

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO USO DE FLUIDO DE CORTE NO PROCESSO DE ALARGAMENTO DE FERRO FUNDIDO VERMICULAR

Vilmar Julio¹ (vilmarjulio@terra.com.br)

Saete Martins Alves² (salete.martins@gmail.com)

¹Sociedade Educacional de Santa Catarina (Instituto Superior Tupy – IST), Rua Albano Schmidt, 3333, Joinville-SC.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Escola de Ciência e Tecnologia, Av. Hermes da Fonseca, 1111, Natal - RN.

Resumo: *Em novas tecnologias de usinagem, também aparecem requisitos que demandam produção em massa de furos com estreita tolerância de acabamento superficial e precisão geométrica que são necessárias para uma montagem seriada. Estas características poderão ser alcançadas com a aplicação do processo de alargamento. Esta operação deve ser realizada com a utilização de fluidos de corte, contudo o uso de fluidos de corte tem sido questionado pelos seus impactos ao meio ambiente e à saúde do operador. Assim o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade de redução da quantidade de fluido de corte utilizada no processo de alargamento em ferro fundido vermicular. Para atingir este objetivo realizou-se um planejamento de experimento com duas variáveis (condição de lubrificação e sobremetal) e três níveis, gerando uma seqüência de testes aleatórias e com uma réplica. Os testes de alargamento foram realizados utilizando alargadores de metal duro monocortante revestido com nitreto de titânio (TiN), os parâmetros de corte utilizados foram velocidade de corte (vc) fixada em 100 m/min, avanço (f) fixado em 0,15 mm/rot. Estes experimentos foram realizados num Centro de Usinagem Feeler - FV 600 do Laboratório da Sociedade Educacional de Santa Catarina - SOCIESC. Foram avaliadas duas formas de aplicação de fluido de corte: por inundação (concentração de 10%) e mínima quantidade de lubrificante (MQL) em diferentes vazões 30 e 50 ml/h,. Também se avaliaram diferentes valores de sobremetal (0,1; 0,3 e 0,5 mm). As influências destas variáveis foram avaliadas em função do diâmetro, da rugosidade e da circularidade dos furos alargados. Com os resultados foi possível verificar a possibilidade de redução do uso de fluido de corte neste processo de alargamento do ferro fundido vermicular sem interferir significativamente na qualidade superficial e na precisão geométrica e de forma.*

Palavras chave: Alargamento, ferro fundido vermicular, MQL.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas o ferro fundido nodular e ferro fundido vermicular foram aceitos, principalmente, no mercado de construção de automóveis, aeronaves e navios. Estes possuem propriedades como: alta tenacidade, boa condutividade térmica e amortecimento de vibrações. E, devido a possibilidade de suas propriedades mecânicas serem alteradas por diferentes tratamentos térmicos são resistentes ao desgaste e apresentam-se com alta flexibilidade para a usinagem.

Guesser (2002) relata que o ferro fundido vermicular deve conter alguma grafita nodular. Esta condição é justificada na utilização deste material em blocos e cabeçotes de motores à combustão, que devido a complexidade geométrica, solicitações térmicas e mecânicas severas, e ainda, ter-se praticamente, a exigência de ausência de contração, permitindo neste caso, uma taxa de no máximo 20% de grafita nodular. E em contra partida, no caso do seu uso em coletores de escape, para não prejudicar a fundibilidade ou o desempenho, deve-se permitir uma taxa de até 50% de grafita nodular.

A produção de um bloco de motor é uma seqüência de várias operações de usinagem até chegar totalmente pronto ao final do processo. Dentre essas operações a execução de furos é a mais comum, e exige operações posteriores a fim de melhorar a qualidade superficial, a precisão de forma e dimensional. Isso é conseguido empregando-se, entre outras, a operação de alargamento.

Lugscheider et al. (1997) comentam que o não cumprimento de procedimentos como a usinagem do pré-furo, a não observação da rigidez da máquina, parâmetros de corte e adequada aplicação de fluido de corte interfere diretamente na precisão do furo alargado.

A falta de fluidos de corte no processo de alargamento produz altas temperaturas que pode resultar em problemas de:

- precisão do furo;
- excessiva formação de aresta postiça de corte;

- prejudicar o acabamento superficial do furo.

Segundo SU et al. (2007) o uso de fluidos de corte dentro do processo de usinagem causa alguns problemas como custo alto, poluição, e perigos para a saúde do operador. Solucionar os problemas relacionados ao uso de fluidos de corte é um novo desafio para os investigadores que procuram alternativas de minimizar ou até mesmo evitar o uso de fluidos de corte nas operações de usinagem.

