o processo de torneamento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se a preparação dos corpos de prova, passando pelo processo de torneamento para chegar nas dimensões finais desejadas. Após essa etapa, realizou-se o tratamento térmico das amostras com o objetivo de atingir a dureza necessária de 60 HRC. Primeiramente, foi realizada a têmpera dos corpos de prova, sendo resfriados em óleo e encaminhados para o processo de revenimento. Após a aferição da dureza, obteve-se como resultado um valor de 59 ± 2 HRC.

Os ensaios de torneamento foram realizados em um torno CNC da fabricante ROMI, modelo GL240 (Fig. 1). Os principais dados da máquina-ferramenta são: potência do motor do eixo-árvore de 15 kW, rotação máxima de 4 500 rpm, torre porta-ferramentas com 12 posições, diâmetro da placa de 210 mm com um acionamento hidráulico de pressão máxima de 23 kgf/cm², suporte de ferramentas externo seção 20 x 20 mm e comando numérico GE Fanuc modelo 0i-TD. Os cursos nos eixos X e Z são, respectivamente, 180 mm e 400 mm.



Figura 1. Torno CNC utilizado para a realização dos ensaios.

Os corpos de prova foram projetados para promover um corte contínuo, e a geometria adotada nesta pesquisa foi baseada no trabalho de Kafka (2014), porém, sofrendo algumas alterações que facilitam a fabricação dos mesmos sem causar interferência nos ensaios, conforme pode ser observado na Fig. 2. Os corpos de prova serão aplicados, posteriormente, em uma análise de vida em fadiga, devido a isso, estes foram utilizados para a realização destes ensaios, objetivando verificar a influência de diferentes níveis de desgaste da ferramenta de corte na condição final da integridade da superfície obtida.

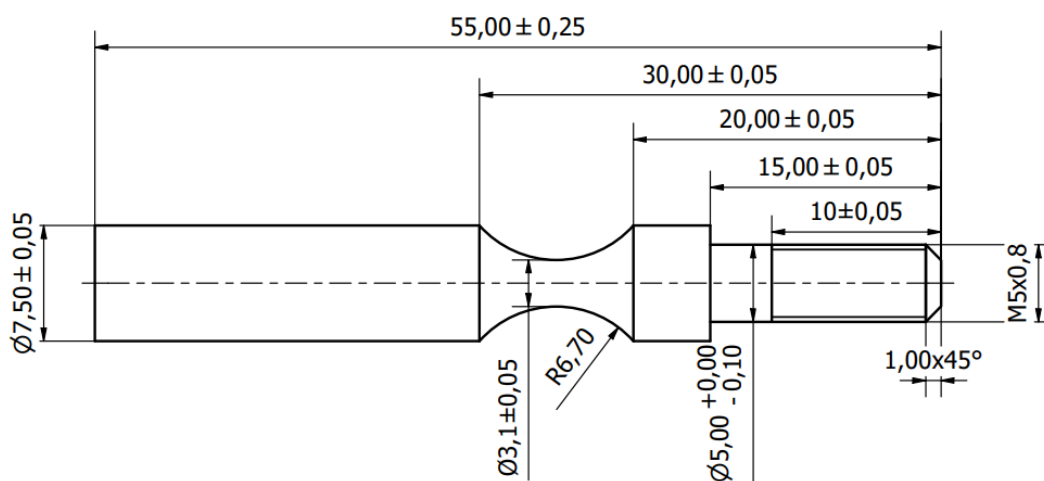


Figura 2. Geometria dos corpos de prova empregados nos ensaios (Adaptado de Kafka, 2014).

Para a usinagem, as ferramentas foram montadas em um porta-ferramenta (código DVJNL 2020K 16) e fixadas com uma combinação de grampo superior e pino central com o objetivo de promover alta rigidez do inserto e, consequentemente, evitar lascamentos durante a usinagem. Os experimentos foram realizados com ferramentas de metal-duro (SandvikCoromant® classe 4325 ou código VNMG 16 04 04-PMC 4325).

