

FATORES TECNOLÓGICOS NO TORNEAMENTO DO FERRO FUNDIDO VERMICULAR COM FERRAMENTAS CERÂMICAS E DE CBN

Fábio Antonio Xavier
boehs@emc.ufsc.br
Lourival Boehs
boehs@emc.ufsc.br
Dpeto. Eng. Mec. – UFSC
88040-900 – Florianópolis – SC
Wilson. L. Guesser
TUPY – Fundições Ltda – Joinville – SC

Resumo. *Devido os recentes avanços na tecnologia de fundição, na eletrônica e na metrologia, tornou-se viável a produção do ferro fundido vermicular - “Compacted Graphite Iron – CGI” em escala comercial para fabricação de componentes automotivos. Um exemplo típico de aplicação é a fabricação de blocos de motores diesel. Este material tem recebido grande atenção por parte dos fabricantes e usuários, devido as suas boas propriedades mecânicas. A sua especificação e aplicação ocorre em peças que necessitam de alta resistência a tração, elevada dureza e ductilidade, que em muitos casos não conseguem ser atendidos com o ferro fundido cinzento ou nodular. Entretanto, um dos fatores que tem limitado a utilização do CGI em maior escala é a sua pior usinabilidade quando comparado com o ferro fundido cinzento ou mesmo o nodular. Porém, a melhoria das características metalúrgicas e dos processos de usinagem em alguns casos tem possibilitado resultados satisfatórios quanto a usinabilidade. Assim, o presente trabalho objetiva analisar tecnicamente a usinagem do CGI com ferramentas cerâmicas e de CBN em processo de torneamento. Os ensaios foram realizados num torno CNC e como critério de vida foram utilizados o desgaste de flanco da ferramenta e a rugosidade na superfície usinada. Os resultados obtidos mostraram que, tanto as ferramentas cerâmicas como as de CBN apresentaram acentuadas taxas de desgaste durante a usinagem do CGI, embora estas sejam consideradas de elevada resistência ao desgaste.*

Palavras-chave: *Ferro fundido vermicular, usinagem, ferramentas de corte.*

1. INTRODUÇÃO

A demanda pela redução do consumo dos combustíveis fósseis, emissão de gases e ruídos, tem sido uma constante para a indústria Automotiva. Além disso, a mesma deve encontrar soluções para as demandas dos consumidores por segurança, conforto e preços acessíveis, o que muitas vezes são contraditórios entre si. Neste contexto, a classe de materiais dos ferros fundidos tem apresentado soluções para tais demandas a custos razoáveis, principalmente com os ferro fundidos nodulares, austemperado e vermicular, expandido a faixa de aplicação dos mesmos.

Com os recentes avanços na eletrônica, mensuramento e controle dos processos de fundição tornou-se possível a obtenção do Ferro Fundido Vermicular ou “Compacted Graphite Iron” (CGI) em processos industriais em alto volume de produção, necessitando estabelecer em paralelo novos princípios de projetos e referências de produção de motores para a sua utilização. (Mohr dieck, 2004).

O benefício da utilização do CGI se dá porque ele apresenta características intermediárias a dos ferros fundidos cinzento e nodular. Com melhores propriedades de resistência mecânica, ductilidade

e tenacidade que o ferro fundido cinzento e com melhor fundibilidade, usinabilidade e condutividade térmica que o ferro fundido nodular, o CGI se apresenta como o melhor material entre os ferros fundidos para aplicações em componentes com carregamentos mecânicos e térmicos simultâneos, como é o encontrado em blocos e cabeçotes de motores. (Dawson, 2000).

