

COMPORTAMENTO DAS FORÇAS DE USINAGEM E ACABAMENTO SUPERFICIAL NO TORNEAMENTO DE AÇO INOXIDÁVEL ABNT 304 UTILIZANDO FLUIDOS DE CORTE CONTAMINADOS POR MICRORGANISMOS

COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)

COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)
COBEF2017-0700 (Retirado devido exigências do edital)

Resumo: A obtenção de superfícies usinadas com bom acabamento não é uma tarefa simples. O fluido de corte, na maioria dos casos, devido a suas propriedades lubri-refrigerantes, corrobora para o sucesso na busca de qualidade. Isto porque ele age reduzindo os esforços de usinagem e o desgaste da ferramenta de corte. Contudo, uma ampla variedade de microrganismos acabam provocando alterações nas propriedades iniciais do fluido, contaminando-o, comprometendo suas funções lubri-refrigerantes, com redução de seu tempo de uso. Neste estudo, o efeito da contaminação microbiológica de dois fluidos de corte (um emulsionável de base vegetal e outro semissintético de base mineral) por 70 dias, foi investigado e comparado com a aplicação do fluido novo (recém diluído) no processo de torneamento do aço inoxidável austenítico V304 (ABNT 304) com ferramentas de metal duro revestidas. Foram monitoradas as componentes da força de usinagem e a rugosidade superficial da peça. Como esperado, a contaminação microbiológica dos fluidos de corte mostrou efeitos negativos ao processo, com algumas exceções.

Palavras-chave: Fluido de corte, acabamento superficial, força de usinagem, contaminação.

1. INTRODUÇÃO

Fluidos de corte (FC) são amplamente utilizados na indústria metal-mecânica e correspondem a misturas complexas de produtos químicos, para refrigeração e lubrificação em diferentes processos de usinagem, tais como: torneamento, fresamento, retificação, rosqueamento, furação, dentre outros (Rossmoore, 1995; Chang Et Al. 2004; Cheng; Phipps; Alkhaddar, 2005; Gilbert; Veillette; Duchaine, 2010; Selvaraju; Khan; Yadav, 2011). Suas propriedades não só reduzem o atrito e a temperatura na interface peça/ ferramenta/cavaco, como previnem que o sistema sofra oxidação, tornando seu uso um requisito vital (Van Der Gast Et Al. 2003; Van Der Gast; Thompson, 2004; Cetin Et Al., 2011; Machado Et Al., 2015; Lucchesi; Eguchi; Moraes, 2012; Kuram; Ozcelik; Demirbas, 2013). Isso proporciona redução do consumo de energia durante o corte, redução dos custos relativos à ferramenta e impedimento de corrosão da peça. No entanto quando o FC está biodegradado pela contaminação microbiológica essas melhorias podem ser comprometidas (Sharma; Dogra; Suri, 2009).

Geralmente, as propriedades físicas e químicas dos fluidos são modificadas durante o seu uso, armazenamento por longos períodos, ou sob ação de microrganismos, ocasionando também mudança nos riscos oferecidos nos ambientes de trabalho e naturais (quando do descarte), sendo, portanto de grande importância o estudo de sua dinâmica nestes ambientes (Bhattacharyya, 2003).

O primeiro contato do fluido de corte com a contaminação microbiana ocorre quando é feita a diluição em água potável (concentração bacteriana permitida na água potável até 100 UCF/mL (Trinkwv, 2001 Apud Rabenstein et al., 2009)). O crescimento destes microrganismos e a liberação de seus restos metabólicos nos fluidos causam alterações em suas propriedades originais como: aumento da viscosidade, desestabilização da emulsão, queda do pH da emulsão, perda da capacidade de lubrificação e refrigeração. Pode ser observada a descoloração da emulsão, presença de maus odores, perda de qualidade das peças de trabalho e até mesmo desgaste precoce da ferramenta, bem como interferências negativas em todo o processo de corte (Rossmoore. 1995, Rabenstein, et al., 2009.).

Muitos processos industriais são afetados por problemas relacionados ao biofilme em tubulações, uma vez que os microrganismos presentes no biofilme podem aderir a diversos materiais, como o aço inoxidável, o alumínio, o vidro, a borracha, o náilon, a fórmica, o ferro, entre outros (Boari, 2008), com destaque para indústrias que utilizam fluidos de corte. Isto acontece pela dificuldade de limpeza e inspeção apenas visual, o que traz como consequência um acréscimo significativo de despesas com limpeza, manutenção, substituição precoce do fluido e do próprio equipamento, além do controle de qualidade dos produtos (Sandin; Mattsbybaltzer; Edebo, 1991; Pagliero, 1995; Khan et al., 2005; Capelletti et al., 2006).

O biofilme tem como primeira etapa, interações iônicas negativas e/ou positivas que controlam a adesão da parede celular dos microrganismos (colonizadores primários) e as macromoléculas do filme condicionador que se forma a partir de resíduos do próprio ambiente. Esta adesão irreversível é quase sempre mediada pelos polímeros extracelulares. Apêndices celulares externos, como flagelos, fímbrias e pílus também desempenham papel importante na adesão celular inicial, além de formarem pontes entre as células e a superfície. O contato com a superfície e a instalação microbiana é seguido pela fase de crescimento e divisão. Material extracelular é agregado (biofilme propriamente dito) fortalecendo as

ligações entre as células e a superfície. Dentro de dias a meses, a adesão de outros microrganismos é facilitada, bem como a liberação de novos colonizadores aptos a formar novos biofilmes, que se desprendem do biofilme maduro, iniciando novo ciclo, levando o fluido rapidamente à degradação, com redução drástica de sua vida útil (Christensen; Characklis, 1990; Monici, 1999; Hogson et al., 2001; Capelletti, et al. 2006; Thomé et al., 2007; Rabenstein, et al., 2009).