Portanto, é importante avaliar a viabilidade da redução do uso de fluido de corte no processo de alargamento. Assim, o objetivo geral trabalho foi estudar a minimização do fluido de corte no alargamento do ferro fundido vermicular através da técnica de mínima quantidade de lubrificante (MQL)

2. MINIMA QUANTIDADE DE LUBRIFICAÇÃO (MQL)

As alternativas tecnológicas para viabilizar a redução e/ou a eliminação de fluidos de corte mostra os caminhos que as pesquisas atuais têm tomado nos processos de usinagem com ferramentas de geometria definida.

De acordo com Miranda (2003), estes caminhos básicos são:

- a otimização de ferramenta (tem a ver com a avaliação do material da ferramenta, do revestimento, assim como das características geométricas da ferramenta empregada no processo),
- o uso de técnicas de mínima lubrificação (MQL) e
- a substituição do processo de fabricação da peça.

A técnica de MQL tem sido aceita como uma aplicação bem sucedida de processos quase secos devido as suas características ambientalmente favoráveis. A minimização dos fluidos de corte também apresenta benefícios econômicos pela redução do custo de lubrificante e diminui o tempo de limpeza da peça/ferramenta (SUDA et al. (2002) e WEINERT et al. (2004)).

Segundo Pereira et al. (2005), os produtos lubrificantes usados na técnica de MQL devem ser ecologicamente corretos, ou seja, isentos de solventes e materiais fluorados e com altíssima taxa de remoção de calor.

Pereira et al. (2005), complementam que esta quantidade mínima de fluido é dirigida por um jato de ar ao ponto em que está sendo executada a usinagem. Deve ser suficiente para reduzir o atrito da ferramenta e ainda evitar a aderência dos materiais. E alertam que o volume de fluido pode variar em função do volume de cavacos e do processo de usinagem.

No processo de alargamento quando as guias das ferramentas são perfeitamente ajustadas, a força cortante fornece apoio para o furo alargado, limitando o desvio. O atrito e a lubrificação devem trabalhar juntas, uma das funções das guias é transportar o cavaco que fica na parede do furo. Assim, a temperatura gerada pelas guias que prejudica a superfície do furo, pode ser minimizada. É importante que o sistema de MQL seja de regulagem média na ferramenta e com refrigeração interna. E o padrão de abertura de saída média de MQL é o fator decisivo por assegurar a boa lubrificação contínua das guias do alargador e um seguro transporte de cavaco (WEINERT et al., 2004).

Chiffre et al. (2009) estudaram alargamento de aço inoxidável com 15 amostras (furos) utilizando a condição de mínima quantidade de lubrificação MQL (50 e 60 ml/h). O lubrificante foi aplicado com o bocal direcionado bem próximo (acima) do corpo de prova. Estes autores concluíram que a utilização do MQL no alargamento proporciona bons resultados em termos de dimensões dos furos e acabamento superficial. Também avaliaram que a aplicação com dois bocais fornecem bons resultados como a aplicação com apenas um bocal.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os testes de alargamento de ferro fundido vermicular foram desenvolvidos num centro de usinagem CNC Feeler no laboratório flexível de manufatura da Sociedade Educacional de Santa Catarina (SOCIESC).

Os corpos de prova de ferro fundido vermicular possuíam as seguintes dimensões 400 mm de comprimento, 250 mm de largura e 39 mm de espessura, com dureza de 198 HB. A composição deste material foi determinada por análise química, apresentada na tabela 3.1 e a microestrutura do material na figura 3.1. Nesta micrografia é possível verificar a presença de nódulos, contudo eles representam <5%, não sendo significativos com relação a estrutura de CGI, não afetando sua usinabilidade. Segundo Dawson (1994) para uma boa usinabilidade deve-se ter os pontos de consistência da microestrutura bem controlada, com nodularidade ideal em torno de 5% a 20%.

Tabela 3.1 – Composição química do corpo de prova de CGI

Perlita	Nodul.	Si%	Mn%	S%	P%	Cr%	Ti%	Mg%	Cu%
> 95	< 5	2,37	0,287	0,015	0,026	0,035	0,017	0,0100	0,83