2 .A USINAGEM DO FERRO FUNDIDO VERMICULAR - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A morfologia da grafita somada a alguns fatores metalúrgicos, propiciam a CGI, um ganho notório em suas propriedades, pois combina características mecânicas e elásticas entre o ferro fundido cinzento e o nodular. Quando comparado com o ferro fundido cinzento destaca-se a resistência mecânica e à fadiga térmica, com uma perda pouca significativa de condutividade térmica e de amortecimento, colocando-o como um material muito bom para fabricação de blocos de motores diesel, possibilitando obter paredes delgadas, menor massa e maiores pressões de trabalho, que resultam em um maior rendimento do motor, bem como redução da poluição ambiental por gases e ruído. A Tabela 1 compara as propriedades físicas entre o ferro fundido cinzento, vermicular e nodular (Gastel, 2000; Dawson, 1993).

Tabela 1. Propriedades mecânicas e físicas do ferro fundido cinzento e do vermicular(SinterCast, 2001).

Propriedade	Cinzento	Vermicular	Razão
Resist. Tração [Mpa]	235	500	2,13
Módulo elasticidade [Gpa]	110	140	1,27
Resistência fadiga [Mpa]	100	205	2,05
Condutividade térmica [W/(mK)]	48	35	0,73
Dureza [HB]	200	225	1,13
Tensão 0,2% elongação	160	380	2,38

No entanto, o que impede que o vermicular seja amplamente utilizado é que as ferramentas utilizadas na sua usinagem apresentam em todas as operações, desempenho inferior quando comparado com o ferro fundido cinzento.

Em operações como furação e fresamento, a redução da vida da ferramenta pode ser atribuída à maior resistência mecânica do ferro fundido vermicular; mas, em operações de corte contínuo, como mandrilamento, a ferramenta atinge apenas aproximadamente 5% da vida alcançada na usinagem do ferro fundido cinzento, o que inviabiliza seus custos de fabricação (Reuter et al., 2000; Gastel et al. 2000).

A grande diferença verificada no processo de mandrilamento constitui um desafio muito importante para ser entendido e superado (Reuter, 1999a; Georgiou, 2001; Gobel, 2002; Georgiou, 2002a; Georgiou; 2002b), principalmente para introduzir o CGI nas linhas “transfer” utilizadas na usinagem do ferro fundido cinzento. Neste caso, busca-se alcançar com o vermicular o mesmo desempenho das ferramentas quando usinando o ferro fundido cinzento, mantendo assim os mesmos custos por peça trabalhada e evitando investimento adicional de capital em máquinas e ferramentas de corte para implantação do CGI.

Assim, dados os fatos apresentados, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica do uso de ferramentas cerâmicas e de CBN em condições reais utilizadas na indústria e avaliar técnica e cientificamente estas ferramentas durante a usinagem do ferro do vermicular.

3. METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

3.1. Caracterização do Material Usinado

O ferro fundido vermicular utilizado foi fabricado pelo processo SinterCast, sem a adição de titânio, da classe 500, com dureza média de 236 HB e componentes da microestrutura conforme tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do material através da análise de imagens.

Material	Components da microestrutura				
	% vermicular	% nodular	Forma da grafita	% perlita	% ferrita
Vermicular	92 %	8%	Forma III e VI	92	8

Na Figura 2 são apresentadas as micrografias do ferro fundido vermicular com e sem ataque de nital 2%.

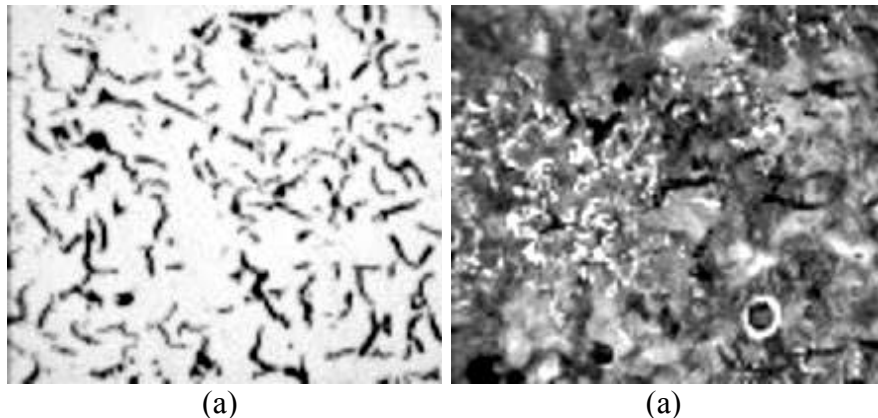


Figura 2. Micrografias de ferro fundido vermicular sem ataque químico (a); com ataque de nital 2% (b). Aumento 100x.

