

## **ANÁLISE DA USINABILIDADE ATRAVÉS DA FORÇA AXIAL E DO TORQUE NO ROSQUEAMENTO DE DOIS FERROS FUNDIDOS CINZENTOS LIGADOS AO CrCuSn E CrCuSnMo E UM FERRO FUNDIDO VERMICULAR DA CLASSE 350**

Igor César pereira<sup>1</sup>, [igorcezarp@yahoo.com.br](mailto:igorcezarp@yahoo.com.br)  
Marcio Bacci da Silva<sup>1</sup>, [mbacci@mecanica.ufu.br](mailto:mbacci@mecanica.ufu.br)  
Vitor Tomaz Guimarães Naves<sup>1</sup>, [vitor.tomaz@gmail.com](mailto:vitor.tomaz@gmail.com)

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Campus Santa Mônica, CEP 38.401-416, Uberlândia-MG

**Resumo:** A operação de rosqueamento interno é um processo de alta complexidade se comparado a outros processos convencionais, como furação, fresamento e torneamento. Além disso, existe pouca investigação a respeito da influência das condições de corte. Assim, um dos objetivos deste trabalho é buscar maiores conhecimentos sobre os fenômenos envolvidos no rosqueamento interno com macho de corte. Os materiais da peça utilizados neste trabalho também são relativamente novos e com grande aplicação na indústria automobilística, principalmente na fabricação de cabeçotes de motores de combustão interna. Neste trabalho foram utilizados machos de corte de aço-rápido com três canais retos (M6 X 1) revestidos com TiAlN. Foram analisadas a influência de diferentes condições de corte, onde foram variadas a velocidade de corte, forma de aplicação de fluido de corte e tipo de fluido. Os testes foram realizados em três materiais diferentes: ferro fundido vermicular da classe 350 e dois ferros fundidos ligados (CrCuSn e CrCuSnMo). Os resultados mostram a diminuição do torque e aumento da força axial com a velocidade de corte. O ferro fundido cinzento ligado ao CrCuSn foi o que apresentou a pior usinabilidade, considerando o torque, quando usinado a seco, independente da velocidade de corte usada.

**Palavras-chave:** Rosqueamento, Ferro Fundido Cinzento Ligado, Ferro Fundido Vermicular, Torque, Força de Corte.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos houve uma grande evolução no setor automobilístico, em especial na área de materiais utilizados, e que ajuda a diminuir a poluição, com um melhor rendimento térmico do motor, é a utilização de materiais como os ferros fundidos cinzentos ligados e um material mais recente o ferro fundido vermicular na fabricação de blocos e cabeçotes de motores. Esse material consegue substituir o ferro fundido cinzento com propriedades próximas ou até mesmo superiores. A empresa Tupy, uma das principais fabricantes de blocos de motores e cabeçotes, vêm utilizando este material, com resultados extremamente satisfatórios. Motores antes fabricados com o ferro fundido cinzento, hoje são fabricados com o vermicular, o que permite uma redução de até 15% do seu peso, associado às melhores propriedades térmicas, que aumentam o rendimento do motor e permite uma menor emissão de poluentes e menores consumos (Xavier, 2003).

Entretanto, todas estas vantagens têm seu custo, já que do ponto de vista da fabricação, a alteração do material da peça pode causar prejuízo à produção. O ferro fundido cinzento tem como principal característica uma ótima usinabilidade. Entre os ferros fundidos é o mais fácil de ser usinado. A substituição pelo ferro fundido vermicular causa inúmeros problemas como um maior tempo de produção, menor vida da ferramenta (devido a sua maior resistência mecânica o que acelera os mecanismos de desgaste) e principalmente um maior custo de produção, o que aumenta o custo do produto final (Mocellin, 2002).

Para solucionar, ou ao menos minimizar estes problemas, faz-se necessário a utilização de ferramentas revestidas e ferramentas de maior resistência mecânica para aumentar a vida. Este problema vem despertando nos últimos tempos o interesse dos principais laboratórios de pesquisa em usinagem principalmente no processo de fresamento em altas velocidades de corte. No entanto, um processo tão utilizado na fabricação de blocos de motores, que é o rosqueamento interno, não poderia ficar de fora destas pesquisas (Da Mota, 2009).

### 1.1. Rosqueamento Interno

O macho de corte é atualmente a ferramenta de corte para a fabricação de roscas interna mais usada, devido a sua alta produtividade e sua maior precisão, seja em pequenos ou grandes diâmetros. A usinagem de rosca com macho segue um procedimento padrão que irá se repetir principalmente nas operações automatizadas. No processo que utiliza macho máquina, as etapas podem ser divididas em: entrada, corte, parada, retorno e saída, como mostrado na Fig. 1.