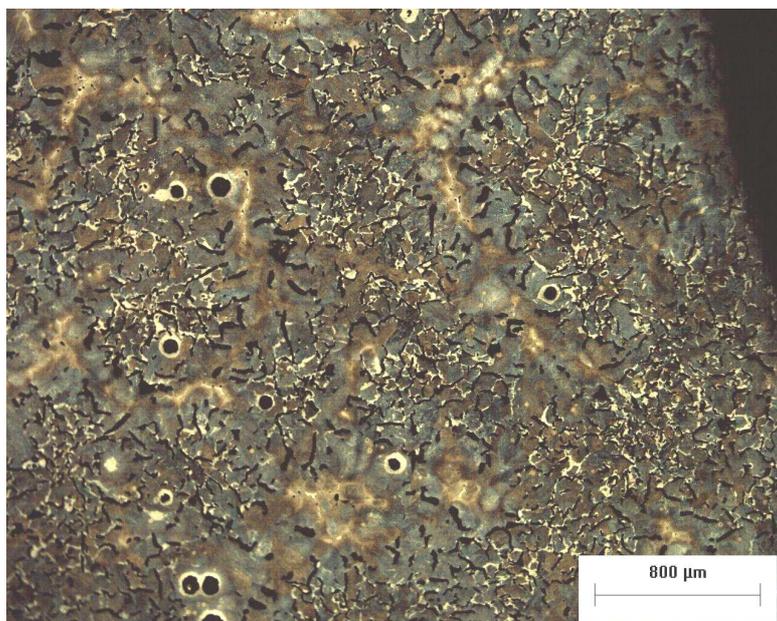


Figura 3.1 – Micrografia da amostra (50 vezes). Ataque com Nital 4%

As ferramentas de corte utilizadas foram brocas de metal duro com diâmetros de 13,0; 13,2 e 13,4 mm, com o intuito de se ter diferentes valores de sobremetal de 0,1, 0,3 e 0,5 mm. Para operação de alargamento utilizou-se um alargador monocortante com corpo de metal duro de refrigeração externa, com 13,5 mm de diâmetro e insertos intercambiáveis, com duas guias laterais de metal duro. Os insertos também eram de metal duro com revestimento de nitreto de titânio (TiN).

Foram utilizados três (3) níveis de lubrificação: um sistema por inundação e duas vazões em sistema da mínima quantidade de lubrificação – MQL ($MQL_1 = 50$ ml/h e $MQL_2 = 30$ ml/h). Para a lubrificação por inundação utilizou-se fluido de corte semi-sintético Blazer 2000 Universal na concentração de 10%. Para a aplicação do MQL utilizou-se um nebulizador da ACCU-LUBE, que possui uma bomba regulável e precisa da quantidade de fluido a ser misturado com o ar comprimido. O fluido utilizado foi o ACCU-LUBE LB-2.000, um fluido biodegradável, atóxico e insolúvel em água, com composição química de óleos vegetais (soja, milho e canola) e aditivos anticorrosivos.

Combinando as variáveis de processo sobremetal e condição de lubrificação, ambas com 3 níveis, foram planejados, através de DOE, 9 condições de ensaio e realizado uma réplica de todos os ensaios. Foram fixados os parâmetros de: velocidade de corte (v_c) em 100 m/min; avanço (f) em 0,15 mm/rot. A tabela 3.2 mostra a sequência de ensaio gerada pelo software Minitab 15, considerando um planejamento estatístico fatorial 3^n aleatório, e sua réplica. Para uma boa repetibilidade em todos os ensaios foram feitos: a troca (intercambialidade) e o ajuste dos insertos do alargador monocortante para evitar o batimento do alargador (menor que 0,002 mm).

Para avaliar o processo de alargamento com as condições descritas na tabela 3.2, avaliou-se a qualidade superficial (rugosidade R_a) e desvio de forma e dimensional (circularidade e diâmetro). Os valores de rugosidade foram obtidos com a utilização de um rugosímetro modelo SJ-201P/M da Mitutoyo. O equipamento utilizado para a obtenção de desvio de forma foi a Máquina de Medição de Erros de Forma – 1047 do fabricante Taylor Hobson, modelo Talyrond 252 do Laboratório de Metrologia da SOCIESC. Para medir o diâmetro foi utilizado um micrômetro de medição interna de três contatos (pontas), de fabricação Mitutoyo de 11 – 14 (1 DIV. 0,005 mm) e incerteza de medição de 0,0007 mm.

Tabela 3.2 – Planejamento estatístico para experimento

Ordem	Sobremetal	Condição de Lubrificação
1	0,5	MQL ₁ (50 ml/h)
2	0,5	MQL ₂ (30 ml/h)
3	0,5	Inund. (10%)
4	0,1	MQL ₂ (30 ml/h)
5	0,3	MQL ₂ (30 ml/h)
6	0,3	MQL ₁ (50 ml/h)
7	0,3	MQL ₁ (50 ml/h)
8	0,1	Inund. (10%)
9	0,1	MQL ₁ (50 ml/h)
10	0,1	Inund. (10%)
11	0,1	MQL ₁ (50 ml/h)
12	0,3	MQL ₂ (30 ml/h)
13	0,5	Inund. (10%)
14	0,3	Inund. (10%)
15	0,5	MQL ₁ (50 ml/h)
16	0,3	Inund. (10%)
17	0,5	MQL ₂ (30 ml/h)
18	0,1	MQL ₂ (30 ml/h)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), realizada para um planejamento de experimento de três níveis e dois fatores, utilizando o software Minitab 15, baseado no planejamento experimental (DOE) feito no próprio software. Nesta análise foi avaliada se as variáveis de processo (condição de lubrificação e sobremetal) influenciam as variáveis de resposta (diâmetro, rugosidade R_a e circularidade). A seguir são apresentados a análise estatística do DOE da pesquisa realizada.

