

Análise da Influência do Material sobre o Desgaste da Ferramenta de Usinagem

Adelson Bornhold (FAHOR) ab00754@fahor.com.br

Daniele Tormes (FAHOR) dt000685@fahor.com.br

Rodrigo Bender (FAHOR) rb000540@fahor.com.br

Valtair J. Alves (FAHOR) alvesvaltaird@fahor.com.br

Resumo

Em virtude do alto índice de desgaste da ferramenta nos processos de usinagem, esse artigo tem por objetivo apresentar através de experimentos práticos a influência do material usinado no desgaste prematuro da ferramenta, atividade baseada na análise comparativa das marcas de desgaste apresentadas na ferramenta após usinagem de dois aços de características e propriedades distintas. Com base numa revisão bibliográfica, o artigo ainda destaca os principais fluidos de corte e materiais utilizados na confecção de ferramentas, bem como noções de atrito gerado durante o processo de usinagem.

Palavras chave: *Desgaste da Ferramenta, Fluidos de Corte, Atrito.*

1. Introdução

Uma operação de usinagem consiste num processo mecânico de remoção de material amplamente utilizado na indústria em virtude de sua flexibilidade quanto às características que o processo compreende e a geometria da peça.

Os resultados finais deste processo estão relacionados com a qualidade satisfatória do produto final, com base em termos técnicos, podemos dizer que a palavra “usinabilidade” é geralmente usada para expressar o estado da superfície usinada, ou seja, a taxa de remoção de material e a facilidade de saída do cavaco, fatores incondicionalmente importantes na determinação da vida útil da ferramenta de corte.

De início é interessante ressaltar que a vida útil de uma ferramenta se define como o tempo que a mesma trabalha efetivamente até perder sua capacidade de corte, atingindo esse tempo, a ferramenta deve ser reafiada ou substituída (STOETERAU, 2007).

Segundo Ferraresi (1970), o desgaste da ferramenta se deve a um conjunto de fatores, dentre eles destacam-se a remoção de cavacos, que representa contato e atrito com a ferramenta, a velocidade e força de corte, material

utilizado na produção da ferramenta, alta temperatura no processo de remoção do material, bem como a dureza do material a ser usinado, entre outros.

Ao que se refere aos materiais utilizados na confecção de ferramentas de corte Costa e Santos (2006) ressaltam que não há uma classificação geral de materiais para ferramentas. Entretanto, em vista da ordem cronológica de seu desenvolvimento e com base nos seus característicos químicos, eles podem ser agrupados como: Aços-carbono, sem elementos de liga ou com baixo teor de carbono; aços rápidos; ligas fundidas; metal duro e materiais cerâmicos.

Analisando outra área da usinagem, conhecida como atrito, Amorim e Costa (2003) destacam que o atrito inicial de corte pode ser considerado pequeno, porém neste processo, o sentido do movimento de avanço da peça é o mesmo do movimento da ferramenta. O inconveniente do fresamento concordante é que a força de avanço ocorre no mesmo sentido do deslocamento, podendo causar vibração e queda na qualidade do acabamento. Se a camada superficial da peça estiver em condições desfavoráveis devido a processos anteriores, o contato inicial entre a ferramenta e a peça causará um desgaste prematuro na ferramenta. Esta estratégia depende intimamente da estrutura do material a ser usinado.

Segundo Costa (2003), existem duas situações distintas que podem influenciar na vida da ferramenta durante a penetração do gume num processo concordante. São elas:

- a) Quando o centro da ferramenta esta acima da superfície a ser usinada. Nesta situação a aresta está sujeita a esforços de tração, pois o choque entre a ferramenta e a peça acontece próximo ao gume de corte, esse fenômeno influencia o aparecimento de trincas, o lascamento e quebra do gume;
- b) Quando o centro da ferramenta está abaixo da superfície a ser usinada. Nesta situação a aresta está sujeita a esforços de compressão, sollicitação para qual o material foi desenvolvido, portanto melhorando seu desempenho e apresentando resultados satisfatórios.

