

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE INSERTOS DE METAL DURO TRATADOS COM CONDICIONADOR DE METAIS NO TORNEAMENTO DO AÇO SAE 1045

Ramsés Otto Cunha Lima

Allis Chalmers Nogueira do Vale

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN.

ramses.cunhalima@ufersa.edu.br

allis_cn@hotmail.com

Resumo. A indústria manufatureira, constantemente, busca aumentar a durabilidade de ferramentas de corte visando, através de um bom desempenho das mesmas incrementar a sua produtividade. Neste sentido, a aplicação de fluidos de corte que auxiliam na lubrificação, reduzem o atrito criado entre a peça usinada e a ferramenta e, por consequência a temperatura, diminuindo o desgaste nas ferramentas de corte e prolongando sua vida útil, é de vital importância. Com o aprimoramento dessa tecnologia, novos fluidos denominados condicionadores de metais estão ganhando espaço no mercado, já que prometem reduzir atrito entre ferramenta e peça, sem a necessidade de aplicação abundante. Assim este trabalho trata do estudo do desempenho de ferramentas de corte em operações de torneamento realizando desbaste longitudinal externo quando tratadas com condicionadores de metais. Para tanto insertos de metal duro foram tratados com o condicionador de metais Militec-1® e aplicados em usinagem a seco de aço SAE 1045 e o desempenho dessas ferramentas foi comparado com o de insertos utilizados para realizar a mesma operação, porém sem qualquer tratamento. Os insertos testados foram avaliados em termos de medição do seu desgaste de flanco médio, através de microscopia digital. Verificou-se que o condicionador de metais utilizado mostrou-se eficaz na redução do desgaste das ferramentas testadas, reduzindo-os praticamente pela metade e proporcionando aumento da vida dos insertos tratados.

Palavras chave: Torneamento. Lubrificação. Condicionador de metais. Metal duro. Desgaste.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o homem desenvolveu novas ferramentas de corte, bem como os fluidos utilizados para auxiliar o trabalho destas (BRANTLY, 1961 *apud* CAENN, 2014). De acordo com Machado *et al.* (2009) em se tratando de sistemas de manufatura, qualquer esforço para aumentar a produtividade e/ou reduzir custos deve ser considerado. Sendo assim, utilização de fluidos ou qualquer outro artifício no processo de usinagem é uma das alternativas para minimizar os problemas causados pelo atrito nesse processo. O atrito do par tribológico peça-ferramenta, intensificado dependendo dos parâmetros de corte aplicados, promove aumento da temperatura do sistema o que faz com que o material da ferramenta venha a perder gradativamente, perder suas propriedades de dureza a quente motivando, assim, o aumento do desgaste de suas aresta cortante. Neste sentido, os condicionadores de metais podem auxiliar significativamente, devido ao seu potencial na utilização em conjunto ou substituição dos fluidos normalmente utilizados.

Segundo a Militec-1 (2017), o condicionador de metais foi desenvolvido inicialmente na década de 80 na Marinha Norte Americana, com o conceito de reduzir atrito em todo e qualquer material metálico, com finalidade de ser utilizado na manutenção de armamentos em geral. Posteriormente, esta aplicação se difundiu para outras áreas da indústria devido ao seu alto desempenho em diversas aplicações. Assim, há um grande interesse nessa substância sintética, condicionador de metais, que auxilia o próprio óleo na tarefa de reduzir o atrito gerado no contato entre metais devido ao seu potencial na utilização em conjunto ou substituição dos fluidos normalmente usados. A importância da utilização de condicionador de metais como apoio está pertinente ao seu baixo custo comparado a seus benefícios. E que possuem diversas aplicações, sendo utilizados na indústria agrícola, automobilística, náutica, bélica e industrial. E isso se deve ao imenso potencial de desempenho.

Este fluido ainda é isento de parafinas cloradas de cadeia curta, que são persistentes, bioacumuláveis e tóxicas principalmente para os organismos aquáticos. Elementos, estes, que se encontram em grande quantidade nos fluidos de corte minerais, normalmente encontrados no mercado e aplicados nas indústrias manufatureiras, e que se apresentam como um dos grandes poluentes nas últimas décadas (MACHADO *et al.*, 2009; GREENPEACE, 2003). Sendo assim o condicionador de metais demonstra ser uma alternativa pertinente na tentativa de reduzir desgaste e prologar a vida útil de ferramentas de usinagem.