A resposta da análise ANOVA obtida para o diâmetro dos furos alargados (tabela 4.1), apresenta um ajuste não satisfatório do modelo $R^2 = 62,57\%$, pois o valor de P é maior do que 0,05 (baseado no nível de confiança de 95%). Contudo para esta variável de resposta nem a interação entre as variáveis estudadas e nem a contribuição individual de cada variável exerce estatisticamente influência significativa sobre o diâmetro dos furos ($P > 0,05$)

Tabela 4.1 - ANOVA para o Diâmetro

Fonte	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
SM	2	0,0000565	0,0000565	0,0000282	0,54	0,601
CL	2	0,0000121	0,0000121	0,0000061	0,12	0,892
SMxCL	4	0,0007202	0,0007202	0,0001800	3,43	0,057
Erro	9	0,0004718	0,0004718	0,0000524		
Total	17	0,0012606				
S = 0,00724020		$R^2 = 62,57\%$		R^2 (adj) = 29,31%		

Legenda: SM (Sobremetal), CL (condição de lubrificação), SS (soma quadrática) e MS (média quadrática), DF (graus de liberdade).

Na figura 4.1, embora observa-se um tendência de redução do diâmetro com o aumento do sobremetal e com a redução do nível de lubrificação, deve-se considerar que avaliando os dados numericamente estas variações são desprezíveis (0,004 mm do diâmetro). Chiffre et al. (2009) também observaram em seu experimento de alargamento em aço inoxidável com MQL que os furos ficaram próximos aos valor nominal e dentro da tolerância H7 (0 a 18 μm). Este fato pode ter acontecido pelo atrito dos inserts nas faces dos furos usinados, e o alisamento das duas guias laterais do alargador monocortante pode ter proporcionado estabilidade no experimento. Deve-se considerar que a força de corte e a força passiva que são gerados na aresta de corte são transferidas para a superfície do furo pelas guias, de tal forma que a ferramenta é guiada no furo usinado e a superfície é alisada (WEINERT et al., 1998)

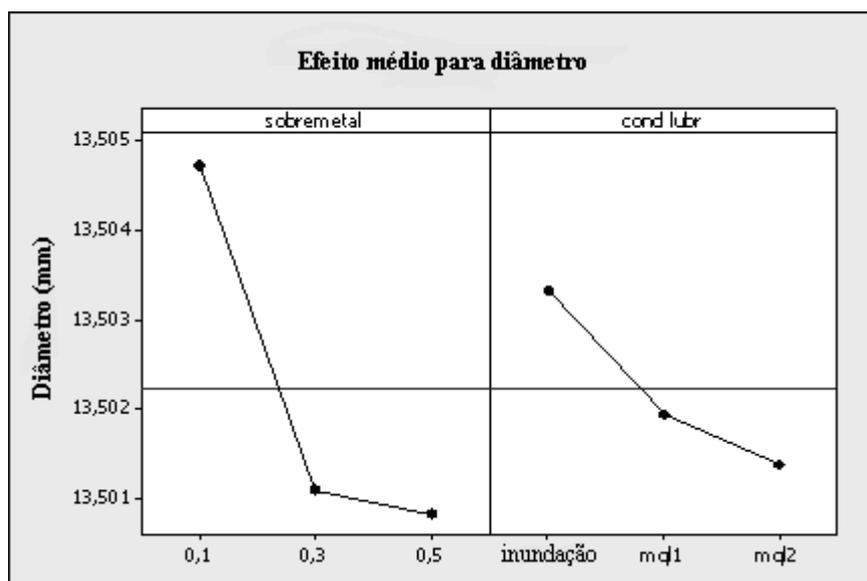


Figura 4.1 – Efeito do sobremetal e da condição de lubrificação sobre o diâmetro

A figura 4.2 mostra graficamente que a interação entre as variáveis de processo não influencia nos resultados do diâmetro.