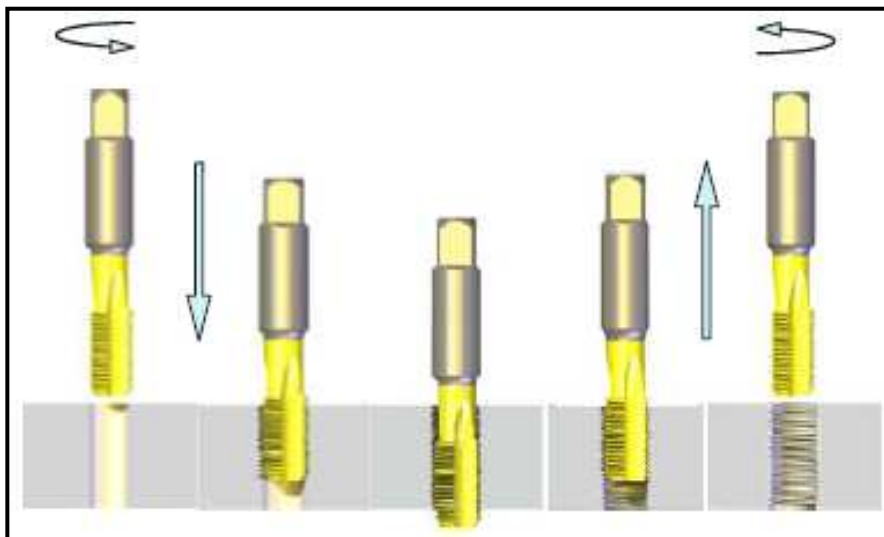


Figura 1 – Princípio do processo de rosqueamento (DA MOTA, 2009).

Como mostrado na Fig. 2.3. A primeira etapa é marcada pela aproximação e entrada do macho. A segunda pelo corte propriamente dito e a terceira etapa é a parada no fim da rosca com a inversão do movimento. Já a quarta etapa é o retorno da ferramenta de corte e a última etapa é a saída do macho de corte da peça. A segunda etapa ainda pode ser dividida em mais duas, sendo a primeira onde a ferramenta corta em velocidade constante e a segunda quando a ferramenta está desacelerando para a parada que é a terceira etapa. Claro que isso dependerá da velocidade de corte e do comprimento de rosca, já que em alguns casos a ferramenta poderá entrar já desacelerando.

O rosqueamento interno é uma operação de alta complexidade devido a características como a dificuldade de saída do cavaco principalmente em furos cegos e em material onde o cavaco é curto, a dificuldade de lubrificação e refrigeração quando necessário, grandes profundidades roscadas e sistemas de fixação da ferramenta. Isso gera uma enorme preocupação, já que por ser uma operação em muitos casos realizadas em peças já com um alto valor agregado, não podem falhar, pois a falha gera altos custos.

### 1.2. Geometria da Ferramenta

O macho é uma ferramenta sofisticada tanto em sua utilização como em sua fabricação, empregada para a usinagem de roscas internas cilíndricas ou cônicas, que possui filetes externos e rasgos longitudinais, originando daí o aparecimento de arestas cortantes e sulcos necessários à saída dos cavacos (Freire, 1976). Atualmente, o processo de fabricação dos machos está se simplificando com o avanço tecnológico. Suas operações são quase automáticas, visando atender os mercados consumidores mais exigentes (OSG, 1999).

Cada uma dessas características geométricas do macho tem uma finalidade durante a usinagem. Uma importante característica é a geometria do canal do macho, pois esta determinará o ângulo de saída, e este é determinado de acordo com o material a ser usinado. A resistência à torção de um macho é determinada pelo diâmetro do núcleo. Porém, quanto maior for este núcleo, maior a dificuldade para saída do cavaco. Com isso, a necessidade de projetar cada tipo de macho para um tipo de material específico (OSG, 1999).

Uma característica fundamental do macho de corte é o comprimento do chanfro. Afinal, a remoção de material da rosca é determinada pelos filetes da parte chanfrada e o primeiro filete da parte cilíndrica, sendo o restante dos filetes do macho, apenas filetes alisadores, não devendo assim exercer a função de corte. Com isso o número de filetes cortantes irá variar com o material utilizado e o tipo de ferramenta (OSG, 1999). O número de filetes na área chanfrada vezes o número de canais, dará o número de vezes em que a ferramenta avança sobre o material para que possa formar um filete de rosca completo.