Enquanto o efeito químico é mais atribuído a ação de bactérias, o efeito físico é mais associado a ação de fungos filamentosos. Assim como as bactérias, os fungos filamentosos têm a capacidade de utilizar hidrocarbonetos e também têm uma propensão para aditivos, tais como ácido oxálico triethanolamina TEA, boratos de amina, e fosfatos de ésteres (Prince; Morton, 1988). Embora os fungos filamentosos tenham a capacidade de deteriorar os FCs, os maiores problemas causados se dão pela sua presença física, devido ao seu crescimento, bloqueando tubulações e bicos de pulverização (Rossmore, 1986), conforme é mostrado na Fig. (1) - a) e b).

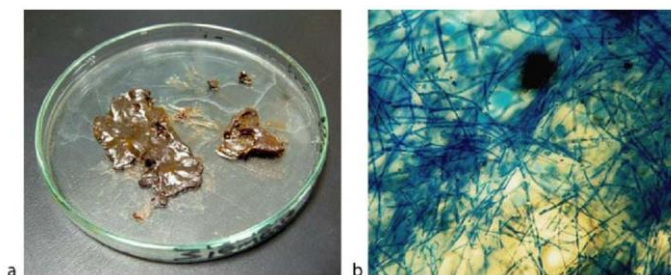


Figura 1. a) Biomassa fúngica recuperada do interior da tubulação b) mesma biomassa com ampliação de 40x. O micélio é claramente evidente após coloração com lactofenol (Theaker, 2010).

Entre os microrganismos mais recuperados, a presença de microbactérias em fluidos de corte gera preocupação, entretanto, há divergências entre os autores, já que alguns garantem que se trata de bactérias Gram-negativas do gênero *Pseudomonas* (Olenchok, 1994; Rossmore, 1994; Bassett, 2004).

Os problemas da degradação motivaram este trabalho, que objetiva verificar como a contaminação de fluidos de corte (um emulsionável de base vegetal e outro semissintético de base mineral) biodegradados por 70 dias afetam seus desempenhos durante o torneamento do aço inoxidável V304 (ABNT 304). Para tanto foram realizados testes com controle de forças e rugosidade da superfície da peça.

2. METODOLOGIA

A primeira etapa da parte prática teve início com a biodegradação dos Fluidos de corte realizada no Laboratório de Microbiologia Molecular do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia (MICROMOL–ICBIM–UFU). Os ensaios de usinagem foram realizados no Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (LEPU/FEMEC/UFU).

2.1. Preparação dos Corpos de Prova e Seleção da Ferramenta de Corte

Para os testes de torneamento foram utilizados como corpos de prova, barras cilíndricas de aço inoxidável austenítico V304UF (ABNT 304) (não solubilizado) fabricado pela Villares Metals S.A. (Fig. (2)). Essas barras, após usinagem de preparação, tinham diâmetros e comprimentos médios, respectivamente de 98 mm e 480 mm. A dureza média do lote, segundo o fabricante, foi de 149 HB e a resistência à tração mínima de 515 MPa. A composição do material dada pela norma ASTM, pode ser visualizada na Tab. (1), onde mostra a porcentagem dos elementos que compõem o material.

Tabela 1. Composição química (% em massa) do Aço Inoxidável Austenítico V304UF (Villares Metals).

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Mo	%Ni	%N	Fe
0,080	1,000	2,000	0,045	0,030	18,000 - 20,000	-	8,000 - 12,000	-	Bal.

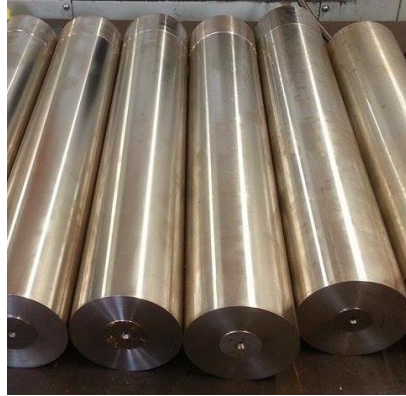


Figura 2. Corpos de prova utilizados nos ensaios de torneamento.

A dureza do corpo de prova foi medida em três regiões (central, intermediária e periférica) na seção transversal da amostra Fig. (3a).

Para estes testes foi utilizado um durômetro universal da marca Otto-Wolpert-Werke com esfera de 2,5 mm e carga de 187,5Kg. Notou-se que não houve grande diferença de dureza da região central para a intermediária, mas a região periférica se apresentou mais dura (~10%). Esta diferença foi considerada durante os ensaios de usinabilidade de modo a eliminar a sua influência. O valor médio apresentado (entre as três regiões mostradas na Fig. (3a)) foi igual a 149,2 HB, mesmo valor apontado pelo fabricante.