Para os ensaios, foi utilizado o aço endurecido AISI 4340, com dureza de 60 HRC, cuja composição química encontra-se na Tab. 1.

Tabela 1. Composição química do material.

Aço	C	Mn	P	Si	Ni	Cr	Mo
AISI 4340	0,4	0,6	0,02	0,2	1,7	0,76	0,2

Para a realização dos ensaios, mantiveram-se constantes os parâmetros de corte, apenas variando o desgaste de flanco (VB) da ferramenta, sempre considerando o valor máximo obtido nas medições, com o objetivo de verificar a influência de diferentes níveis de desgaste sobre a integridade da superfície, conforme consta na Tab. 2.

Tabela 2. Parâmetros de corte utilizados nos ensaios.

Parâmetros de corte	Valor
Velocidade de corte (V_c)	40 m/min
Avanço (f)	0,1 mm/rev
Profundidade de corte (a_p)	0,1 mm
Desgaste de flanco ($VB_{bmax.}$)	0; 0,1; 0,2 e 0,5 mm

Para realizar a medição do desgaste de flanco foi utilizado o microscópio de variação de foco Alicona G5, que pode ser visto na Fig. 3. As medições foram realizadas utilizando-se uma lente de ampliação de 20 vezes para gerar as imagens a serem analisadas, após isso, utilizou-se de uma ferramenta disponível no *Software* para realizar a medição do desgaste de flanco, tendo sido considerada a região que apresentou o maior valor.

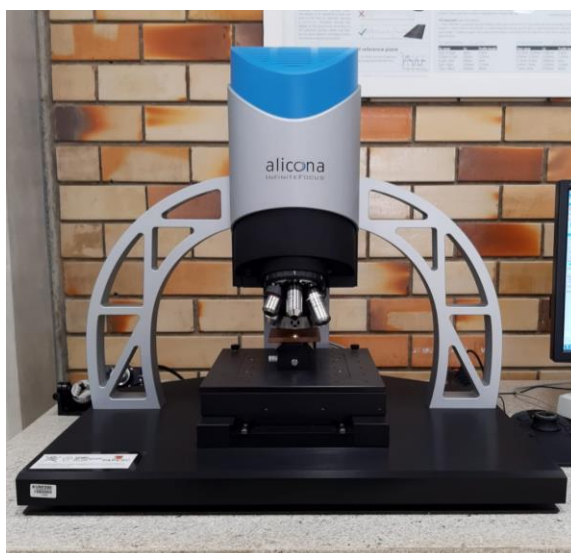


Figura 3. Microscópio de variação de foco – Alicona G5 (NTIF).

Para avaliação das alterações microestruturais, os corpos de prova foram cortados utilizando-se disco abrasivo com fluido lubrificante e parâmetros de corte moderados, de modo a evitar a exposição da superfície a severas alterações térmicas. Objetivando evitar o arredondamento da borda, que pode vir a ocorrer durante os processos de lixamento e polimento, inicialmente, a amostra foi recoberta com uma folha de alumínio e embutida com resina epóxi termoendurecedora, que é o material indicado para esse fim.

As amostras foram atacadas com Nital 3% por aproximadamente 15 segundos. A avaliação das alterações microestruturais foi realizada com auxílio do Microscópio Eletrônico de Varredura da marca Hitachi® Hightech, modelo TM3030 Tabletop Microscope.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos ensaios, as amostras foram preparadas para posterior análise de cada condição usinada, objetivando verificar o perfil e a magnitude da alteração da microestrutura em função do desgaste dos inserts, obtendo diferentes micrografias referentes a cada nível de desgaste da ferramenta. Na Fig. 4 pode-se observar os resultados encontrados após o ensaio utilizando a ferramenta com desgaste de flanco (VB) na condição 0 mm.