### 1.3. Ferro Fundido

Como em todas as ligas metálicas, existe uma correlação íntima entre as propriedades do ferro fundido e a sua estrutura, correlação essa que, no caso particular do ferro fundido cinzento, é mais estreita e mais complexa, tendo em vista a presença de carbono livre na forma de grafita e a forma de distribuição e dimensões que os veios de grafita apresentam. As propriedades dos ferros fundidos cinzentos são influenciadas basicamente por três elementos: carbono, silício e em menor extensão fósforo. Desses o mais importante é o silício, pois, ele é o principal responsável pela formação de grafita (Chiaverini, 2008).

Dentre os ferros fundidos com grafita, os melhores resultados de usinabilidade são obtidos com os ferros fundidos cinzentos. Estes materiais apresentam grafita em forma de veios, que age como lubrificante (Marwanga et al., 2000). Em geral são usados como referência para comparar a usinabilidade entre os diferentes tipos. A usinabilidade diminui com o aumento do limite de resistência à tração, ou seja, quanto maior a classe dos ferros fundidos menor a usinabilidade. Isto se dá em função do aumento da quantidade de perlita na matriz e consequente diminuição da quantidade de grafita (Guesser, 2009).

Os ferros fundidos vermiculares apresentam características de usinabilidade intermediárias entre o ferro fundido cinzento e o nodular. Isso ocorre devido a maior resistência do vermicular, em função do tipo da grafita e também de sua matriz. O cavaco formado na usinagem não é mais descontínuo, podendo agora ser considerado parcialmente contínuo ou até mesmo contínuo em alguns casos. Assim como o ferro fundido cinzento a usinabilidade decresce à medida que se caminha para classe de maior resistência (Guesser, 2009). Há também a influência da ferrita, pois a dureza da ferrita afeta a usinabilidade, verificando-se um decréscimo da usinabilidade com o aumento do teor de silício (de 3% para 4%) que corresponde a um aumento da dureza de 170 para 200HB (Dawson et al., 1999).

A presença de partículas de maior dureza também afeta de maneira negativa os índices de usinabilidade. Logo, pequenas alterações serão sentidas de maneira direta na usinabilidade o que requer uma maior atenção da indústria para que o material satisfaça a sua necessidade, mas, no entanto, não piore para o processo de fabricação.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização dos testes foram utilizados três materiais para o corpo de prova, sendo eles um ferro fundido cinzento ligado ao CrCuSn (material A) FC 250, outro ligado ao CrCuSnMo (material B) FC 300 e ainda um ferro fundido vermicular da classe 350 (material C) FV 350. Estes materiais são utilizados na fabricação de blocos de motores, pois eles possibilitam um aumento na potência do motor sem que haja um aumento do peso, uma vez que estes materiais têm uma maior resistência mecânica. A Tab. 1, mostra a composição química de cada um deles.

Tabela 1-Composição química dos ferros fundidos fornecidos pela Tupy S.A.

Material	C (%)	Si	Mn	S	Cu	Sn	Mo	Cr	Ti
<b>FC 250</b>	3,4	2,1	0,55	0,09	0,62	0,055	0	0,19	0,013
<b>FC 300</b>	3,3	2,1	0,54	0,09	0,9	0,03	0,27	0,26	0,009
<b>FV 350</b>	3,5	2,3	0,25	0,006	0,19	0,024	0	0	0,01

Para os dois ferros fundidos cinzentos ligados a matriz é 100% perlítica, já o ferro fundido vermicular da classe 350 possui uma matriz perlítica com 44% de ferrita. A Tab. 2 mostra mais informações da microestrutura destes materiais.

Tabela 2-Tipo da matriz e caracterização da grafita.

Material	Matriz	Grafita			
		Forma	Tipo	Tamanho	Nodular
<b>A</b>	<b>Perlita 100%</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	<b>4-5</b>	<b>-</b>
<b>B</b>	<b>Perlita 100%</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	<b>4-5</b>	<b>-</b>
<b>C</b>	<b>Perlita com ~44% de ferrita</b>	<b>III - VI</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>15%</b>

Conhecer os componentes da matriz em suas porcentagens é um fator muito importante para a usinagem, já que estes indicam uma forte tendência sobre a usinabilidade dos materiais. Matrizes ferríticas tendem a ser mais fácil de usinar do que matrizes perlíticas, além é claro de um efeito conhecido como efeito de tamanho, no qual o efeito dos microconstituintes têm uma grande influência na usinagem com pequenas profundidades de corte.

Foi utilizado um macho de corte, fornecidos pela OSG de aço-rápido especial (HSSE) M6 6H com revestimento Futura e um HSS M6 6H Ni. Para o pré-furo foi utilizada uma broca de metal duro escalonada, com diâmetro menor de 5 mm e maior de 8 mm e com comprimento útil de 14 mm. Esta ferramenta foi fabricada pela Dormer.