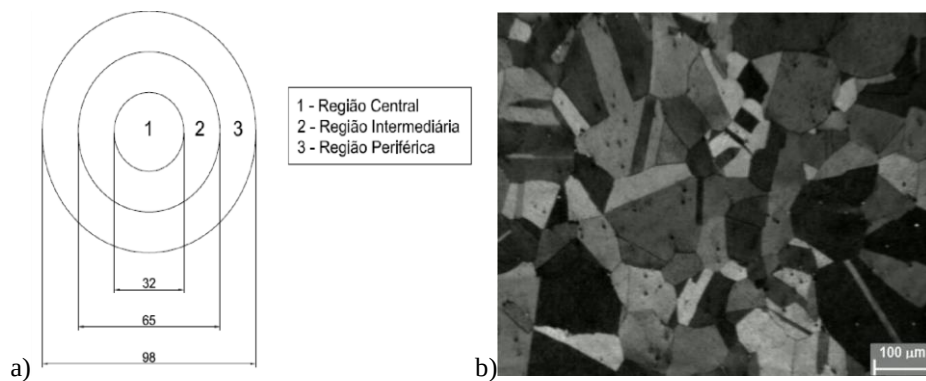


Figura 3. a) Representação das regiões onde foram feitos os ensaios de dureza (fora de escala). b) Microestrutura do Aço Inoxidável Austenítico V304UF com aumento de 12,5x.

Para identificação da estrutura metalográfica do material, Fig. (3b), preparou-se uma amostra que passou por lixamento, com lixas d'água de 320, 400, 600 e 1200 grana; polimento com óxido de cromo, pasta adiamantada de 6µm, 3µm, 1µm e sílica coloidal (0,06 µm); ataque eletrolítico com ácido oxálico a 10% e tempo de reação de um minuto. Utilizou-se um microscópio óptico Amplivial, da marca *Carlzeiss-Jena*, com luz polarizada e aumento de 12,5x para aquisição de imagens.

Não foi observada variação significativa da microestrutura da seção transversal do material nas diferentes regiões analisadas. A metalografia é composta de grãos austeníticos, cujas diferentes colorações apresentadas pela microestrutura se devem às diferentes orientações dos planos preferenciais de escorregamento das células cfc.

Para os testes de força concomitantes aos de acabamento superficial, os corpos de prova foram divididos em dois trechos, nos quais a velocidade de corte permaneceu constante, sendo 125 m/min na primeira e 250 m/min na segunda. Cada trecho continha seis intervalos (25 mm cada), nos quais foi possível variar o avanço (de 0,10 a 0,40 mm/volta). A cada intervalo de 25 mm de usinagem, o desgaste de flanco médio foi medido, e toda vez que ultrapassava 0,1 mm a aresta de corte era substituída por uma nova.

As ferramentas utilizadas foram insertos quadrados de metal duro da classe M15-35 fabricadas pela Sandvik do Brasil S.A. com o código ISO SNMG120408-MF. Os insertos eram inteiramente revestidos com TiN, ângulo de folga igual a 0° e quebra-cavacos integrado. O suporte utilizado para as ferramentas apresentava designação ISO DSBNR/L 2525 M12, também fabricado pela Sandvik do Brasil S.A. A foto e a representação do suporte e ferramenta podem ser observadas na Fig. (4). Logo abaixo a Tab. (2) mostra a geometria do suporte.

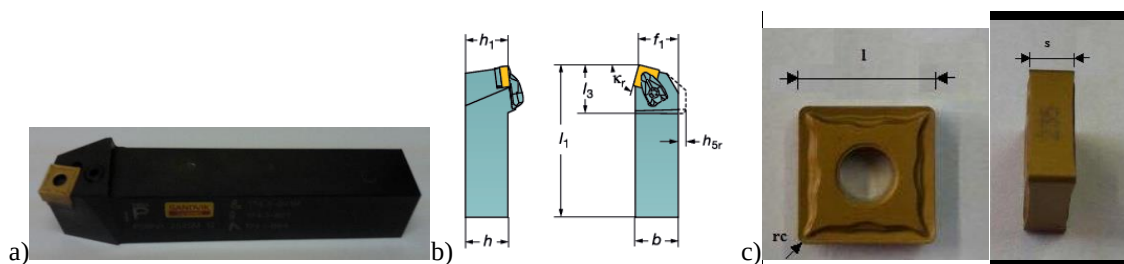


Tabela 2. Dimensões do suporte da ferramenta.

Dimensões (mm)									
b	f_1	h	h_1	h_{sr}	l_1	l_3	γ^1	λ^2	k
25	22	25	25	2,5	150	37,3	-6°	-6°	75°

2.2. Seleção e preparo dos Fluidos de Corte

Dois fluidos de corte (um de base vegetal – emulsionável e um de base mineral – semissintético) foram preparados no laboratório de microbiologia (MICROMOL) através de contaminação artificial “*in vitro*”, utilizando a norma ASTM E2275 modificada, conforme desenvolvido por Finzi (2015). Foi utilizada água destilada estéril para diluição dos FCs, na concentração de 8% v.v-1. As diluições foram verificadas utilizando-se um refractômetro digital (modelo PDR50B, com taxa de medição de 0 a 50% BRIX e precisão de $\pm 0,1\%$ BRIX). Nenhum outro contaminante, devido ao protocolo adotado de contaminação, foi adicionado aos FCs, de forma que apenas os microrganismos fossem responsáveis pela sua biodegradação.