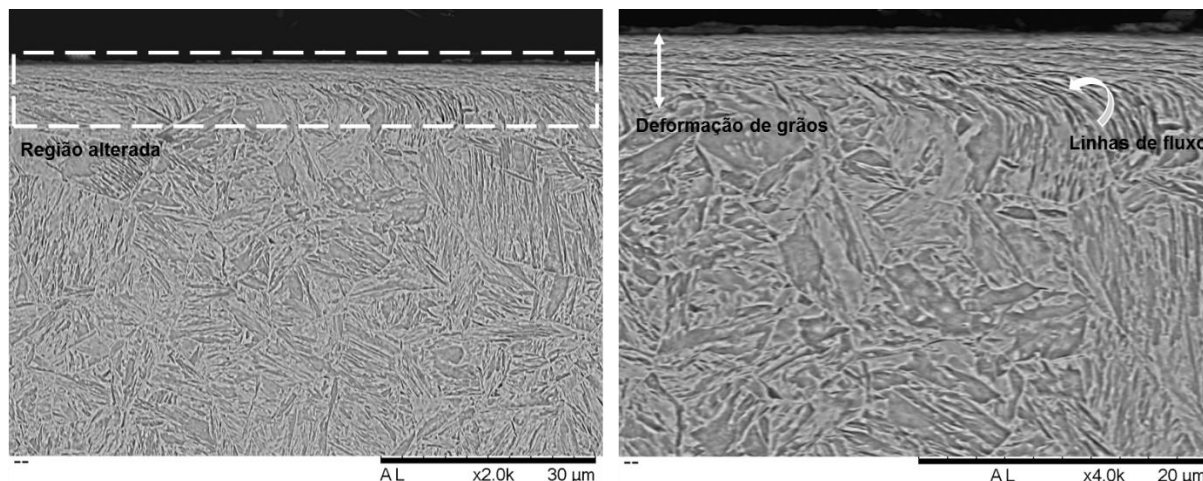


Figura 4. Micrografia da superfície usinada para ferramenta de corte com desgaste de flanco (VB) igual a 0 mm.

Notam-se, para a condição com a ferramenta isenta de desgaste, algumas alterações oriundas da deformação mecânica gerada pelo processo de usinagem. A constatação está relacionada aos fenômenos observados, tais como, a formação de linhas de fluxo, indicativo do “arraste” do material no sentido do avanço da ferramenta, além disso, nota-se na camada superior uma deformação de grãos.

Embora não seja possível descartar a incidência de fenômenos térmicos, nota-se que a microestrutura do material usinado não foi submetida à uma transformação de fase, fenômeno este que se origina após a incidência de danos térmicos ao material. Todavia, somente com o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) não é possível chegar a tais conclusões, necessitando-se, assim, de técnicas ópticas mais avançadas.

Entretanto, com a alteração do desgaste de flanco (VB) para um valor de 0,1 mm, pode-se observar uma nova configuração, ainda que de forma sutil, da superfície usinada, conforme Fig. 5.