Foram realizados ensaios para verificar o comportamento na usinagem dos três materiais dos corpos de prova em diversas condições de corte, variando o tipo de aplicação do fluido. Nesta etapa foram utilizadas as condições de corte mostradas na Tab. 3.

Tabela 3 – Parâmetros de corte usados na primeira etapa dos testes.

Material da peça	Velocidade de corte	Fluido de Corte	Revestimento de ferramenta.	Nº de condições
A	35	Sem jorro MQF	Futura	3
B	35	Sem jorro MQF	Futura	3
C	35	Sem Jorro MQF	Futura	3
Total				9

Para a realização dos ensaios de rosqueamento foi utilizado um centro de usinagem Discovery 760 Romi com 3 eixos, potência de 11 KW, com variação contínua de velocidade variando de 0 a 10000 rpm. Para medição da força de avanço e torque durante a operação, foi utilizado um dinamômetro da Kistler modelo 9123 C1211, com condicionador de sinal de multicanais da Kistler modelo 5223131. O dinamômetro foi fixado no mandril da máquina, o qual transmitiu os sinais de força e torque por telemetria. Para aquisição dos sinais foi utilizada uma placa de aquisição de sinais da DAK 6202, e utilizada uma taxa de aquisição de 100 Hz.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados e discutidos os resultados obtidos de acordo com os procedimentos do item anterior.

#### 3.1. Efeito da Lubrificação

A aplicação de fluido teve um efeito significativo no torque, reduzindo em aproximadamente 10% em relação a usinagem a seco. Os melhores resultados foram atingidos com a aplicação de fluido emulsionável em jorro. Como o fluido de corte utilizado neste trabalho possui uma concentração de 15%, além de atuar como lubrificante e refrigerante, assim como o MQF, atua também como um removedor de cavaco. Isto diminui a probabilidade dos cavacos se alojarem entre a ferramenta e a peça, efeito esse que pode levar à quebra da ferramenta, além de problemas na qualidade da rosca. Nota-se que o uso de fluido emulsionável e MQF, em alguns casos igualou alguns valores de torques de diferentes materiais. Isso demonstra que os fluidos de corte têm diferentes efeitos em diferentes tipos de materiais, Fig. 2.

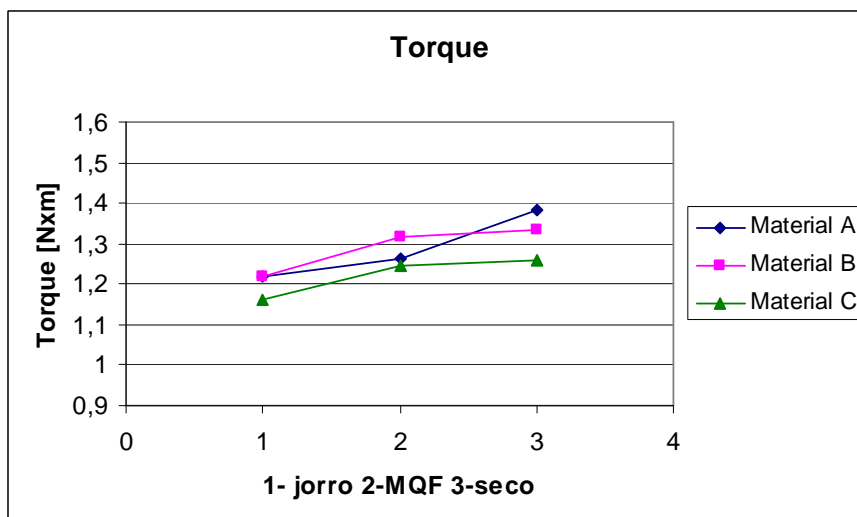


Figura 2 - Efeito do tipo de fluido de corte no torque, nos três tipos de materiais a velocidade de 35 m/min.

O torque é o melhor representante da força de corte, já que a força axial tem a influência de outras tais como: atrito, tração ou compressão e a força de corte. Com isso verifica-se que o material C possui a melhor usinabilidade entre os três materiais. Já o material A e B alternam sua usinabilidade, sendo que na aplicação do fluido em jorro estes possuem o mesmo valor de torque, com a aplicação de MQF o material A apresenta um menor valor, mas isso é invertido quando usinado a seco.

O material A é o que sofre a maior influência do fluido de corte, tendo uma redução total de 12,3% no valor do torque, quando comparando a condição a seco com jorro. Cao e Sutherland (2002), afirmam que o fluido de corte aplicado no processo de rosqueamento serve para diminuir as forças de usinagem e melhora a qualidade superficial das roscas fabricadas. No entanto o fluido de corte exercerá o seu papel com maior eficiência a baixas e médias velocidades de corte, uma vez que a altas velocidades de corte eles passam a ter em alguns casos um papel negativo sobre a usinagem.