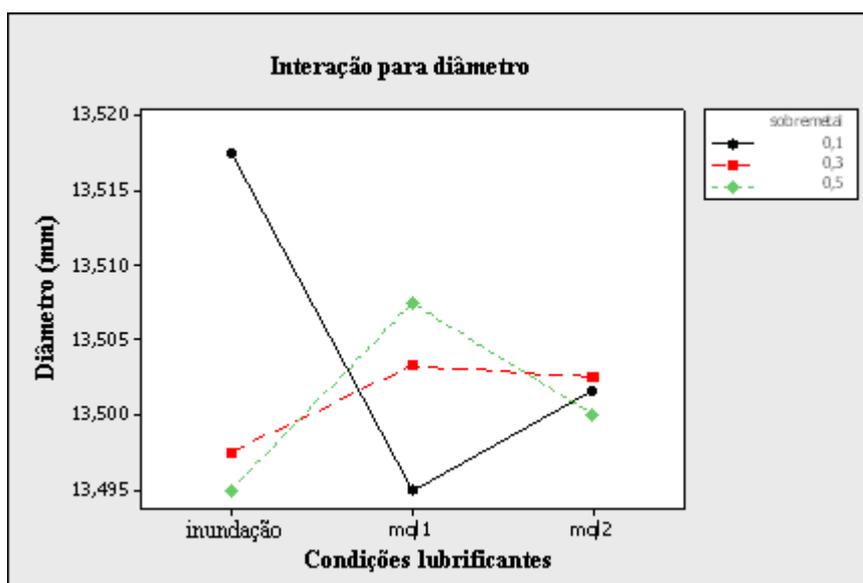


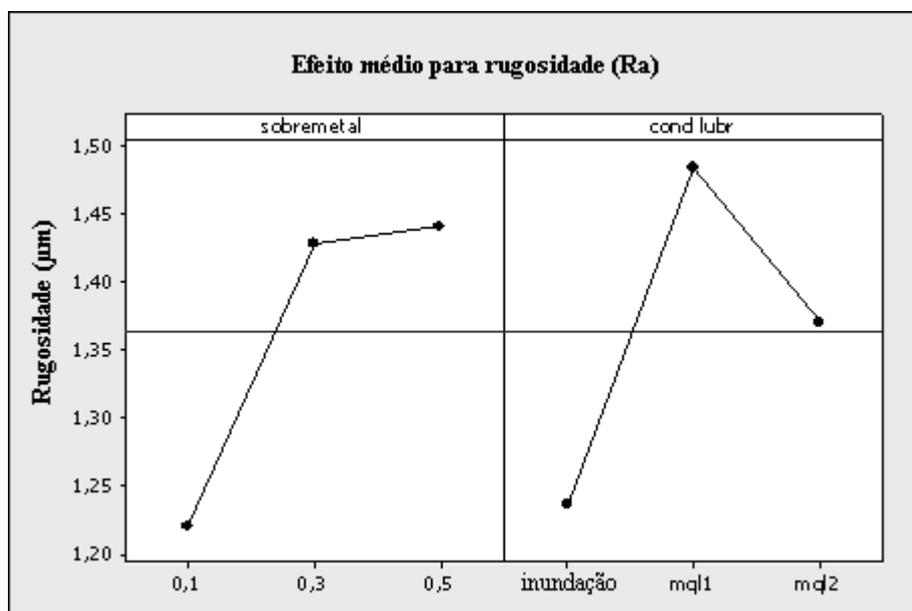
Figura 4.2 – Efeito da interação entre a condição de lubrificação e o sobremetal sobre o diâmetro

Ao avaliar estatisticamente a influência das variáveis de processo sobre a rugosidade dos furos, observa-se na tabela 4.2 que o modelo possui um ajuste razoável $R^2=77,36\%$ e também se observa que a interação entre as variáveis estudadas é significativa. Analisando os efeitos das variáveis isoladas, conclui-se a partir dos valores de P, ambos maiores do que 0,05, e que estas variáveis não exercem estaticamente influência sobre a rugosidade para as condições de alargamento em ferro fundido vermicular testadas.

Tabela 4.2 - ANOVA para a Rugosidade (R_a)

Fonte	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
SM	2	0,18525	0,18525	0,09263	1,52	0,271
CL	2	0,18449	0,18449	0,09224	1,51	0,272
SMxCL	4	1,50823	1,50823	0,37706	6,17	0,011
Erro	9	0,54974	0,54974	0,06108		
Total	17	81,983				
S = 0,247148		$R^2 = 77,36\%$		R^2 (adj) = 57,23%		

A figura 4.3 mostra um gráfico dos principais efeitos exercidos sobre a rugosidade com os níveis de cada variável estudada. Observa-se que com o aumento do sobremetal há um acréscimo no valor da rugosidade do furo, contudo este comportamento não é linear, observando maior variação quando se aumenta de 0,1 para 0,3 mm, uma pequena variação positiva é observada ao se aumentar o sobremetal de 0,3 para 0,5 mm. Analisando o efeito da condição de lubrificação sobre a rugosidade não foi possível obter uma tendência com a diminuição do nível de lubrificação.