2.3. Aparelhagem, Equipamentos e Parâmetros para os Ensaios de Forças de Usinagem e Acabamento Superficial

As forças de corte (F_c) e de avanço (F_f) do processo foram medidas com os seguintes equipamentos e software:

- Dinamômetro piezoelétrico: Equipamento fabricado pela Kistler Instrument, modelo 9265-B. Este instrumento mede os esforços aplicados sobre a ferramenta usando um circuito composto por anéis piezoelétricos ligado a um amplificador da marca Kistler, modelo 5019A. Os valores dos ganhos utilizados no amplificador foram de 250 N/V para o canal da força de corte e 100 N/V para os canais das forças de avanço. O dinamômetro foi fixado na mesa principal do torno CNC e o suporte da ferramenta acoplado com um comprimento em balanço de 50 mm, de acordo com o recomendado pelo manual do equipamento.
- Placa de aquisição de sinais: Os sinais amplificados eram enviados a uma placa de conversão análogo-digital da PowerDAQ, modelo *National Instruments* USB DAQPad-6251 Pinout 1.25 MS/s. Os sinais foram adquiridos usando uma taxa de aquisição de 6kHz.
- Software Labview™ 7.6: Fornecido pela *National Instrumente* programado para gerenciar os sinais adquiridos.

As rugosidades foram medidas com um rugosímetro portátil da marca MITUTOYO modelo SurfTest SJ-201, *cut-off* 0,8 mm e 2,5 mm. O parâmetro escolhido para quantificação da rugosidade foi o desvio aritmético médio (R_a), por ser o parâmetro mais utilizada no meio industrial.

O torno utilizado foi um CNC, modelo Multiplic 35D, fabricado pela indústria Romi S.A, com 11 Kw de potência, com rotação variável de eixo árvore de 3 a 3000 rpm, equipado com comando numérico GE FANUC Series 21i – TB. A Fig. (5) mostra a imagem do torno utilizado no LÉPU.



Figura 5. Torno CNC Romi Multiplic 35D utilizado nos testes de torneamento (Pereira, 2009).

Antes de cada teste o torno foi limpo/desinfetado através de limpeza manual com produtos adequados e inspeção visual, bem como utilizando um fluido de corte novo para circulação prévia na máquina. Em especial, o reservatório da máquina foi tratado para reduzir a carga microbiana de suas superfícies para próximo de zero. Após realização do protocolo de limpeza foi feita a verificação da contaminação microbiológica para certificação de ausência de microrganismos.

Finalmente o fluido biodegradado foi colocado no reservatório da máquina e a concentração foi novamente ajustada para garantir a proporção inicialmente prevista de 8% v.v⁻¹, concluindo esta etapa do estudo. Todos os fluidos foram aplicados na forma de jorro (abundância), com vazão de 13,6 L/min.

Os parâmetros de usinagem nos ensaios de força e rugosidade superficial são mostrados na Tab. (3).

Tabela 3. Parâmetros de usinagem nos ensaios de força e rugosidade superficial.

Fluido de corte (8% v. v ⁻¹)		Parâmetros de usinagem			
Base	Condição para ensaio	v_c (m/min)	a_p (mm)	L (mm)	f (mm/volta)
Vegetal	Novo e após 70 dias biodegradação	125	1	25	0,10;0,16;0,22;0,28;0,34;0,40
		250	1	25	0,10;0,16;0,22;0,28;0,34;0,40
Mineral	Novo e após 70 dias biodegradação	125	1	25	0,10;0,16;0,22;0,28;0,34;0,40
		250	1	25	0,10;0,16;0,22;0,28;0,34;0,40

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Desempenho das Forças de Corte e de Avanço

Nas figuras de 6 a 9 são mostrados os resultados de força para alta e baixa velocidade de corte (250 e 125 m/min) em função do avanço, para os dois FCs testados (base vegetal – emulsão e mineral semissintético, ambos novos e contaminados por 70 dias).

A Fig. (6), com os resultados para a velocidade de corte baixa (125 m/min), mostra que a contaminação do fluido aumentou as forças de corte e que o fluido de base vegetal apresentou maiores forças que o fluido de base mineral. As forças de avanço são apresentadas na Fig. (7), para os dois tipos de fluidos de corte testados (vegetal e mineral) novo e contaminado por 70 dias. Observa-se menores forças envolvidas no processo de torneamento utilizando o FC de base vegetal novo (até $f=0,28$ mm). Para avanços maiores de 0,28 mm os FC novos (base vegetal e mineral) apresentaram valores de força de avanço semelhantes e no geral, ambos os fluidos contaminados por 70 dias obtiveram maiores valores na força de avanço.

Para a maior velocidade de corte (250m/min), as componentes de força de usinagem, como esperado, são menores que quando usinando na menor velocidade (125 m/min). O aumento da velocidade de corte implica também no aumento da temperatura, que reduz tanto a resistência ao cisalhamento do material, quanto as forças de usinagem (Machado et al., 2015). Nessas condições, (alta velocidade de corte) a capacidade refrigerante do FC sobressai sobre sua capacidade lubrificante (Machado et al., 2015).

A Fig. (8) mostra que o fluido de corte de base mineral semi-sintético apresentou menores valores de força de corte que o fluido emulsionável de base vegetal. O primeiro, apesar de possuir maior poder refrigerante, tem maior poder de penetração que o segundo, devendo ser este o motivo dos resultados na maior velocidade de corte de 250 m/min. A contaminação do fluido de corte de base mineral promoveu um aumento expressivo nas forças de corte. Isto, entretanto, não foi evidente para o fluido emulsionável de base vegetal, quando a contaminação apresentou resultados de força de corte similares ao fluido novo.