Outra caracterização realizada foi a da perlita. A caracterização destas se deve ao fato que a quantidade de cementita (Fe_3C) na perlita influencia significativamente a usinabilidade do material. Perlitas com maiores quantidades de cementita, ou seja, lamelas mais unidas e espessas, tendem a ter pior usinabilidade (Dawson et al., 1999 e Mocellin, 2002).

O aspecto desta caracterização é qualitativo, pois a medição da espessura, espaçamento das lamelas de perlita não foi possível realizar devido a dificuldades encontradas como profundidade de foco, profundidade do ataque químico e ajuste de contraste entre as fotos.

As Figuras 3 (a) e (b) mostram as micrografias do vermicular onde é possível observar uma considerável quantidade de perlitas (lamelas espessas).

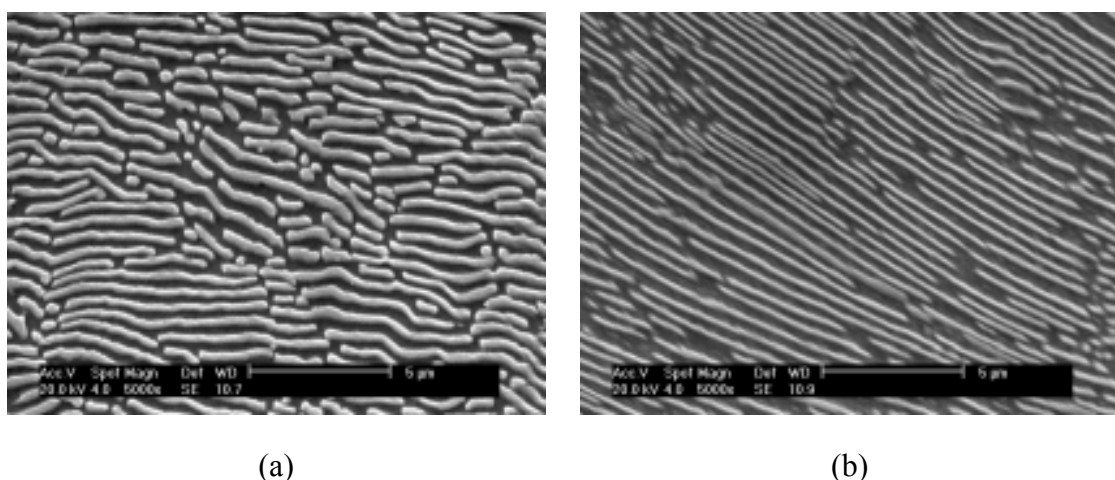


Figura 3: Perlita do ferro fundido vermicular. MEV 5.000x. Nital 2%.

3.2. Ensaios de Usinagem

Os ensaios de torneamento foram realizados em corpos de provas cilíndricos, com diâmetro externo de 120mm, interno de 60mm e com comprimento igual a 400mm. Os corpos de provas sofreram uma pré-usinagem para remoção da camada de óxidos provinda fundição.

Quantas as ferramentas utilizadas nesta pesquisa, estas foram dois tipos de ferramentas, cerâmica e CBN, provenientes de dois fabricantes diferentes. Os fabricantes foram designados de A e B, enquanto que, para a identificação das ferramentas, utilizou-se: CR para cerâmica e CB para o CBN, tendo acrescido ao final o sufixo A ou B para identificar o fabricante da ferramenta, conforme ilustra a Tabela 4.

Tabela 4. Esquema de codificação de ferramentas.