Figura 4.3 – Efeito do sobremetal e da condição de lubrificação sobre a rugosidade (R_a)

Analisando a figura 4.4 confirma-se o resultado da análise ANOVA que a interação da condição de lubrificação com o sobremetal influencia dos valores de rugosidade obtidos no alargamento do ferro fundido vermicular. Observando que para os sobremetals 0,1 e 0,5 mm a interação exerce uma influência praticamente linear, mas com comportamento contrário, ou seja, para o máximo sobremetal (0,5 mm) com a diminuição do efeito de lubrificação ocorre um aumento da rugosidade, contudo o efeito contrário é observado para o sobremetal 0,1 mm. Santos (2004) diz que a capacidade lubrificante do fluido de corte influencia na rugosidade, sendo que melhores resultados são obtidos quando o fluido de corte apresentar maior poder de lubrificação. Também, segundo Bezerra et al (1998), o aumento da rugosidade com menores sobremetals pode ser atribuído a pequena quantidade de material removido e conseqüente esmagamento do material por deformação plástica. Chiffre et al. (2009) observaram que uma taxa de lubrificação maior conduz a uma menor rugosidade, e que ao mesmo tempo, uma taxa de lubrificação menor conduz a uma rugosidade mais alta, como pode ser visto para as condições de maiores sobremetals (0,3 e 0,5 mm).

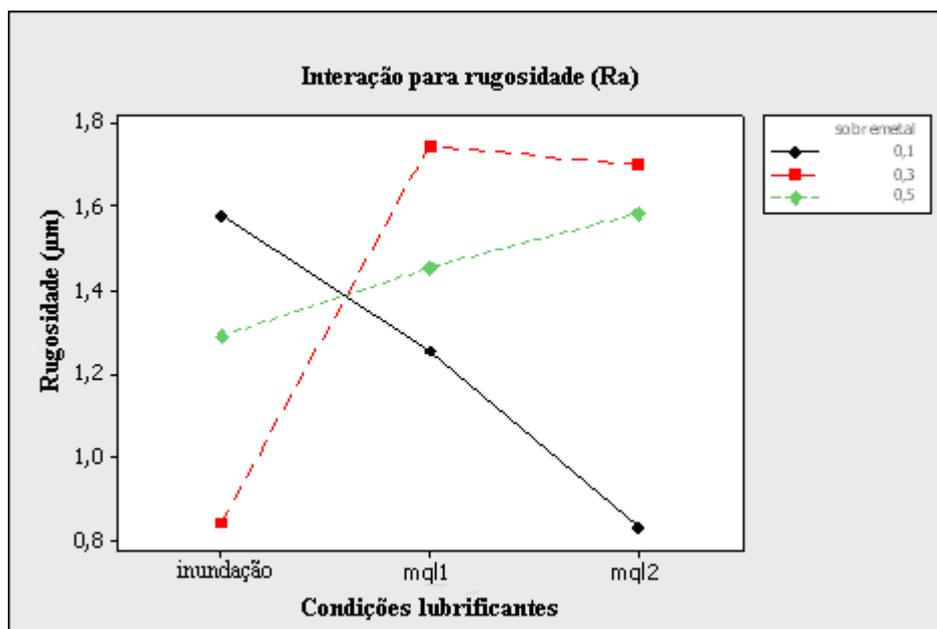


Figura 4.4 – Efeito da interação entre a condição de lubrificação e o sobremetal sobre a rugosidade (R_a)

Ao analisar a resposta obtida para circularidade dos furos alargados (tabela 4.3), observa-se novamente um ajuste razoável do modelo $R^2 = 74,40\%$. Contudo para esta variável de resposta à interação entre as variáveis estudadas não é significativa ($P = 0,1$) bem como a condição de lubrificação, avaliando o sobremetal verificou-se que o mesmo exerce influência significativa sobre a circularidade dos furos ($P = 0,012$).

Tabela 4.3 - ANOVA para a Circularidade

Fonte	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
SM	2	35,220	35,220	17,610	7,55	0,012
CL	2	0,625	0,625	0,312	0,13	0,876
SMxCL	4	25,147	25,147	6,287	2,70	0,100
Erro	9	20,991	20,991	2,332		
Total	17	81,983				
S = 1,52721		$R^2 = 74,40\%$		R^2 (adj) = 51,64%		