Outro aspecto levantado por Ferraresi (1970), é a influencia dos fluidos de corte no desgaste da ferramenta, já que a utilização do mesmo apresenta como principal objetivo a diminuição do atrito e das condições elevadas de temperatura, resultantes do processo de usinagem.

Como destacado por Serra (2006) sabemos que se colocarmos uma camada de um lubrificante entre duas superfícies, impediremos o contato entre estas. Retirando esse contato, evitaremos durante o movimento, cisalhamento e arranhamento com o desprendimento de calor e desgaste dessas superfícies, estas são as principais funções que o fluido de corte terá que realizar durante a usinagem independente do material e ferramenta que será utilizada.

Dentro do estudo de Ferraresi (1970) destaca-se que a melhoria produzida pelo fluido de corte pode ter caráter econômico e/ou funcional. No caráter funcional

podemos dizer que o fluido apresenta características como melhor desempenho no mecanismo da formação do cavaco e pela facilidade de expulsão do mesmo na região de corte, também podemos destacar a maior possibilidade de se obter as dimensões desejadas na peça. Na melhoria econômica, podemos apresentar o menor consumo de energia durante o processo, o menor desgaste da ferramenta por peça usinada, área de estudo deste artigo.

Diante das condições de usinabilidade podemos dizer que a escolha certa do material a ser usinado assim como as ferramentas, equipamento, condições de usinagem e fluido de corte podem trazer vantagens econômicas consideráveis; bem como representar aumento de produtividade e significativos ganhos de custo e tempo no processo final. Outrossim, deve ficar claro que a metodologia a seguir apresentada busca analisar a influência do material usinado no desgaste da ferramenta de corte.

2. Materiais e Métodos

Os materiais selecionados para realização da análise prática representam dois aços de características e propriedades distintas, sendo os mesmos identificados como SAE 1020 e 4140. A geometria das peças analisadas apresentam o formato de barras cilíndricas com 100 mm de comprimento e 25 mm de diâmetro (Figura1).

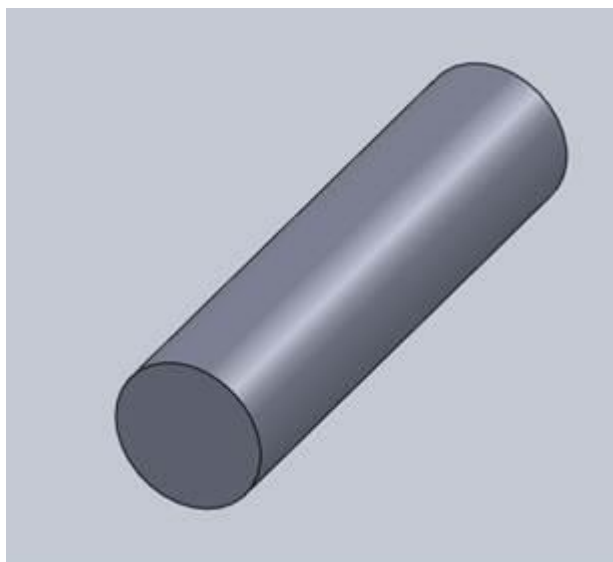


Figura 1. Desenho esquemático das peças em análises (Aço 4110 e 1020).

Considerando o propósito da atividade prática, decidiu-se realizar o processo de torneamento em tornos convencionais, com a alteração crescente de rotação, que objetiva analisar as possíveis alterações no desgaste da

ferramenta decorrentes da alteração de características e propriedades do material usinado. O torno utilizado para desempenho da mesma é identificado como Torno horizontal marca Romi – modelo Tormax 20 com 12 faixas de velocidade que variam de 50 a 2500rpm e motor principal de 5CV (Figura 2).



Figura 2. Torno convencional horizontal Tormax 20.

Como ferramenta de análise utilizou-se um inserto identificado como CNMG 120408 - PM4015 (Figura 3), que apresenta 8 aresta de contato em ângulo de 80°, 12,90 x 12,70 x 4,76mm como dimensões principais bem como metal duro como material de fabricação, sendo utilizado para tal atividade apenas 2 arestas, as quais representam o resultado final do presente artigo.