Matosinhos *et al.* (2002) realizaram ensaios de torneamento cilíndrico externo com utilização de ferramenta de metal duro em usinagem de aço 1045 com velocidade de corte de 300m/min, avanço de 0,04mm/rot e profundidade de corte 0,5mm. Para as condições testadas, após 22 minutos de corte a ferramenta apresentou $VB_B = 0,278\text{mm}$. Ao passo que, se

aumentando V_c para 350m/min, e mantendo os demais parâmetros fixos, se tem a diminuição desse tempo em menos da metade, alcançando $VB_B = 0,290\text{mm}$ em cerca de 8 min. Oliveira *et al.*(2015) também realizaram ensaios semelhantes em barras cilíndricas de 50,8mm de aço 1045, também utilizando inserto de metal duro em operação de desbaste, sendo que para o processo foram utilizados velocidade de corte entre 105 e 235 m/min, avanço de 0,25mm/revolução, e profundidade de corte de 2mm, nos três primeiros passes, e 3mm, no sete passos seguinte. Se obteve ao fim do trabalho um comprimento de corte cerca de 1400m, isso em condições severas, até se atingir o fim da vida útil da ferramenta.

De acordo com *US Navy* (1989) em teste desenvolvido pelo *Combat Support System, Marine Corps Research e Acquisition Command*, realizou-se uma avaliação do metal condicionado do motor M-151A2 de um veículo de transporte terrestre de uso geral, do tipo jipe, tratado com o condicionador de metais, Militec-1®. O veículo foi testado com peso total de combate, operado sem óleo no motor, sob carga elevada por mais de 20 minutos percorrendo o equivalente a 18 km sem perda de potência. Verificou-se que este não apresentou danos após o teste, voltando a recompor o a frota após o mesmo sem apresentar problemas. Ainda segundo *US Navy* (1989) em outras utilizações ainda foi possível afirmar que o mesmo condicionador de metais: Forma uma barreira química que reduz o atrito, corrosão e ferrugem; Não altera a viscosidade do lubrificante primário; Reduz o desgaste em “panes secas” através da formação de uma ligação molecular em todas as superfícies metálicas de equipamentos mecânicos e Evita acumulação de material sobre a superfície do metal usinado, que mudariam as tolerâncias das peças.

Esses benefícios tornam condicionadores de metais dessa natureza candidatos a serem avaliados em processos de usinagem. As características de lubrificação que esses elementos proporcionam aos pares tribológicos, somadas ao fato de que a sua aplicação não requer grandes volumes minimizando a preocupação com armazenamento e descarte são promissoras tanto em relação à produtividade, quanto em relação a questões sustentáveis. Ainda, elas permitem se levantar a hipótese de que uma ferramenta de corte tratada com tais condicionadores pode ser aplicada em operações de usinagem a seco, obtendo resultados semelhantes aos de aplicações de fluidos de corte convencionais no que diz respeito à vida da ferramenta.

Tendo em vista que não se encontrou qualquer estudo científico publicado no que se trata do uso do produto em ferramentas de corte destinadas a processos de usinagem, este trabalho se propõe a estudar a aplicação de condicionador de metais e seus efeitos em insertos de metal duro em operações de torneamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este tópico tem como objetivo descrição dos materiais e procedimentos experimentais aplicados neste trabalho.

2.1. Materiais aplicados

O tarugo de aço AISI/SAE 1045 utilizado nos ensaios de torneamento foi adquirido na forma de barra cilíndrica, com 2” (50,8mm) de diâmetro por 1200mm de comprimento. Este aço possui composição química de Carbono (0,43% - 0,50%), Silício (0,15% - 0,35%), Manganês (0,30% - 0,60%), Fósforo (0,03% máx) e Enxofre (0,05% máx.) e é utilizado na fabricação de peças para indústria mecânica em geral.

A ferramenta de corte tratadas com o condicionador de metais e aplicada nos ensaios de torneamento foi o inserto de Metal Duro ISCAR DNMG 150408-TF IC8250. Inserto rômbico de dois lados, com ângulo de ponta de 55°, ângulo de saída positivo que varia ao longo da aresta de corte para negativo, a fim de evitar lascamentos e reduzir a formação de crateras. Aplicado na usinagem de metais de aço carbono e ligas de aço, aço inoxidável e alta temperatura.

O condicionador de metais utilizado foi adquirido junto a Empresa ALPHA GARAGE Comercio e Serviços Ltda., identificado por Militec-1® Condicionador de Metais 200ml Redutor de Atrito.

Para usinagem do aço AISI/SAE 1045 foi utilizado o Torno CNC modelo Centur 30D da ROMI, com altura de pontas: 215mm; diâmetro do furo do eixo: 53mm, faixa de velocidade: 4 a 4.000 rpm; motor principal: 12,5 cv.