A figura 3 mostra o efeito da forma de aplicação do fluido de corte na força na direção axial, para a velocidade de corte de 35 m/min.

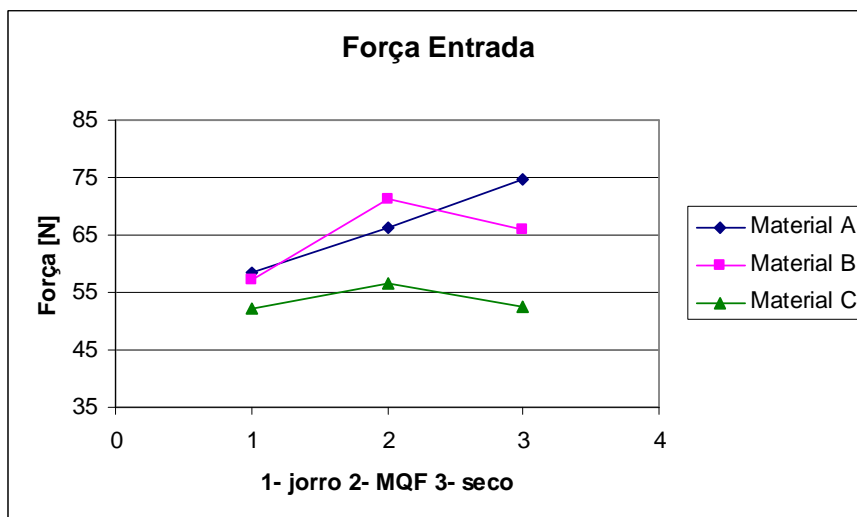


Figura 3 - Efeito do tipo de fluido de corte na força, nos três tipos de materiais a velocidade de 35 m/min.

O material C por sinal não apresenta nenhuma vantagem significativa na utilização de fluido a esta velocidade, mas o material A continua demonstrando ter uma vantagem na redução quanto do torque como da força a utilização de fluido.

### 3.2. Comparação da usinabilidade para os três materiais

Comparando a condição a seco apresentada nos gráficos anteriores, os valores do torque indicam que o material C tem a melhor usinabilidade, seguido pelo material B e por último o A. Isso pode ser explicado pelo fato que o material C tem menor dureza e pior condutividade térmica, sendo assim, o que pode atingir as maiores temperaturas, reduzindo assim sua resistência à ruptura. Já o material A além de ter os valores de dureza e resistência à tração muito próximos do material B, ainda possui a melhor condutividade térmica, o que cria um efeito contrário ao que foi citado no material C, ou seja, ao invés de aquecer ele resfria rapidamente, mantendo a sua resistência à ruptura mais próxima a da temperatura ambiente (Pereira, 2010).

Outra característica importante do material C, que contribui para uma melhor usinabilidade, é sua matriz, com 44% de ferrita. Segundo Machado et al. (2009), esta estrutura possui uma dureza de 150 HB, além de ser macia e com alta ductilidade, o que pode levar a ocorrência de APCs em baixas velocidades, mas sua usinabilidade é melhor do que a perlita.

Analisando ainda a usinabilidade dos ferros fundidos pela constituição da matriz, Guessier (2009), diz que a quantidade de cementita presente na perlita pode afetar diretamente a usinabilidade do material. Com isso, quando é analisado o motivo pelo qual o material A tem uma pior usinabilidade em relação ao material B, contrariando os resultados encontrados em trabalhos como Naves (2009) e também algumas informações da literatura científica, que diz que em um mesmo tipo de material o que tiver a maior resistência à tração terá os piores índices de usinabilidade. Lembrando que aqui é considerado que o material A possui uma maior quantidade de cementita em sua matriz perlítica, já que este possui uma maior quantidade de estanho, que tende a aumentar a porcentagem de cementita na perlita.

Assim, este pode ser um dos motivos pelo qual o material A tem valores de torque superiores aos obtidos pelo material B. Isso é conhecido como efeito de tamanho, ou seja, quando a profundidade de corte, no caso aqui analisado a profundidade de avanço dos dentes sobre o material, é pequena o suficiente para que os micros constituintes passem a afetar de maneira mais efetiva a usinabilidade.