Fabricante	A	B
Ferramenta cerâmica	CR-A	CR-B
Ferramenta de CBN	CB-A	CB-B

As ferramentas de cerâmica apresentam as mesmas geometrias, código ISO CNGA 120408 e possuem o mesmo substrato Si₃N₄.

A respeito das ferramentas de CBN, a ferramenta CB-A, comercialmente pertence à classe 7050, e a CB-B pertence à classe BNX10. Ambas apresentam a mesma geometria ISSO CNGA 1204008.

O porta-ferramenta utilizado foi um modelo DCLNR 2525 M12.

Para a realização dos ensaios de corte foi utilizado um torno CNC, da marca OKUMA, modelo CROWN L1420, com rotação máxima de 2800 rpm e potência disponível de 22 kW.

3.3. Critério de Fim de Vida das Ferramentas.

O estudo do desgaste das ferramentas se deu pela medição do desgaste de flanco máximo (VB_{max}). As medições foram realizadas a cada 5 minutos de corte efetivo com a ferramenta. Como critério de fim de vida foi utilizado um VB_{max} de 0,3 mm.

3.4. Parâmetros de Usinagem.

Os dados de entrada utilizados na usinagem são apresentados abaixo na Tabela 5, sendo repetidas as mesmas condições para as ferramentas A e B.

Tabela 5. Parâmetros de corte utilizados.

		Parâmetros de corte		
		V _c (m/min)	F (mm/rev)	ap (mm)
Cerâmica	Condição 1	500	0,2	0,5
	Condição 2	350	0,2	0,5
	Condição 3	200	0,2	0,5
CBN	Condição 1	700	0,2	0,2
	Condição 2	550	0,2	0,2

É importante salientar que em função dos custos das ferramentas não foi possível realizar repetições dos ensaios com todas as ferramentas, e que a Condição 3 das ferramentas cerâmicas foi realizado somente com a ferramenta CR-B.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Usinagem do CGI com ferramentas cerâmicas

Inicialmente foram realizados ensaios para verificação do desempenho das ferramentas cerâmicas. Para a condição 1, descrita anteriormente na Tabela 5, a ferramenta CR-A durou apenas 5 minutos, apresentando uma elevada taxa de desgaste. Da mesma forma que o ocorrido com a ferramenta CR-A, a ferramenta CR-B apresentou na condição 1 uma elevada taxa de desgaste,

durando apenas aproximadamente 4 minutos. Em função dos resultados negativos obtidos com a utilização da Condição 1, optou-se pela redução da velocidade de corte. Na Condição 2, com velocidade de corte de 350 m/min a ferramenta CR-A novamente apresentou uma elevada taxa de desgaste, alcançando rapidamente o limite de desgaste de flanco especificado. Quando realizado o mesmo ensaio com as ferramentas CR-B observou-se o mesmo comportamento da taxa de desgaste da ferramenta CR-A. Referente a condição 3, como explicado anteriormente no item 3.4, esta só pode ser aplicada as ferramentas CR-B. Nesta condição, a ferramenta CR-B obteve um tempo de vida de aproximadamente 10 minutos.

Com os dados obtidos foi possível desenhar a curva de vida das ferramentas, como pode ser visto na Figura 4.

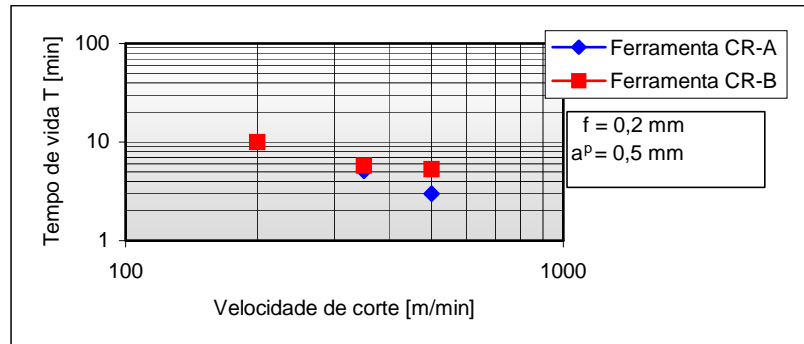


Figura 4. Curva de vida para as ferramentas CR-A e CR-B.