2.2. Procedimento experimental

Foram separadas as cinco ferramentas de acordo com a sua utilização.

- Inserto I: utilizada para preparação inicial da camada externa do aço;
- Inserto II: utilizada em usinagem a seco, sem tratamento do condicionador de metais;
- Inserto III: deixada em reserva;
- Inserto IV: utilizada em usinagem a seco, com tratamento do condicionador de metais;
- Inserto V: deixada em reversa.

Duas das ferramentas utilizadas (IV e V) foram tratadas previamente, de acordo com as especificações da Militec-1®, disponibilizada em boletim técnico. Ambas foram imersas no fluido em recipiente limpo, levada a estufa pré-aquecida a 80°C e aguardado o tempo de 30 minutos para a adsorção se efetuar por completa, antes ser retirado da estufa.

O experimento consistiu no torneamento cilíndrico externo de barras cilíndricas de aço carbono SAE 1045, sendo 604mm de comprimento por 50,7mm de diâmetro (após retirada da camada de oxido), esta usinado entre pontas com

$L_f=240\text{mm}$ por cada ferramenta, restando ainda 100mm para fixação e 24mm para evitar choque da ferramenta com a parte móvel do torno. Os parâmetros de corte adotados foram:

- $V_c = 340\text{m/min}$
- $a_p = 0,5\text{mm}$
- $f_n = 0,15\text{mm/rev}$

Cada aresta de corte executou 8 passes de desbaste longitudinal externo com $a_p = 0,5\text{mm}$ e em seguida foi alternada, tendo desbastado 4mm com cada aresta, e um total de 16mm do raio por cada ferramenta. Exceto para o último passe, por uma limitação física torno CNC, já que a rotação para permanecer na mesma velocidade de corte ultrapassaria a rotação máxima do torno. Sendo assim, foi mantida a rotação constante de 3800rpm .

As condições de trabalho foram escolhidas como forma de acelerar o desgaste, por estarem submetidas a condições severas de trabalho. Ao final dos testes o desgaste de flanco das ferramentas foi medido, constituindo, ao fim, uma condição de comparação entre as ferramentas normais e condicionadas.

Para a verificação do desgaste de flanco das ferramentas foi utilizado uma lupa microscópica digital, de 2.0 megapixels e aumento máximo de $1000\times$, em conjunto com o software Micam versão 1.6, encontrado gratuitamente na internet, sendo possível efetuar medições de maneira confiável, sendo calibrado a cada análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os valores medidos para o desgaste de flanco das três arestas ensaiadas, tanto das ferramentas tratadas com o condicionador de metais, quanto das ferramentas sem tratamento.

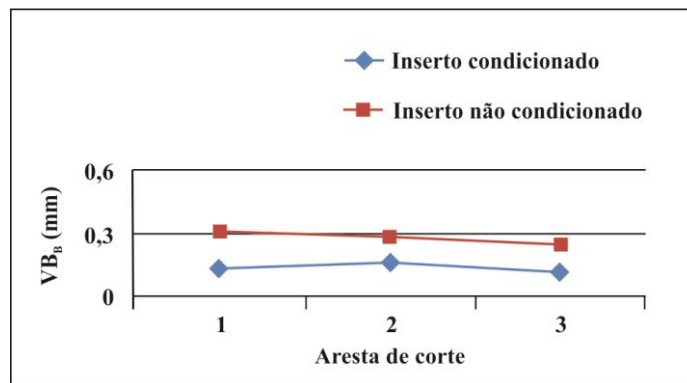


Figura 1 – Comportamento do desgaste de flanco das arestas de corte ao fim dos ensaios de torneamento.

Observa-se que as arestas ensaiadas apresentaram comportamento dentro do esperado. As arestas de corte do inserto não condicionado apresentaram valores de desgaste de flanco em conformidade com os encontrados na literatura (MATOSINHOS *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2015). Em contrapartida, arestas de corte do inserto tratado com o condicionador de metais apresentaram valores de desgaste mais baixos do que os medidos na ferramenta sem tratamento, inclusive, todos abaixo do critério de fim de vida estabelecido pela a norma ISO 3685 (1977), de $VB_B = 0,30\text{mm}$. Com base no comportamento das arestas de números 1, 2 e 3 dados dois insertos ensaiados, pode-se verificar a influência do tratamento com condicionador de metais na vida da ferramenta, uma vez que este tratamento foi eficiente em desacelerar a evolução do desgaste de flanco nos insertos ensaiados.

Comparando-se as arestas de corte nº 2 de dois insertos, sendo um não tratado e o outro tratado com o condicionador de metais (Fig. 2), é possível notar a diferença entre os níveis de desgaste de flanco atingidos após o término dos ensaios.