### 3.3. Efeito do Comprimento Roscado

Para os testes de comprimento roscado o material utilizado foi o ferro fundido vermicular (material C), a ferramenta um macho HSS M6 6H Ni, com três canais retos, a uma velocidade de 35 m/min e condição a seco. O objetivo é analisar o efeito do comprimento de rosca próximo do valor recomendado que é de 1,5 vezes o diâmetro. A Fig. 4, mostra os resultados dos sinais de força para os comprimentos de 3, 6 e 10 mm. ,

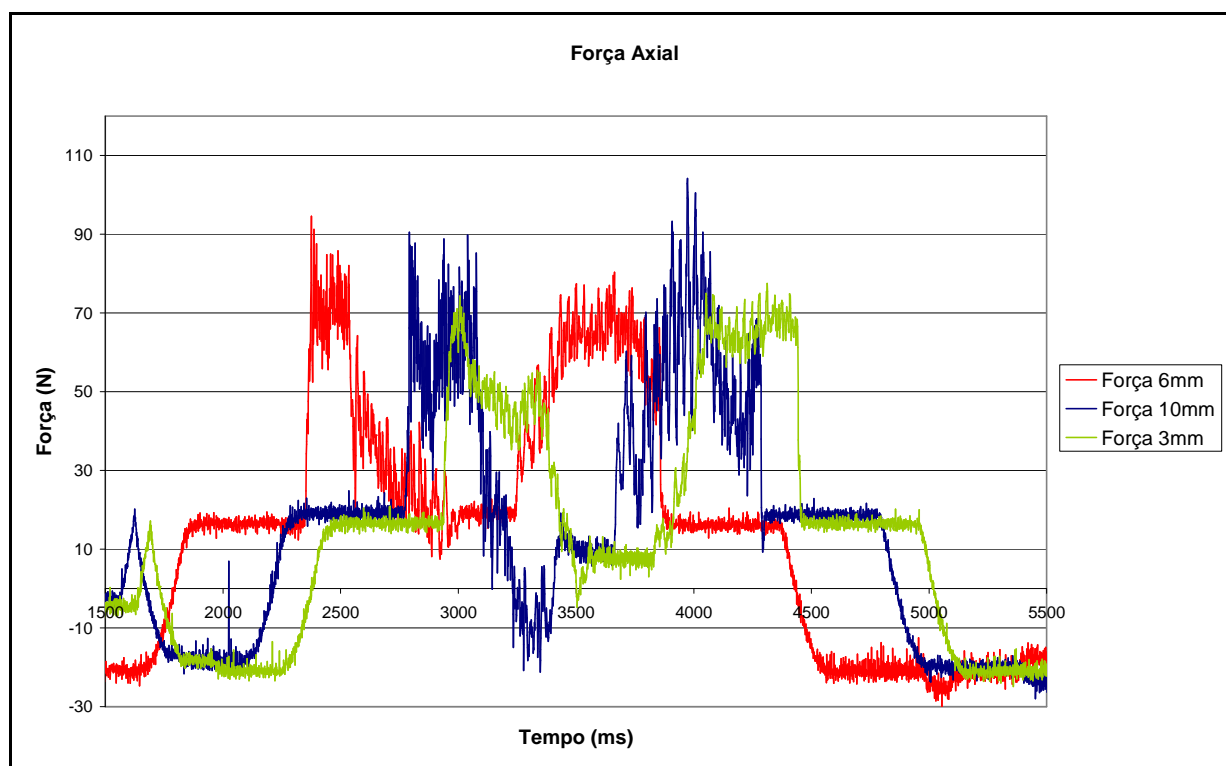


Figura 4 – Comparação entre as forças de avanço, para um comprimento de rosca de 3, 6 e 10mm, usando o material C, a 35 m/min a seco.

A comparação entre os gráficos de força axial, permite que se ratifiquem os efeitos de erros de passo e sincronismo. Já que mesmo com diferentes comprimentos roscados o tempo de atuação e o valor das forças, tanto na entrada como no retorno são muito semelhantes. Se comparado com o torque (Fig. 5), representante direto da força de

corde, o tempo de atuação da força restringe apenas ao tempo de fabricação dos filetes e não ao tempo em que a ferramenta esta dentro do ciclo de rosqueamento. Lembrando que apesar de passantes os furos o macho de corte está sempre em contato com a peça durante o ciclo de rosqueamento.