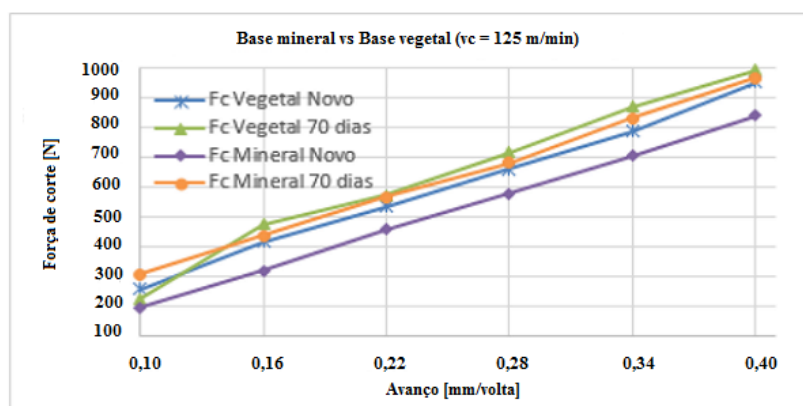


Figura 6. Desempenho das forças de corte, em baixa velocidade de corte, em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304.

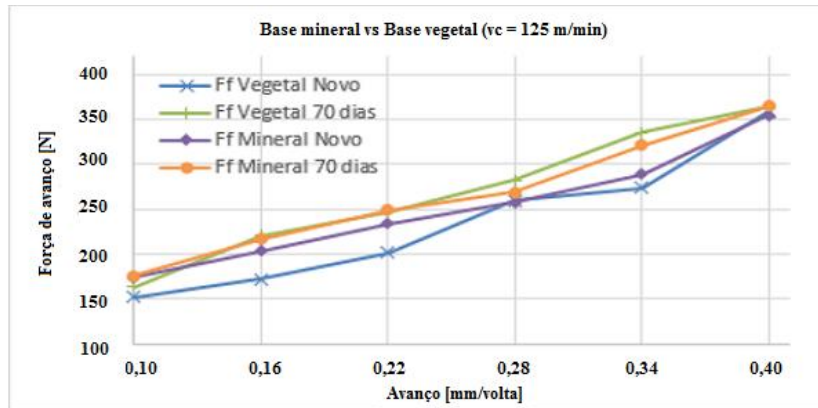


Figura 7. Desempenho das forças de avanço, em baixa velocidade de corte, em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304.

Nesse sentido, o FC de base vegetal mesmo após contaminação microbiológica por 70 dias, não teve sua capacidade lubri-refrigerante em altas velocidades de corte alterada. O mesmo não pode ser afirmado para o FC de base mineral, que após contaminação microbiológica por 70 dias, pode ter ganhado em capacidade refrigerante e/ou perda da capacidade lubrificante, devido a ação dos microrganismos na composição química do fluido ou ainda outras interferências, levando ao aumento da força de corte em alta velocidade de corte pelo aumento da resistência ao cisalhamento do material, agora mais refrigerado e/ou pela ação menos lubrificante do fluido contaminado.

A Fig. (9) mostra que a força de avanço foi ligeiramente menor para o fluido de base vegetal, sendo que a contaminação deste fluido não teve influência significativa nos resultados. Para o fluido de base mineral a contaminação elevou as forças de avanço para patamares significativamente maiores (para avanços maiores que 0,16 mm/volta).

Nos testes utilizando o FC de base mineral na condição de contaminado por 70 dias (Fig. (8) e (9)) as componentes de força de usinagem (corte e avanço) foram maiores. Esses são resultados importantes, pois comprovam a queda de desempenho do fluido após a contaminação microbiológica por 70 dias.

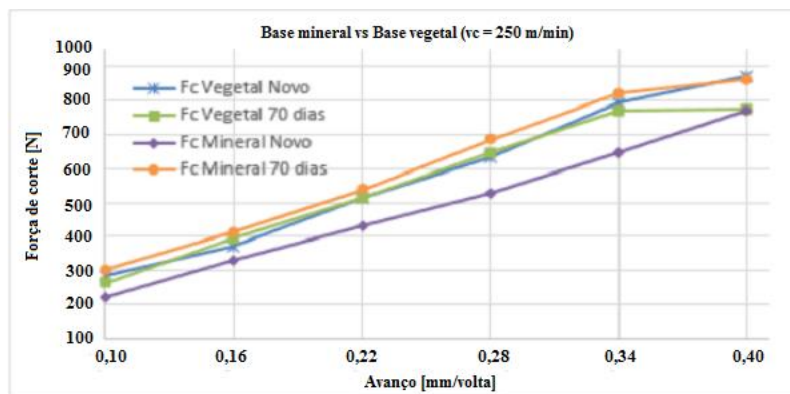


Figura 8. Desempenho da força de corte, em alta velocidade de corte, em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304.

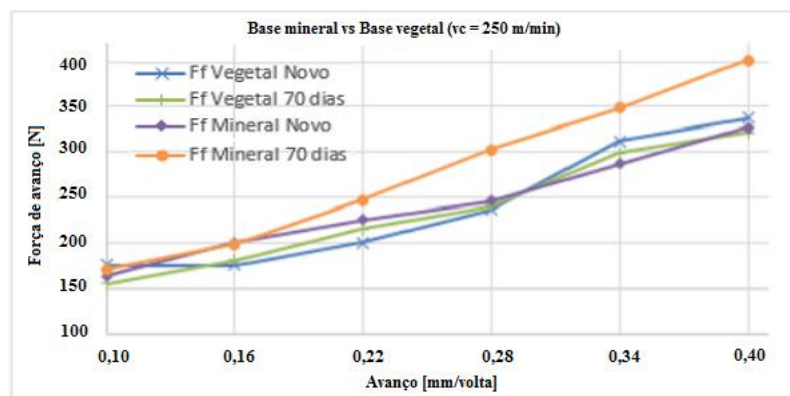


Figura 19. Desempenho da força de avanço, em alta velocidade de corte em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304UF.