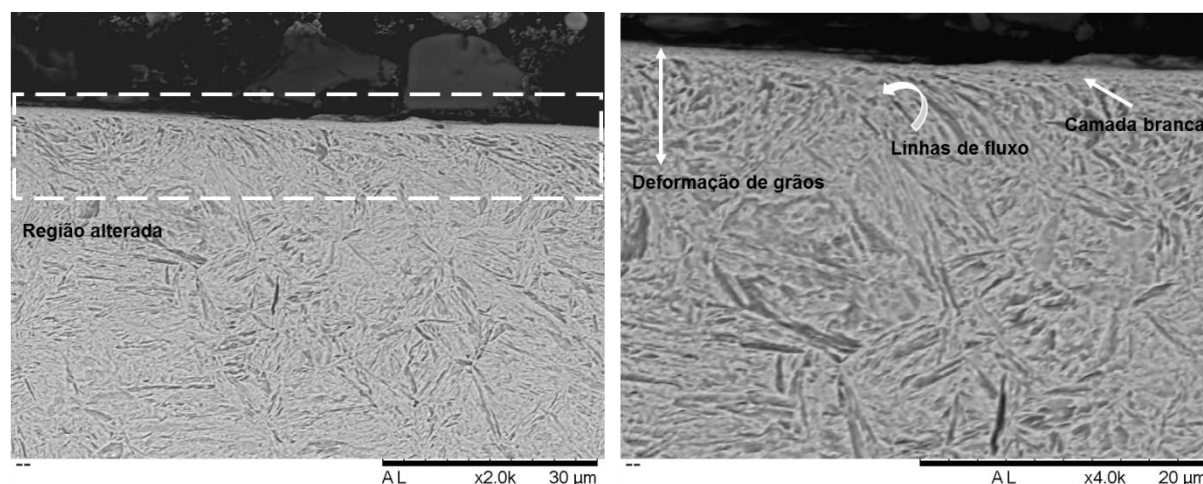


Figura 5. Micrografia da superfície usinada para ferramenta de corte com desgaste de flanco (VB) igual a 0,1 mm.

Observa-se um aumento da faixa que sofreu alteração, bem como a identificação de fenômenos relacionados aos efeitos da deformação plástica. Por outro lado, uma região com um maior refinamento de grãos, aqui denominada de camada branca, começa a se formar, a qual poderia estar correlacionada à incidência de fenômenos térmicos provenientes do aumento dos gradientes de temperatura que podem estar vinculados ao desgaste da ferramenta de corte.

Aumentando os valores do desgaste de flanco, pode-se observar significativas alterações nas micrografias, conforme Fig. 6.

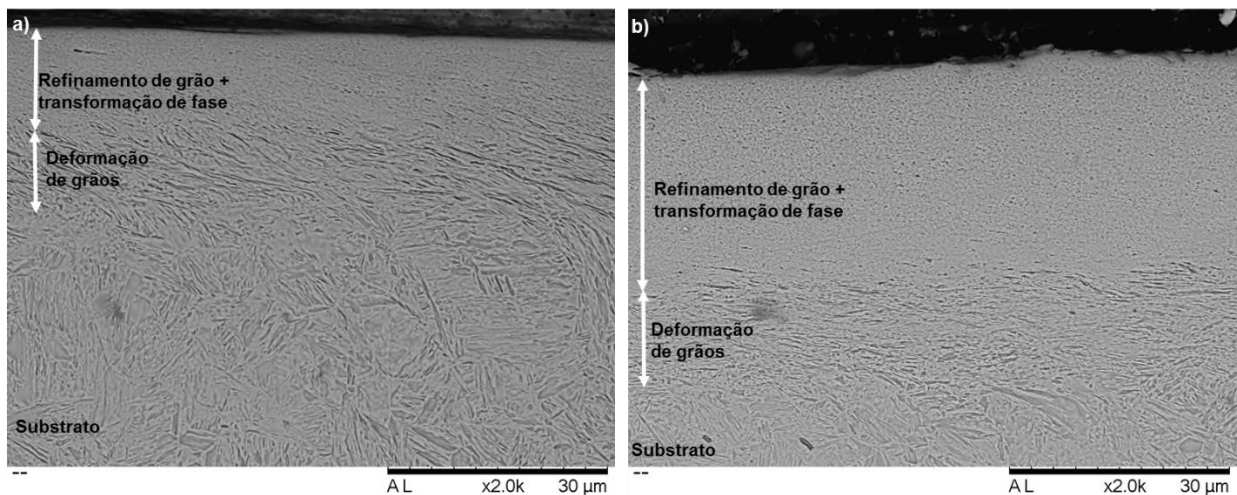


Figura 6. Micrografia da superfície usinada para ferramenta de corte com desgaste de flanco (VB) igual: a) a 0,2 mm e b) a 0,5 mm.