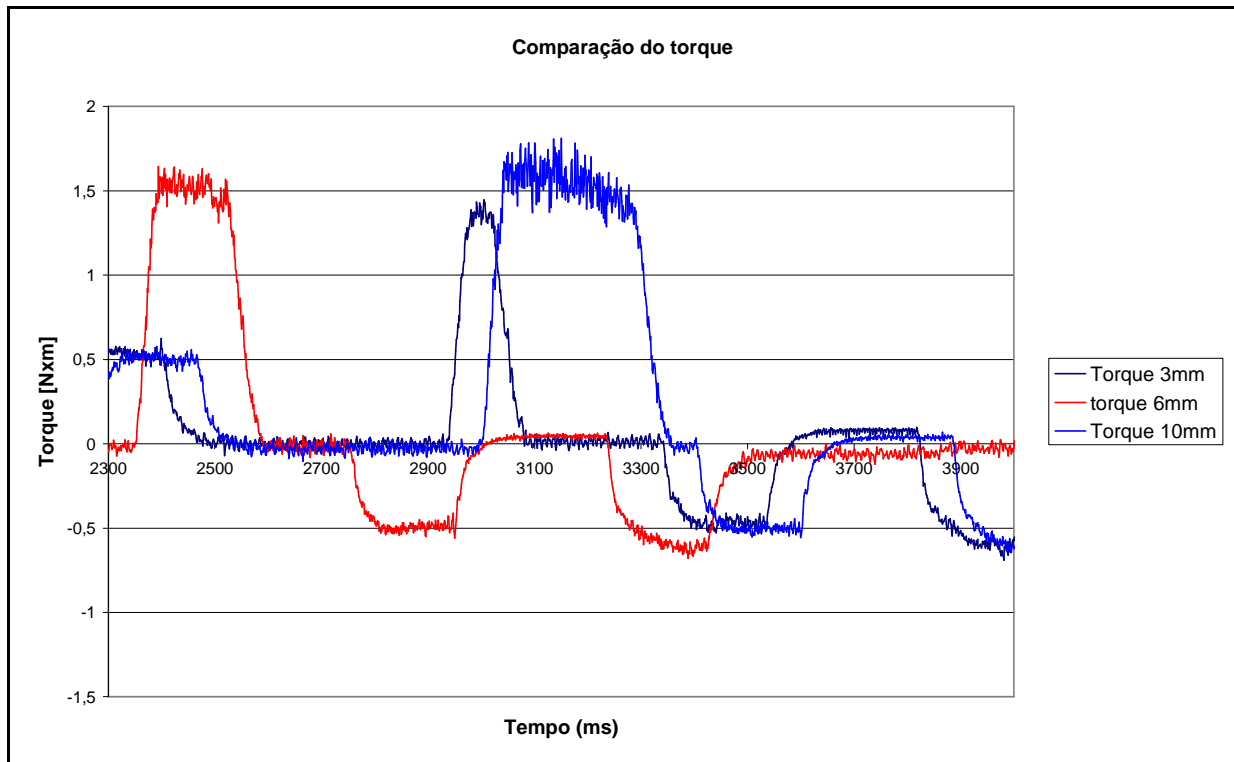


Figura 5 - Comparação entre os torques, para um comprimento de rosca de 3, 6 e 10 mm, usando o material C, a 35 m/min a seco.

A Figura 6 mostra a média dos torques (realizada em 5 amostras) para os diferentes comprimentos roscados, no gráfico observa-se uma tendência de crescimento do torque, mesmo que pequena, já que os comprimentos de rosca aqui analisados ainda estão dentro da faixa na qual é indicada pelo fabricante de ferramenta (1,5 vezes o diâmetro).

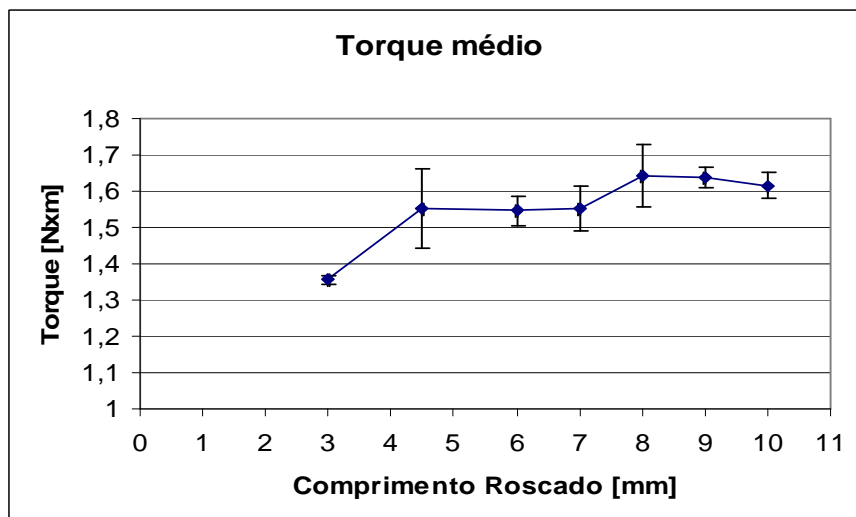


Figura 6 – Média dos torques, para diferentes comprimentos roscados no ferro fundido vermicular da classe 350.