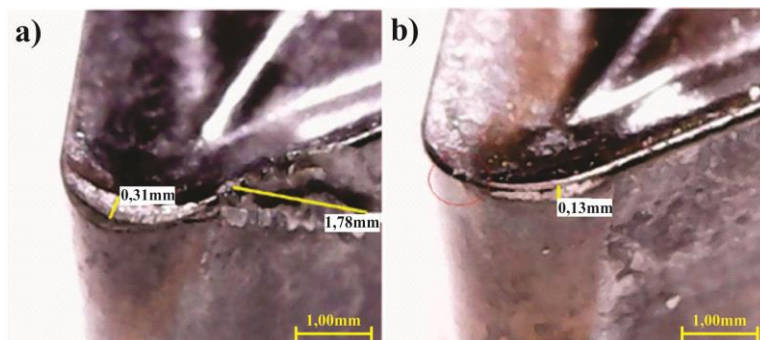


Figura 2 – Desgaste de flanco das arestas de corte nº2 dos insertos a) não condicionado e b) condicionado.

Verifica-se que, ao final dos ensaios de usinagem, a ferramenta sem tratamento (Fig. 2a) atingiu um desgaste de flanco de $VB_B = 0,310\text{mm}$, superando o critério de fim de vida determinado em norma (ISO 3685, 1977). Ainda, é possível observar um desgaste abrasivo na região posterior da aresta principal de corte da ferramenta, este com quase 1,8mm de comprimento, provavelmente causado pelo contato da superfície de folga da ferramenta com a barra cilíndrica ao final de cada um dos 8 passes realizados. Quanto à ferramenta condicionada (Fig. 2b) esta apresentou melhor desempenho, apresentando um desgaste de flanco de $VB_B = 0,130\text{mm}$, ainda distante de atingir o fim de vida. Além disso, não foi possível identificar qualquer problema relevante fora da zona de corte. Para as outras duas ferramentas, o comportamento quanto ao desgaste semelhante se manteve.

Em relação à continuidade dos ensaios de usinagem, para a aresta de corte 2, o inserto não condicionado (o mais afetada) apresentou $VB_B = 0,280\text{mm}$, enquanto que para o inserto tratado com o condicionador se manteve o baixo desgaste atingindo $VB_B = 0,120\text{mm}$. Devido à menor velocidade de corte no último teste realizado (aresta de corte 3), observou-se o menor desgaste registrado para ambas as ferramentas, tendo o inserto não condicionado atingido o maior desgaste de flanco, $VB_B = 0,240\text{mm}$, enquanto o inserto condicionado apresentou $VB_B = 0,160\text{mm}$.

Assim, é possível admitir que o condicionamento promovido pelo fluido Militec-1[®] contribuiu para manter a integridade da ferramenta, mesmo sob as solicitações impostas durante o processo de usinagem. A contribuição deste condicionador de metais em minimizar o desgaste de flanco nos insertos tratados, aumentando sua vida útil, é explicada devido ao seu princípio de funcionamento. Durante o tratamento, composto é adsorvido pela superfície metálica, em presença do calor e é formada uma camada protetora na amostra através de união molecular sintética com a superfície do metal, que a suaviza e sela sem, no entanto, alterar suas tolerâncias dimensionais (MILITEC-1, 2017; VALLE, 1999).

Com relação ao ensaio das ferramentas ainda é possível confirmar a eficiência do condicionador de metais através de análise estatística simples, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos valores de desgaste de flanco médio medidos.

	Desgaste de flanco médio (mm)			Média	Desvio Padrão
	Aresta 1	Aresta 2	Aresta 3		
Inserto condicionado	0,13	0,12	0,16	0,14	0,02
Inserto não condicionado	0,31	0,28	0,24	0,28	0,04

A Figura 3 representa, comparativamente, os dados apresentados na Tabela 1, os quais permitem verificar o desgaste de flanco em cada ferramenta, sem tratamento e condicionada junto ao desvio padrão de cada uma das médias.

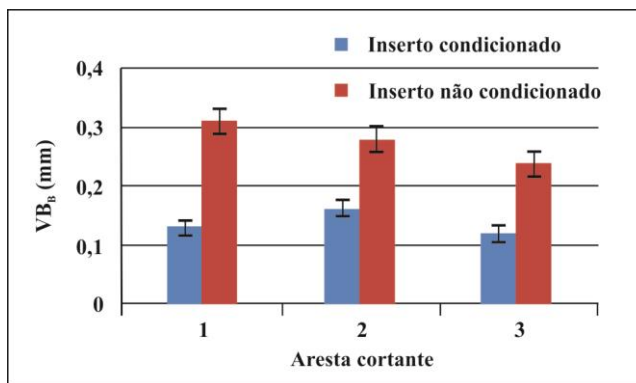


Figura 3 – Comparação estatística do desgaste de flanco medido nas arestas das ferramentas não condicionada e condicionada.