Figura 3. Inserto CNMG 120408 - PM4015.

De forma a analisar e diferenciar os materiais utilizados no processo realizou-

se algumas análises de diferentes pontos avaliativos, as quais tiveram como ponto de inicialização o processo de metalografia (Figura 4), que consiste no corte de uma pequena parte do material a ser analisado, seguido de um embutimento e polimento da amostra e por fim a análise microscópica que valida-se com a aplicação de Nital 2% sobre a amostra, obtendo assim a identificação dos microconstituintes do material responsáveis pela suas características de usinabilidade e respectivas durezas.



Figura 4. Fotografias da maquina de corte e de Embutimento, politriz e do Microscópio Óptico.

Conforme mencionado acima, as amostras passaram por uma etapa de lixamento e polimento antes da realização da metalografia. A realização desta atividade permitiu a medição de dureza, que consiste em aplicar uma carga em pontos diferentes da amostra. Como recurso utilizou-se um durômetro de marca Panantec / RBSM-D com 187,5kgf / 10kgf (Figura 5).



Figura 5. Durômetro Panantec / RBSM-D com 187,5kgf / 10kgf.

Apresentando assim como unidade de medida a variável HB, sendo resultado obtido exposto na tabela 1.

Tabela 1. Análise de dureza dos aços 4140 e 1020.

Dureza dos Materiais	
Aço 4110	295HB
Aço 1020	120HB

Além da medição de dureza dos materiais, realizou-se o processo de espectrometria ótica, que visou identificar as composições químicas dos aços SAE 4140 e 1020, possibilitando assim aproximar as diferentes composições entre os materiais em análise, cujo resultado obtido apresenta-se exposto nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Análise química do aço 4140.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
0,379	0,275	0,821	0,013	0,011	0,021	0,893	0,166	0,092
Co	Al	Pb	W	Ti	V	B	Nb	Fe%
0	0,052	0,001	0	0,002	0,001	0,0001	0	97,266

Tabela 3. Análise química do aço 1020.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
0,178	0,184	0,576	0,021	0,022	0,033	0,05	0,008	0,122
Co	Al	Pb	W	Ti	V	B	Nb	Fe%
0	0,018	0,03	0	0,001	0,002	0,0006	0	98,773

Dadas as informações de composição química, dureza e microestrutura dos materiais em análise, iniciou-se o processo de torneamento, que teve uma seqüência prática igualitária para os dois materiais. O desenvolvimento da atividade teve como primeiro processo o torneamento das peças com a rotação de 1000rpm aliada a uma profundidade de corte de 1mm e 10mm de passada de comprimento, posteriormente alterou-se a rotação para 1600rpm aliada ao

comprimento de 10mm e profundidade de corte de 3mm e por fim utilizou-se os mesmos parâmetros de rotação e de comprimento porém com uma profundidade de corte de 5mm, ao que se refere ao avanço, o grupo utilizou como recurso a opção automática que impossibilita as alterações de variáveis decorrentes da atividade quando realizada manualmente, representando assim 0,15mm por rotação.

A seqüência prática mencionada acima iniciou com o aço 1020, que após finalizada passou por uma etapa intermediária antes da inicialização da mesma com o aço 4140. Neste meio tempo, realizou-se a retirada da ferramenta do suporte alterando assim a ponta que estava em contato efetivo com a peça, que posteriormente a sua fixação junto ao torno deu início a segunda etapa da análise prática, atividade esta que teve com finalidade possibilitar a comparação entre as mesmas diante da conclusão do processo.

Finalizado o processo prático, partiu-se então para a análise do desgaste ocorrida na ferramenta devido à alteração de material usinado, que representa o objetivo principal do presente artigo. Para realização do comparativo utilizou-se como recurso um Microscópio Ótico, marca Wild Heerbrugg, modelo M3, bem como utilizou-se a alternativa de 16 vezes para aproximação da imagem, possibilitando assim a melhor visualização das diferentes marcas de desgaste na ferramenta.(Figura 6)



Figura 6. Microscópio ótico Wild Heerbrugg M3.