A figura 4.5 mostra graficamente os principais efeitos que o sobremetal e a condição de lubrificação exercem sobre a circularidade. Observa-se que a condição de lubrificação praticamente não há variação nos valores de circularidade. Souza também (2004) verificou que o tipo de fluido de corte não influencia estatisticamente a circularidade dos furos após o alargamento de aço. Os fluidos de corte estudados por Souza (2004) se diferenciavam pelo poder lubrificante. Ao analisar o sobremetal, a variável de processo que exerce estatisticamente influência sobre a circularidade, verifica-se que menores valores de sobremetal (0,1 mm) proporcionam maiores erros de forma (circularidade) dos furos. Estes valores são reduzidos para maiores sobremetal (0,3 e 0,5 mm). Segundo Almeida (2008) na usinagem de materiais frágeis, como o ferro fundido, o processo de formação do cavaco é dominado mais intrinsecamente pela nucleação e propagação de trincas com pouca deformação. A propagação dessas trincas na região do plano de cisalhamento primário imposta pela ação da cunha cortante é um processo de pouco controle, podendo invadir a peça, promovendo destacamento de material além do programado. Os resultados demonstram que este controle pode ser mais crítico para menores quantidades de material a ser retirado (menores sobremetals).

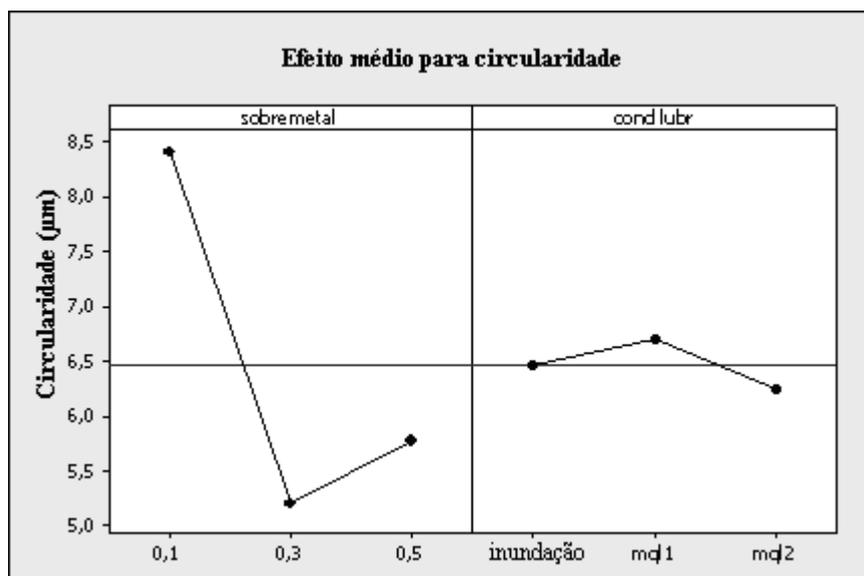


Figura 4.5 – Efeito do sobremetal e da condição de lubrificação sobre a circularidade

Como previsto pela análise ANOVA, a figura 4.6 mostra que a interação entre as variáveis de processo, sobremetal e condição de lubrificação, não exercem estatisticamente influência sobre a circularidade.

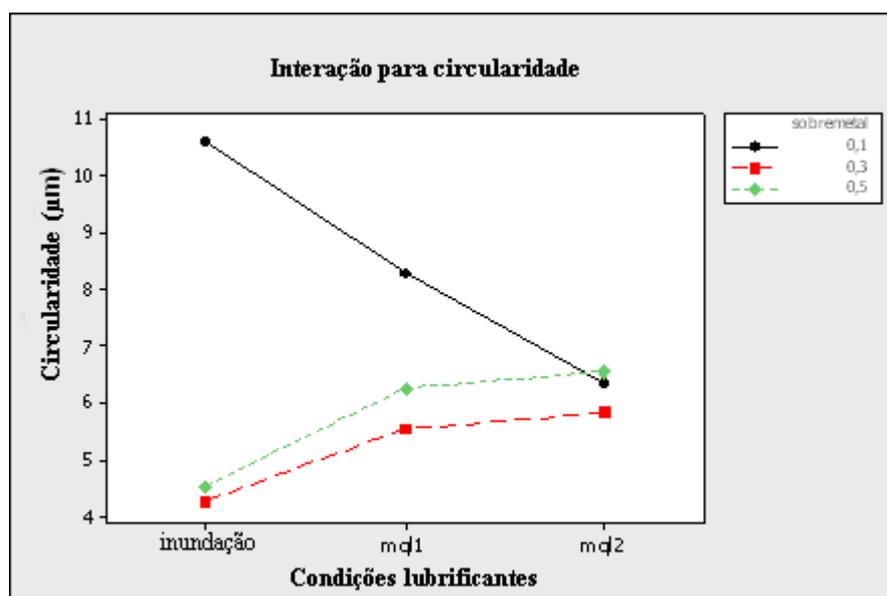


Figura 4.6 – Efeito da interação entre a condição de lubrificação e o sobremetal sobre a circularidade

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a análise de variância (ANOVA) é uma boa ferramenta para analisar com confiabilidade a influência dos parâmetros sobremetal e condição de lubrificação no processo de alargamento do ferro fundido vermicular.