Com a curva de vida das ferramentas é possível verificar que com o aumento da velocidade de corte tem-se um aumento da taxa de desgaste das ferramentas, resultado este coerente com os destacados por Reuter (2000) e Leuze (2000). Porém, o aumento da velocidade de corte não pode ser aceito como única explicação para o menor tempo de vida das ferramentas, podendo este estar diretamente ligado a afinidades químicas entre a peça e a ferramenta.

Devido ao exposto acima, foram realizadas análises micrográficas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) e micro análises químicas com a micro-sonda EDX. O objetivo destas análises foi tentar identificar e entender melhor as causas que levaram as ferramentas cerâmicas a apresentar um baixo desempenho durante a usinagem do CGI.

Nas análises realizadas com as ferramentas cerâmicas, foram observados desgastes de cratera na face, abrasivo no flanco e muitas vezes lascamentos na quina da ferramenta, como pode ser observado nas Figuras 5 (a) e (b).

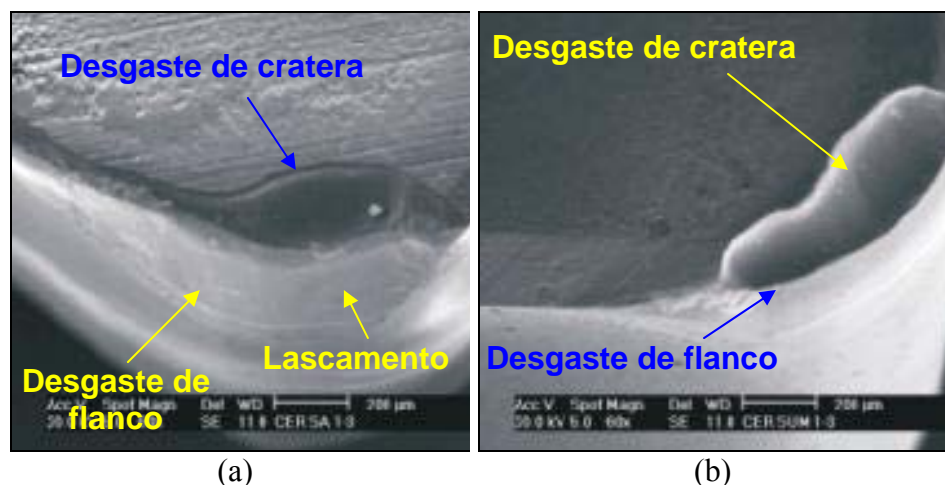


Figura 5. Caracterização dos desgastes das ferramentas. (a) CR-A e (b) CR-B.

Em função dos desgastes verificados nas ferramentas, foi realizada análises micro-químicas com uma ferramenta CR-A e outra CR-B, ambas utilizadas na condição 1. A realização deste experimento visava a investigar a presença de elementos sobre a superfícies das ferramentas que pudessem, depois de analisados, ser um indicativo da ocorrência de difusão. As Figuras 6 (a) e (b) mostram os espectros das respectivas análises.