3. Resultados e Discussões

Entre as análises avaliativas que identificam as propriedades e características dos materiais, realizou-se o processo de metalografia que possibilitou coligar

os microconstituintes atuantes nos aços SAE 4140 e 1020.

O desenvolvimento desta atividade identificou a microestrutura Perlítica ferrítica com carbonetos precipitados no aço SAE 4140 (Figura 7).



Figura 7. Imagem metalografica do aço SAE 4140.

representando assim uma porcentagem de 40% de carbono, bem como identificou os constituintes de Ferrita e Perlita no aço SAE 1020 (Figura 8), que representam uma porcentagem de 20% de carbono presente no mesmo.



Figura 8. Figura 8: Imagem metalografica do aço SAE 1020.

Tais informações vêm ao encontro dos resultados obtidos com a análise de

dureza realizada, já que as informações levantadas indicam maior dureza no aço 4140, resultado que se confirma com as análises metalográficas, considerando que quanto maior a presença de perlita em um aço maior será a sua condição de dureza.

Dadas as condições e propriedades distintas de cada material, o processo de torneamento visou identificar as possíveis alterações que a ferramenta sofre sob ação de materiais de durezas e usinabilidade distintas, considerando que a vida útil de uma ferramenta de corte é resultante de uma série de fatores envolvidos em um processo de usinagem.

Diante disso, torna-se imprescindível ressaltar que o desenvolvimento da atividade prática se deteve a um pequeno tempo de contato efetivo entre a ferramenta e a peça, situações que possibilitam apenas afirmar se as condições de usinabilidade e características de um material influenciam ou não na vida útil da ferramenta, não sendo assim este artigo objeto de definição sobre a redução em tempo da vida da ferramenta.

Considerando os parâmetros mencionados no processo de torneamento, efetivou-se após a finalização do mesmo a análise microscópica nas arestas do inserto que foram sujeitas ao contato com a peça. A realização desta análise possibilitou identificar um maior desgaste na aresta que ficou sujeita ao processo sob o material aço SAE 4140, conforme Figuras 9.

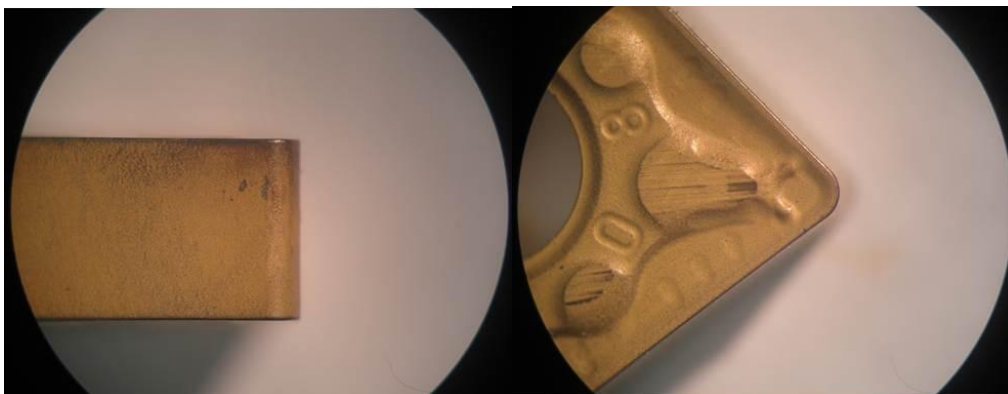


Figura 9. Aresta em contato com a peça de aço 1020.

Pode-se verificar que a aresta sujeita ao contato com o aço SAE 1020 apresentou menos desgaste na ferramenta, conforme Figuras 10, característica que se justifica se considerarmos as variáveis apresentadas no presente artigo. Pois de acordo com os pontos avaliados de cada amostra pode-se perceber uma dureza mais elevada no aço 4140 bem como o mesmo também apresenta uma maior concentração do constituinte Perlita que representa maior

quantidade de carbono.