Para as condições de alargamento em ferro fundido vermicular (GCI), as variáveis testadas no ANOVA e suas interações não exerceram nenhuma influência sobre o diâmetro, a circularidade é influenciada somente pelo sobremetal e a rugosidade (R_a) sofre influência pela interação da condição de lubrificação e o sobremetal.

Finalmente, conclui-se que a redução do uso de fluido de corte através do MQL é totalmente viável para o processo de alargamento em ferro fundido vermicular, mantendo os requisitos de qualidade superficial e precisão geométrica e de forma requeridos para este processo de acabamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. O. Investigação de desvios geométricos no alargamento de ferro fundido com ferramentas revestidas / Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2008.
- BEZERRA, A. A. Influência dos principais parâmetros no processo de alargamento de uma liga de alumínio-silício. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia (MG) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. Uberlândia (MG), 1998.
- CHIFFRE, L. et al. Investigation on capability of the reaming process using minimal quantity lubrication. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 2, 47–54, 2009.
- DAWSON, S. Propriedades operacionais do ferro fundido de grafita compactada (CGI): feedback de programas de testes em andamento. *SinterCast S. A. Ch. De la Clergère*, 23, CH 1009 Pully, Suíça. Fevereiro de 1994.
- GUESSER, W. Ferro fundido com grafita compacta/Tecnologias limpas permitem o desenvolvimento de motores a diesel com melhor desempenho. *Revista Máquinas & Metais*, 2002.
- LUGSCHEIDER, E. et al. Investigations on hard coated reamers in different lubricant free cutting operations. *Surface & Coatings Technology*, v 90, n 1-2, p 172-177, Mar. 1997.
- MIRANDA, G. W. A. Uma contribuição ao processo de furação sem fluido de corte com broca de metal duro revestida com TiAlN / Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica de Campinas, 2003.
- PEREIRA, C.; CORREA, S. J.; PIVATO, C. Como se apresentam e para que servem os lubrificantes e refrigerantes. Congresso Usinagem 2000 – São Paulo (SP). *Revista Máquinas & Metais*, 2005.
- SANTOS, R. G. Avaliação do processo de alargamento de guias e válvulas. Dissertação de mestrado, 107 p. PPG Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2004.
- SU, Y. et al. Refrigerated cooling air cutting of difficult-to-cut materials. *International Journal Of Machine Tools & Manufacture*, London, v. 47, n. , p.927-933, 2007.
- SUDA, S. et al. A synthetic ester as an optimal cutting fluid for minimal quantity lubrication machining. *Annals of the CIRP*, v 51/1, p 95-98, 2002.
- WEINERT, K. et al. Dry machining and minimum quantity lubrication. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Volume 53, Issue 2, 2004, *Annals CIRP* 53 (2), pp. 511–537, 2004.

EVALUATION OF USE REDUCTION OF CUTTING FLUID IN REAMING PROCESS OF COMPACTED GRAPHITE IRON

Vilmar Julio¹ (vilmarjulio@terra.com.br)
Salette Martins Alves² (salette.martins@gmail.com)

¹Sociedade Educacional de Santa Catarina (Instituto Superior Tupy – IST), Rua Albano Schmidt, 3333, Joinville-SC.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Escola de Ciência e Tecnologia, Av. Hermes da Fonseca, 1111, Natal - RN.

Abstract: *In new technology of machining, there are also requirements demanding of mass production of close tolerance holes with superficial finish and geometric accuracy, things that are necessary for a serial assembly. These characteristics can be achieved with the implementation of the reaming process. This operation must take place with the use of cutting fluids, yet the use of cutting fluids has been questioned because of their impacts on the environment and operator's health. So the aim of this paper was to evaluate to reduction of amount of cutting fluid used in the reaming process of compacted graphite iron (CGI). In order to achieve this goal there was an experimental plan with two variables (condition of lubrication and depth cut) and three levels, generating a sequence of random tests and a replica. The tests were performed using reamers of cemented carbide coated with titanium nitride (TiN), the cutting parameters used were cutting speed (vc) of 100 m / min, feed (f) of 0,15 mm/rot. These experiments were performed in a Feeler Machining Center - FV 600 Laboratory of Education Society of Santa Catarina - SOCIESC. Two forms of application of cutting fluid were evaluated: flood (10% concentration) and a minimum quantity of lubricant (MQL) at different flow rates 30 and 50 ml / h,. Different values of depth cut (0.1, 0.3 and 0.5 mm) were evaluated, too. The influences of these variables were evaluated according to the diameter, roughness and roundness of the holes. With the results, it was possible to verify the possibility of reducing of the use of cutting fluid in the CGI reaming without interfering in a significant way on the superficial quality and geometric precision and form.*

Keyword: *reaming, compacted graphite iron, MQL.*