A Fig. (10) apresenta a comparação dos dois fluidos utilizados após contaminação microbiológica por 70 dias na menor velocidade de corte testada (125 m/min). A força de avanço praticamente não sofreu influência do tipo do fluido. A força de corte, entretanto, teve um pequeno aumento com o uso do fluido emulsionável de base vegetal.

Para a maior velocidade de corte de 250 m/min (Fig. (11)), o fluido de corte semissintético de base mineral apresentou forças de corte e de avanço ligeiramente superiores às apresentadas pelo fluido de base vegetal. Isto, possivelmente, se deve ao maior poder refrigerante desse fluido na condição contaminada.

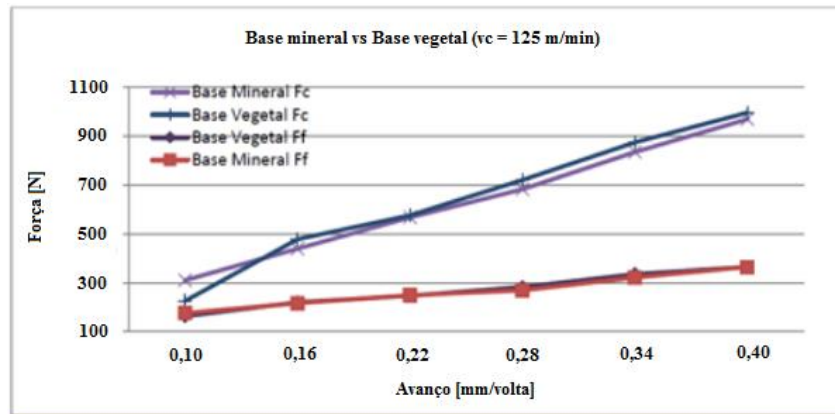


Figura 10. Desempenho comparativo das forças de corte e avanço medidas, para os FCs de bases vegetal e mineral, em baixa velocidade de corte, em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304, utilizando-se FCs após contaminação microbiológica por 70 dias.

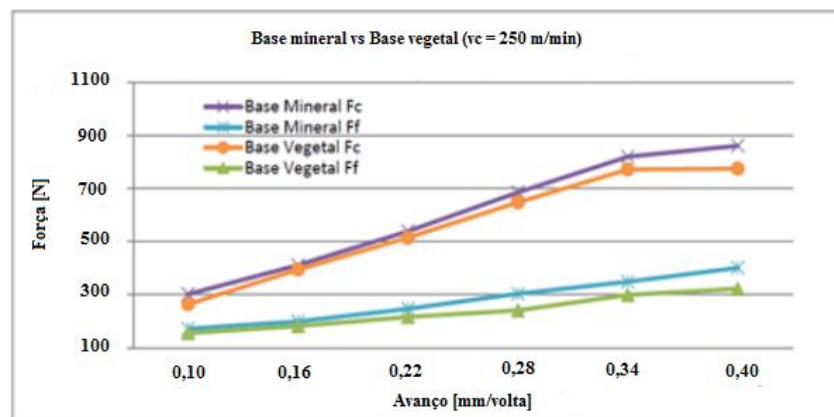


Figura 11. Desempenho comparativo das forças de corte e avanço medidas, para os FCs de bases vegetal e mineral, em alta velocidade de corte, em função do avanço no torneamento do aço inoxidável austenítico V304, utilizando-se FCs após contaminação microbiológica por 70 dias.

3.2. Acabamento Superficial

O acabamento superficial da peça foi quantificado através do desvio aritmético médio (R_a), que representa a média dos valores absolutos das ordenadas em relação à linha média, no comprimento de amostragem (NBR ISO 4287, 2002). As Figs. (12) e (13) apresentam os valores obtidos após usinagem do material utilizando os dois FCs base vegetal e mineral, respectivamente, na condição de biodegradados por 70 dias e na condição de novo. Todas as curvas mostraram o comportamento crescente da rugosidade com o aumento do avanço.

Os fluidos degradados por 70 dias (vegetal e mineral) apresentaram, principalmente para avanço entre 0,28 e 0,40 mm/volta, uma rugosidade pior (maior R_a) que o fluido novo, tanto para a menor velocidade de corte de 125 m/min, como para a maior de 250 m/min (Figs. 12 e 13). Fica evidente assim, a queda de desempenho quanto à qualidade da superfície, do fluido biodegradado por 70 dias.

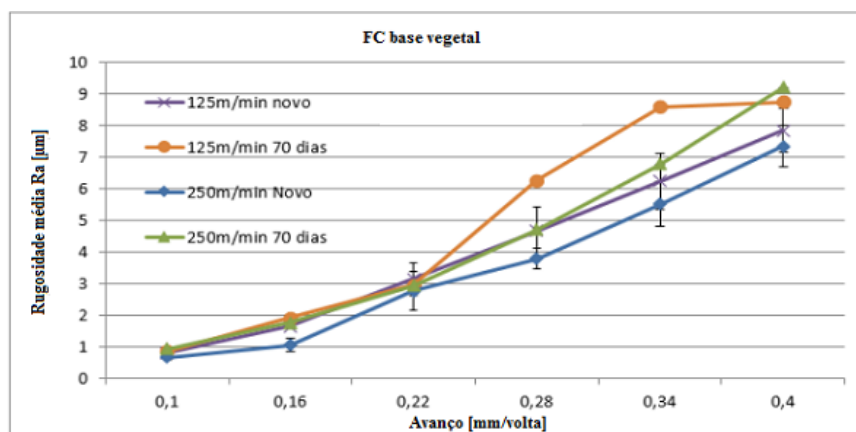


Figura 12. Valores médios da Rugosidade (R_a) medidos em função do avanço (f) utilizando o FC de base vegetal na condição de biodegradado por 70 dias, em alta e baixa velocidade de corte.