Após a realização dos ensaios com as condições de desgaste de flanco (VB) em 0,2 mm e 0,5 mm, nota-se que, para as duas condições de desgaste de flanco, as camadas alteradas são mais extensas quando comparadas aos outros dois casos anteriores, com valores de $VB_{Bmáx}$ igual a 0 e 0,1 mm. Além disso, é possível identificar a presença de três regiões distintas: a mais externa, em que ocorreu um maior refinamento de grãos e, devido ao aumento do gradiente de temperatura, a transformação de fase do material, para uma condição de martensita não revenida. Logo abaixo, uma faixa em que é possível observar uma maior deformação de grãos, devido a fenômenos de deformação plástica e, por fim, o substrato do material, sem alterações.

A primeira região, devido as características apresentadas, foi submetida a maiores efeitos térmicos, o que pode estar relacionado ao maior desgaste de flanco dessas ferramentas. Isso fica mais evidente quando se comparam as micrografias dos dois níveis de desgaste: a amostra com $VB_{Bmáx} = 0,5$ mm apresentou uma maior extensão dessa região em relação a região com desgaste de 0,2 mm. Ou seja, pode-se afirmar que o desgaste da ferramenta de corte se relaciona diretamente com os fenômenos térmicos percebidos na superfície e nas camadas abaixo desta.

A segunda região, em que se observa uma maior deformação de grãos, está relacionada aos efeitos mecânicos gerados pela deformação plástica do material. Importante pontuar que o aumento do desgaste de flanco não ocasionou, necessariamente, um aumento dessa região. Ou seja, a partir de um $VB_{Bmáx} = 0,2$ mm, os fenômenos térmicos predominam sobre os mecânicos.

5. CONCLUSÕES

Notou-se que a progressão do desgaste de flanco da ferramenta (VB) causa alterações ao longo do processo de torneamento, promovendo diferentes fenômenos no material, tanto na superfície quanto nas camadas abaixo desta.

Para valores de $VB_{Bmáx}$ entre 0 e 0,1 mm observou-se a predominância dos efeitos mecânicos. No caso do desgaste com valor de 0,1 mm, identificou-se a formação de uma faixa estreita de camada branca, a qual pode estar relacionada a fenômenos térmicos ocasionados pelo aumento de gradientes de temperatura da interface entre a peça e a ferramenta de corte. Entretanto, para se confirmar tal hipótese, devem-se realizar análises com outras técnicas, pois apenas com o uso do MEV não é possível confirmar essa hipótese.

Por fim, para desgastes superiores a 0,2 mm, observou-se que existem tantos fenômenos térmicos quanto mecânicos, porém, com maior predominância dos fenômenos térmicos sobre os mecânicos. Além do mais, as camadas alteradas foram superiores, em termos dimensionais, quando comparadas aos outros dois níveis de desgaste.

Assim, pode-se afirmar que, a variação do desgaste de flanco gera significativa influência nos fenômenos gerados na superfície e nas camadas abaixo dela, devendo-se, desta forma, ser levada em consideração no que diz respeito à integridade da superfície e na condição final do componente usinado.