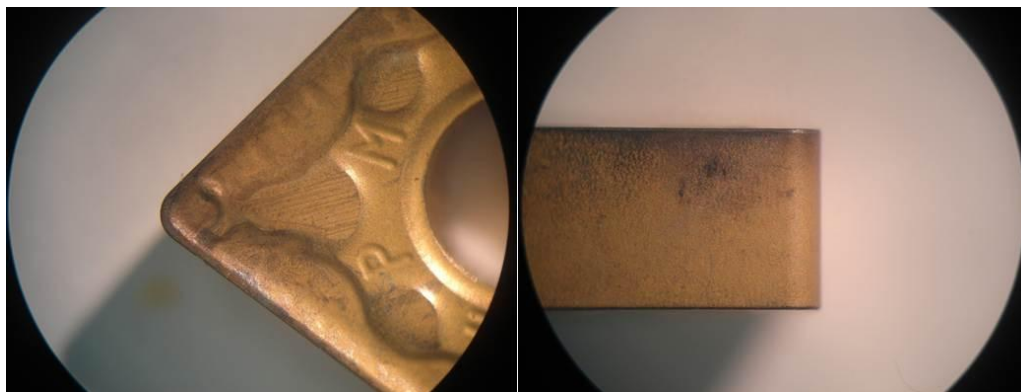


Figura 10. Aresta em contato com a peça de aço 4140.

4. Conclusão

Diante das informações obtidas com a realização das análises práticas, pode-se verificar que a condição de usabilidade de cada material representa uma significativa variação na vida útil da ferramenta.

Diante disso, torna-se oportuno mencionar que as condições de vida útil da ferramenta dependem de uma série de fatores distintos, como atrito, temperatura, fluido de corte entre outros.

Porém como objeto do presente artigo pode-se mencionar o usabilidade e características do material usinado como um fator de suma importância na determinação da vida útil da ferramenta, afirmação que tem como base os resultados obtidos com o processo de torneamento, já que as duas amostras passaram pelas mesmas condições de processo. Vale ressaltar que desgaste apresentado pela ferramenta (Figuras 9, 10, 11 e 12) não implica a inutilidade da ferramenta, apenas prioriza a identificação nas marcas resultantes do material usinado.

5. Agradecimentos

Os autores do presente artigo, acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica com ênfase em máquinas agrícolas da Faculdade Fahor – Horizontina, agradecem pela oportunidade de participar deste trabalho e aos recursos fornecidos por essa Faculdade e pela Empresa John Deere Brasil Ltda.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, H. **Fresamento** - 1ª parte. 2003. 15 f. Apostila (Graduação) - Departamento de mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Acesso em 15 de setembro, 2010.

COSTA, A. R. **Otimização do processo de fresamento de cavidades com fresas de insertos intercambiáveis**. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica – UNICAMP, Campinas. Acesso em 21 de setembro, 2010.

COSTA, S. E; SANTOS, J. D. **Processos de Usinagem**, 2006. Disponível em: <<http://academicos.cefetmg.br/admin/downloads/2104/Apostila%20de%20Usinagem.pdf>>. Acesso em 20 agosto, 2010.

FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1970, p. 277-563. Acesso em 3 setembro, 2010.

ISCAR. **Catálogo Iscar**. Disponível em: <<http://www.iscar.com/Ecat/search.asp/qw/5598518>>. Acessado em 9 de dezembro, 2010.

Metals Handbook – Atlas of microstructures of industrial alloys, vol 7, 8ª edição, Editora – ASM-American Society for Metals.

ROMI. **Tornos Tomax 20**. Disponível em: <http://www.romi.com.br/mf_tormax_20.0.html?&L=0>. Acessado em 9 de dezembro, 2010.

SERRA, **Mecânico Lubrificador**, 2006. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/16639366/mecanicafermentaseseusacessorios>>. Acessado em 3 de setembro, 2010.

STOETERAU, L. R. **Desgaste de Ferramentas**, 2007. Disponível em: <<http://www.lmp.ufsc.br/disciplinas/Stoterau/Aula-05-U-2007-1-desgaste.pdf>>. Acesso em 7 setembro, 2010.