#### 4. CONCLUSÕES

- Na condição a seco nas três velocidades analisadas o material A obteve os maiores valores de força axial e torque, seguido do material B e por último o material C. Para os três materiais nessas condições a força aumenta com a velocidade de corte e o torque diminui.
- O MQF se mostrou efetivo no rosqueamento do material A, no entanto, para o material B e C essa efetividade não se repetiu.
- A utilização de fluido emulsinável se mostrou muito eficaz em relação a usinagem a seco, já que com sua utilização conseguiu-se redução de até 15% no valores de força e torque.
- Existe uma pequena variação na força axial ao variar o comprimento roscado, quando este comprimento esta dentro da faixa de aproximadamente 1,7 vezes o diâmetro. Contudo no torque observa-se um efeito maior do comprimento roscado. No torque o valor médio aumenta com o aumento do comprimento.

#### 5. AGRADECIMENTOS

- FAPEMIG/CNPq

#### 6. REFERÊNCIAS

- Chiaverini, V. “Aços e Ferros Fundidos”. 7.ed. São Paulo: Associação Brasileira de metalurgia e Materiais, 2008. 599p.
- Da Mota, P. R. “Estudo do Processo de Rosqueamento Com Macho de Metal Duro em Ferro Fundido Vermicular”. 2009. 160 f. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Dawson, S.; Hollinger, I.; Robbins, M.; Daeth, J.; Reuther, U.; Schuls,H. “The effect of Compacted Graphite Iron. Compacted Graphite Iron Desing and Machining Workshop”. Bad Nauheim, Germany, 1999.
- Freire, J.M. “Tecnologia Mecânica” (Instrumento de Trabalho na Bancada), Livros Técnicos e Científicos. Editora S. A., v. 1, 1ª ed, 1976. 271p.
- Guesser, W. L. “Propriedade Mecânicas dos Ferros Fundidos”. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2009. 336p.
- Pereira, I. C. “Análise do Torque e da Força Axial em Diferentes Condições de Corte no Rosqueamento de Ferros Fundidos Cinzentos Ligados (CrCuSn e CrCuSnMo) e Vermicular da Classe 350”. 2010. 100p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Mocellin, F. “Avaliação da Usinabilidade do Ferro Fundido Vermicular em Ensaios de Furação”. Florianópolis, 2002a. Dissertação – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Naves, V.T.G. “Estudo da Usinabilidade dos Ferros Fundidos Cinzentos Ligados (CrCuSn e CrCuSnMo) e Vermicular Classe 350 no Fresamento Frontal em Alta Velocidade de Corte”. 2009. 145 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- OSG SULAMERICANA : Disponível em: “<http://www.osg.com.br/v3/paginas/importanteSeguranca.asp?lang=pt>”; Acessado em: 15 novembro 2009.
- Xavier, F. A. “Aspectos Tecnológicos do Torneamento do Ferro Fundido Vermicular com Ferramentas de Metal-duro, Cerâmica e CBN”. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

#### 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores Igor César Pereira, Marcio Bacci da Silva e Vítor Tomaz Guimarães Naves são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.





**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **ANALYSIS OF THE MACHINABILITY THROUGH THE AXIAL FORCE AND TORQUE IN THE TAPPING ALLOYED GRAY CAST IRON (CrCuSn AND CrCuSnMo) AND COMPACTED GRAPHITE IRON ISO 350**

Igor César Pereira, [igorcezarp@yahoo.com.br](mailto:igorcezarp@yahoo.com.br)  
Marcio Bacci da Silva, [mbacci@mecanica.ufu.br](mailto:mbacci@mecanica.ufu.br)  
Vitor Tomaz Guimarães Naves, [vitor.tomaz@gmail.com](mailto:vitor.tomaz@gmail.com)

<sup>1</sup> Federal University of Uberlândia, Campus Santa Mônica, CEP 38.401-416 – Uberlândia-MG – Brazil

**Abstract.** *The tapping operation is a complex cutting process when compared to other conventional processes like drilling, milling and turning. Furthermore, there are few publications about the effect of cutting conditions for this operation. For that reason, one of the objectives of this work is to gather information and knowledge about the phenomenon involved in the tapping operation. The workpiece materials used in this work are also the result of recent development of the manufacturing industry and are applied mainly in the production of heads for engine motors. The main objective of this work is to compare the torque and axial force when machining three different materials, two alloyed gray cast iron (CrCuSn and CrCuSnMo) and one compacted graphite iron. It was used high speed cutting tools with three straight flutes (ISO M6x1) TiAlN coated. It was investigated the effect of cutting speed, form of application and the type of the cutting fluid. The results show the decrease of torque and increase of axial force with cutting speed. The CrCuSn alloyed gray cast iron was the most difficult to cut material, concerning torque, when no cutting fluid is applied.*

**Keywords:** *Tapping, Alloyed gray cast iron, Compacted graphite iron, Cutting forces.*