6. REFERÊNCIAS

- Abve. Eletrificados batem todas as previsões em 2021. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletrificados-batem-todas-as-previsoes-em-2021/>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- Boing, D., 2016. Transição da aplicação do metal-duro revestido e do PCBN no torneamento de aços endurecidos em função da dureza e do teor de carbonetos. 2016. 287 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- Campos, C. N. de., 2016. Análise da integridade da região abaixo da superfície no torneamento de materiais endurecidos com ferramentas de pcbn e metalduro. 2016. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Chiaverini, V., 1986. Tecnologia Mecânica: estrutura e propriedades das ligas metálicas. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill.
- Gonçalves, A., Boing, D., 2019. Influência da microgeometria do gume e do revestimento de ferramentas de metal-duro no torneamento do aço AISI 4340 com 55 HRC. In: COBEF, 10., 2019, São Carlos. Conference paper. São Carlos: ABCM. p. 1-5.
- Hosseini, S. B., Klement, U., 2021. A descriptive phenomenological model for white layer formation in hard turning of AISI 52100 bearing steel. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 32, p. 299-310.
- König, W.; Klocke, F., 2002. Tecnologia da usinagem com ferramenta de corte de geometria definida - parte I. Tradução de Walter Lindolfo Weingaertner e Rolf Bertrand Schroeter. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Liao, Z. et al., 2021. Surface integrity in metal machining - Part I: Fundamentals of surface characteristics and formation mechanisms. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 162. p. 103687.
- Luzeiro., Aços para cementação. Disponível em: <http://www.acosluzeiro.com.br/categoria-produto/acos-para-a-construcao-mecanica/acos-para-cementacao/>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- MLA, 2004. How do I document sources from the web in my works-cited list? Modern Language Association. 22 Feb. 2007 <<http://www.mla.org>>.
- Polly, M. dos S., 2019. Análise comparativa de ferramentas de metal-duro classe s e cerâmica mista no torneamento a seco e com MQL do aço SAE 4340 endurecido. 2019. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sandvik Coromant. Como fazer o torneamento em materiais diferentes: torneamento de aços endurecidos. Torneamento de aços endurecidos. Disponível em: <https://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/knowledge/general-turning/pages/how-to-do-turning-in-different-materials.aspx>. Acesso em: 26 jan. 2022.

7. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado e apoiado pela FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina) e Sandvik.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

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

INFLUENCE OF CARBIDE TOOL WEAR ON SURFACE INTEGRITY IN HARDENED STEEL TURNING

Igor dos Santos Roik

Clarianne Natali de Campos

Rolf Bertrand Schroeter

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900.

igorroik3@unifebe.edu.br; clarianne.campos@gmail.com; rolf.schroeter@ufsc.br

Rodrigo Blödorn

UNIFEBE – Centro Universitário de Brusque, Rua Dorval Luz, 123 – Santa Terezinha – CEP: 88352-400 – Brusque/SC – Cx.

Postal: 1501

rodrigoblodorn@unifebe.edu.br

Abstract. *The quest to reduce manufacturing costs and increase the lifespan of automotive components makes it necessary to evaluate manufacturing processes to improve performance and maximize cost-effectiveness. Shafts, gears, and other vehicle transmission components made of hardened steel, such as AISI 4340 steel, can reach speeds in the range of 15,000 rpm in electric vehicle transmission systems, thus lacking greater mechanical resistance when compared to components used in internal combustion vehicles. Despite the advantages of turning, it is known that there is a change in the state of the surface and subsurface of the material, which may promote changes depending on the process conditions. In the case of hard turning, the literature classifies it as a thermomechanical process, since both mechanical and thermal effects are observed. Due to these characteristics, changes in the layers below the surface can occur, such as white layer and grain refinement, for example. One of the factors that can induce these changes in surface integrity is the level of wear on cutting tools. Based on this premise, the present work aims to evaluate the influence of different levels of wear of carbide tools on the surface integrity in the turning of AISI 4340 steel (55-60 HRC). For this, specimens were turned with carbide tools at four different levels of flank wear (VB). Assessments of cutting tool wear levels were carried out using an Alicona G5 focus shift microscope, while surface integrity assessments were carried out with the aid of optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM). From the results obtained, it was noted that the progression of tool flank wear (VB) causes changes throughout the turning process, promoting different phenomena in the material, both on the surface and in the layers below it, trying in its initial conditions greater mechanical damage, however, after the evolution of flank wear, it is noted that both thermal and mechanical damage appear.*

Keywords: Surface integrity; Flank wear; Turning of Hardened Materials.

RESPONSIBILITY NOTICE

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