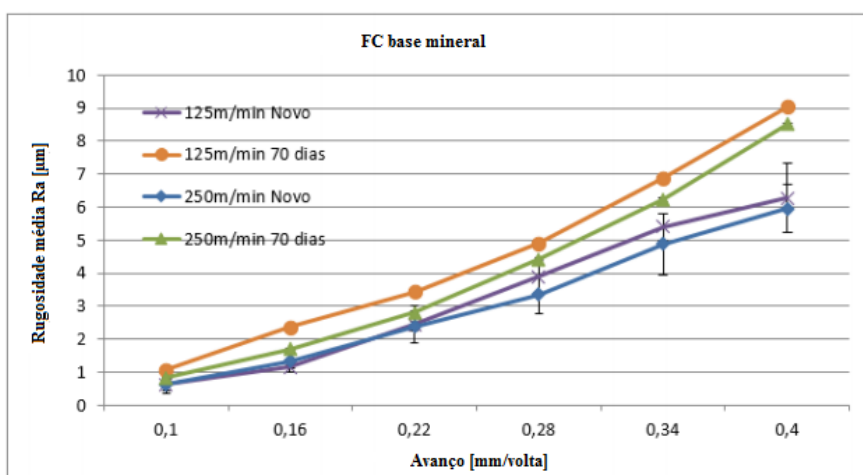


Figura 13. Valores médios da Rugosidade (R_a) medidos em função do avanço (f) utilizando o FC de base mineral na condição de biodegradação por 70 dias, em alta e baixa velocidade de corte.

4. CONCLUSÕES

Neste estudo a contaminação do fluido de corte pode ser considerada um parâmetro influente na usinabilidade do aço inoxidável ABNT 304, em relação as condições de operação descritas neste trabalho quando comparados os resultados utilizando-se fluidos de corte novos. Os resultados comprovaram que a perda das características originais dos fluidos de corte (emulsionável de base vegetal e do semissintético de base mineral) após contaminação microbiológica, mostrou alterações no comportamento relativo às forças de usinagem e acabamento superficial durante o processo de torneamento, principalmente quando o desempenho do fluido de corte novo é comparado ao desempenho daqueles contaminados por 70 dias. Apesar da contaminação microbiológica ter afetado negativamente a ambos os fluidos de corte, o de base vegetal foi o que mais apresentou divergência, em relação às forças de usinagem, para alguns valores de avanço em alta e baixa velocidade, facilmente observado pelos gráficos de desempenho. Adicionalmente, mesmo que os fluidos tenham obtido melhora da capacidade lubri-refrigerante em algumas condições do estudo o “triple boton” deve estar prioritariamente em prática visto que os efeitos nocivos a saúde do operador e ao meio ambiente continuam a existir, exigindo que o assunto seja melhor investigado, e enquanto as respostas a esse problema não estão elucidadas, recomenda-se trabalhar com fluidos novos, ou com taxa de degradação controlada.

5. REFERÊNCIAS

- Bhattacharyya, P. L.; Klerks, J.A.; Nyman, J.A. Toxicity to freshwater organisms from oils and oil spill chemical treatments in laboratory microcosms. *Environmental Pollution*. USA, v. 122, p.205-215, 2003.
- Bianchi, E. C.; Aguiar, P. R.; Piubeli, B. A. *Aplicação e Utilização dos Fluidos de Corte nos Processos de Retificação*. São Paulo: Artliber. 2003.
- Chang, S. C.; et al. Flow cytometric detection and quantification of mycobacteria in metalworking fluids. *International Biodeterioration & Biodegradation* 2004;54:105-12.
- Cheng, C.; Phipps, D.; Alkhaddar, R. M. Treatment of spent metalworking fluids. *Water Res* 2005;39:4051–4063.