É possível verificar que os níveis de desgaste de flanco médio atingidos, para as arestas de corte do inserto de metal duro que não foi tratado com o condicionador de metais se mostraram semelhantes, assim como os níveis de atingido pelas arestas de corte dos inserto condicionado também, mostrando um comportamento padrão para ambas as condições de tratamento. Ainda, observa-se que as arestas de corte tratadas com o condicionador de metais apresentaram valores para VB_B , em média, 50% menor do que os medidos para as arestas que não passaram por qualquer tratamento. Portanto, estatisticamente, demonstra-se que o tratamento do inserto de metal duro com condicionador de metais influencia positivamente no prolongamento de sua vida útil em relação ao inserto que não foi tratado, através da redução do seu desgaste de flanco médio.

4. CONCLUSÕES

- Para torneamento contínuo a seco de aço AISI/SAE 1045, em condições testadas, o condicionador de metais utilizado mostrou-se eficaz na redução do desgaste das ferramentas de metal duro em operações de torneamento.
- Em termos de desgaste de flanco atingidos, a ferramenta condicionada apresentou redução de 50% nos valores medidos.
- As arestas de corte tratadas com o condicionador de metais apresentaram maior vida útil, ainda sendo possível, em todos casos, a sua utilização mesmo após o critério de parada dos ensaios.
- De acordo com as condições testadas, o condicionador de metais possui forte potencial para utilização na lubrificação de ferramentas aplicadas a processos de usinagem.

5. REFERÊNCIAS

- CAENN, R.; DARLEY, H.C.H.; GRAY, G.R. *Fluido de Perfuração e Completação*. Tradução da 6ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2014.
- GREENPEACE (Madrid). *Casa Intoxicada*. 2003. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/parafinas-cloradas-de-cadena-c.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2017.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 3685: Tool-life testing with single-point turning tools, 1977.
- MACHADO, A. R.; COELHO, R. T.; ABRÃO, A. M.; DA SILVA, M. B. *Teoria da usinagem dos materiais*. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- MATOSINHOS, F.C.C.C.; Silva, R.B.; ABRÃO, A.M. *Torneamento do aço 1045 com ferramenta de metal duro e cermet*. II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. João Pessoa, 2002.
- MILITEC-1 (Rio Grande do Sul). *O que é Militec?*. Militec-1 RS. 2017. Disponível em: <<http://www.militecrs.com.br/como-funciona/>>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2017.
- OLIVEIRA, A.R.F.; PAULA, G.C.; TEIXEIRA, I.C.; MACHADO, A. R. *Estudo da vida da ferramenta de corte de metal duro no torneamento do aço ABNT 1045*. POSMEC. Uberlândia, 2015.
- US NAVY. *Navy justification approval # 89-006*. [Washington, D.C.], EUA, 1989. 5p.
- VALLE, R. M.; *Parecer Técnico N°03/99*, UFMG. Minas Gerais, 1999.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

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

STUDY OF THE APPLICATION OF METAL CONDITIONER IN THE MACHINING PROCESS WITH CEMENTED CARBIDE INSERTS

Ramsés Otto Cunha Lima

Allis Chalmers Nogueira do Vale

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN.

ramses.cunhalima@ufersa.edu.br

allis_cn@hotmail.com

Abstract. *The manufacturing industry, constantly, seeks to increase the durability of cutting tools aiming, in addition to its good performance, an improvement in costs. In this sense, the application of lubricating fluids, which reduces the friction created between the machined workpiece and the tool, and consequently the decrease in temperature, reducing wear on the cutting tools and increasing their life, is vital importance. With the enhancement of this technology, new fluids called metal conditioners are acquiring space, as they promise to reduce friction, temperature, vibration and wear. In addition, environmental liability is also important, especially as regards the release of gases during use and the disposal of the environment, which is increasingly using products with low environmental impact. Thus, this work deals with the study of the performance of cutting tools when treated with metal conditioners. Therefore, cemented carbide inserts were treated with metal conditioner and applied in SAE 1045 steel dry machining and the performance of these tools was compared to that of inserts without any treatment. It was found that the metal conditioner used was effective in reducing wear of the tools tested.*

Keywords: *Turning; Lubrication; Metal conditioner; Cemented carbide; Wear*

RESPONSIBILITY NOTICE

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