- Diamond-Hernández, B.; Solórzano-Santos, F.; Leaños-Miranda, B.; Peregrino-Bejarano, L.; Miranda-Novales, G. Production of *icaADBC*-encoded polysaccharide intercellular adhesin and therapeutic failure in pediatric patients with staphylococcal device-related infections. *BMC Infectious Diseases*. 2010;10:68.
- Diniz, A. E.; Silva, M. B.; Momburu, R.; Schroeter, R. B. *Fluidos de corte em usinagem*. In: Coleção Fábrica do Milênio. (Org.). Tecnologias Avançadas de Manufatura. São Paulo / SP: Novos Talentos. 2005;1:47-64.
- Diniz, A. E.; Marcondes, F. C.; Coppini, N. L. "Tecnologia da usinagem dos materiais". São Paulo: 6 ed. São Paulo: Artlber Editora Ltda, 2008. 244p.
- Gilbert, Y.; Veillette, M.; Duchaine, C. Metalworking fluids biodiversity characterization. *J. Appl. Microbiol* 2010;108:437-449
- Grub, A. M. *Avaliação do Desempenho de Fluidos de Corte Contaminados no Processo de Torneamento do Aço Inoxidável Austenítico V304UF*. 2013. 130f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Ignácio, E. A. *Caracterização da Legislação Ambiental Brasileira Voltada para a Utilização de Fluidos de Corte na Indústria Metal-Mecânica*. Dissertação de Mestrado, UFSC – Florianópolis, novembro de 1998.
- Iowa Waste Reduction Center, *Cutting Fluids Management for Small Machining Operation*. University of Northern Iowa, 2003.
- Kluytmans, J.; Van Belkum, A.; Verbrugh, H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clin Microbiol Rev*. 1997;10:505-20.
- Kuram E.; Ozcelik B.; Demirbas E. Environmentally Friendly Machining: Vegetable Based Cutting Fluids. In: J. P. Davim (ed.), *Green Manufacturing Processes and Systems, Materials Forming*, 23 *Machining and Tribology* 2013. p. 23-47
- Laitinen, S.; Linnainmaa, M.; Laitinen, J.; Kiviranta, H.; Reiman, M.; Iesivuori, J. Endotoxins and IgG antibodies as indicators of occupational exposure to the microbial contaminants of metalworking fluids. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999;72:443-50.
- Lucchesi, E. G.; Eguchi, S. Y.; Moraes, A. M. Influence of a triazine derivative-based biocide on microbial biofilms of cutting fluids in contact with different substrate. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 2012. doi:10.1007/s10295-017-1081-x
- Machado, A. R.; Coelho, R. T.; Abrão, A. M.; Silva, M. B. *Teoria da Usinagem dos Materiais*. 3. ed. São Paulo: EdgardBlücher. 2015.
- Passman, F. J.; Rossmore, H. W. Reassessing the health risks associated with employee exposure to MWF microbes. *Lubricat Engineering*. USA, v. 58, nº 7, p. 30-38, mai. 2002.
- Rabenstein, A.; Koch, T.; Remesch, M.; Brinksmeier, E.; Kuever, Jan. Microbial degradation of water miscible metal working fluids. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2009;63:1023-9.
- Rossmore H. W. Microbiology of metalworking fluids: deterioration, disease and disposal. *J Soc Tribology Lub Eng*. 1995;51:112-118.
- Sales, W. F. *Influência das Características Refrigerantes e Lubrificantes de Fluidos de Corte*. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, FEMEC – UFU, Uberlândia – MG. Abril de 1999.
- Sandin, M.; Mattsbybaltzer, I.; Edebo, L. Control of microbial-growth in water-based metalworking fluids. *International Biodeterioration*. 1991;27:2761-74.
- Selvaraju, S. B.; Khan, I. U. H.; Yadav, J. S. Susceptibility of *Mycobacterium immunogenum* and *Pseudomonas fluorescens* to formaldehyde and non-formaldehyde biocides in semi-synthetic metalworking fluids. *Int. J. Mol. Sci*. 2011;12:725-741.
- Silliman, J. D. *Cutting and Grinding Fluids: Selection and Application*. Society of Manufacturing Engineers. 2 ed. p. 1-47, 129-135, 187-191, 1992.
- Silva, E. J. *Análise da influência dos tipos de fluido de corte e rebolo na retificação do aço SAE HVN-3*. Dissertação de Mestrado – UNESP, Bauru - SP, p. 35-44, 2000.
- Schroeter, R. B. *Otimização Do Volume De Fluidos De Corte Nos Processos De Usinagem*. In: http://www.lmp.ufsc.br/linhas_pesquisa/duco/otim_vol.html – Acesso em 14/05/2010.
- Sharma, V.S.; Dogra, M.; Suri, N. Cooling techniques for improved productivity in turning. *Int. J. Mach. Tools Manuf*. 2009;49:435-453.
- Thakur, D., Ramamoorthy, B., & VIJAYARAGHAVAN, L. "Study on the machinability characteristics of superalloy Inconel 718 during high speed turning". *Materials and Design* 30, 2009. pp. 1718-25.
- Thomé, R., Bianchi, E.C., Arruda, O.S., Aguiar, P.R., 2007, "Estudo microbiológico das micobactérias e fungos contaminantes dos fluidos de corte", In: Anais do 8º. CIBIM – Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica, Cusco – Peru, outubro de 2007, anais em CD-ROM.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

BEHAVIOR OF THE CUTTING FORCES AND SURFACE ROUGHNESS IN TURNING OF STAINLESS STEEL ABNT 304 USING CUT FLUIDS CONTAMINATED BY MICROORGANISMS

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)
COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)
COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

COBEF2017-0700 (Withdrawn due to edict requirements)

Abstract: *To obtain good surface finishing is not a simple task. The cutting fluid, in most cases, due to its lubri-cooling properties, corroborates to the success in the search of this quality. This is because it acts to reduce machining forces and tool wear. However, a wide variety of microorganisms may cause changes in the properties of the fluid, contaminating it during use, compromising its lubri-cooling functions, reducing its life. In this study, the effect of microbiological contamination of two cutting fluids (one vegetable-based emulsion and mineral-based semisynthetic) for 70 days was investigated and compared with the application of new (diluted) fluids in the turning of austenitic stainless steel V304 (ABNT 304) with coated carbide tools. The components of the machining force and the surface roughness of the workpiece were monitored. As expected, the microbiological contamination of the cutting fluids showed negative effects to the process, with few exceptions.*

Key words: *Cutting fluid, surface finish, machining force, contamination.*