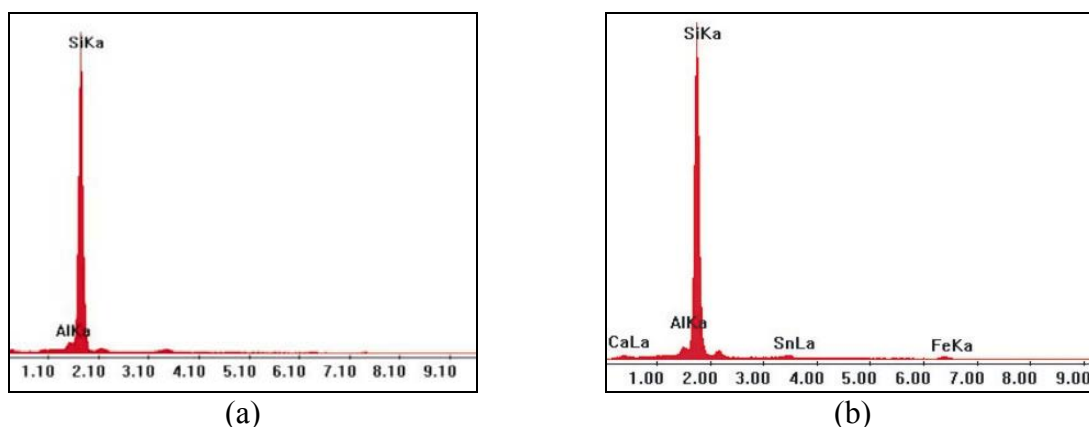


Figura 5. Espectro da análise química: a) Ferramenta CR-A na condição 1; b) Ferramenta CR-B na condição 1.

Os resultados da análise micro-química são parecidos para ambas as ferramentas, apresentando um pico elevado de Silício (Si) na camada Ka. A ferramenta CR-A, além do Si apresentou resquícios de alumínio, enquanto que a ferramenta CR-B apresentou cálcio, estanho, ferro e alumínio.

A pequena quantidade presente de ferro na superfície da ferramenta CR-B pode ser um indicativo da ocorrência de difusão durante a usinagem. Porém, para uma conclusão específica sobre a possibilidade da ocorrência de difusão durante a usinagem, é necessária uma investigação mais detalhada sobre um número maior de amostras.

De uma maneira em geral, o desgaste de cratera observado nas ferramentas ensaiadas pode ser relacionado a afinidades químicas entre a peça e a ferramenta e ao fato do CGI ser aproximadamente 15% mais adesivo que o ferro fundido cinzento, o que faz com que o material permaneça mais tempo em contato com a face da ferramenta (Xavier, 2003).

A respeito do desgaste de flanco, este tem relação direta com o atrito entre a peça e ferramenta e com a abrasividade do material usinado. O CGI apresenta um coeficiente de abrasão 30% maior do que o ferro fundido.

Já os lascamentos e fraturas das ferramentas podem ser relacionados a problemas de fixação da peça usinada, rigidez da máquina-ferramenta ou aos desgastes de cratera e de flanco da ferramenta. Esta última causa atua quando é verificado um desgaste de cratera tão acentuado na ferramenta que o mesmo se encontra com o desgaste de flanco, ocorrendo assim o colapso da ferramenta.

A determinação de quais mecanismos são as causas de desgastes tão acentuados das ferramentas, só se pode ser assegurado com ensaios de desgastes específicos, os quais não estavam contemplados nesta fase da pesquisa.

4.2. Usinagem do CGI com ferramentas de CBN

Devido aos elevados custos das ferramentas de CBN, não foi possível fazer repetições dos ensaios. Na análise dos resultados da ferramenta CB-A quando submetida aos parâmetros da Condição 1, esta obteve um tempo de vida de aproximadamente 4,5 minutos, configurando-se um desgaste prematuro. Quando utilizada a ferramenta CB-B na mesma condição, o resultado apresentado também indicou um desgaste prematuro, tendo um tempo de vida semelhante ao da ferramenta CB-A. Os tempos de vidas podem ser vistos na Figura 6. Como última fase dos testes realizou-se os ensaios com as ferramentas de CBN sob a Condição 2. O resultado encontrado na referida condição para ambas as ferramentas (CB-A e CB-B) não difere muito do apresentado

quando as ferramentas foram submetidas a Condição 1, obtendo da mesma forma, um desgaste prematuro durante a usinagem do CGI. Os resultados dos ensaios podem ser visualizados na Figura 6, mostrada a seguir.

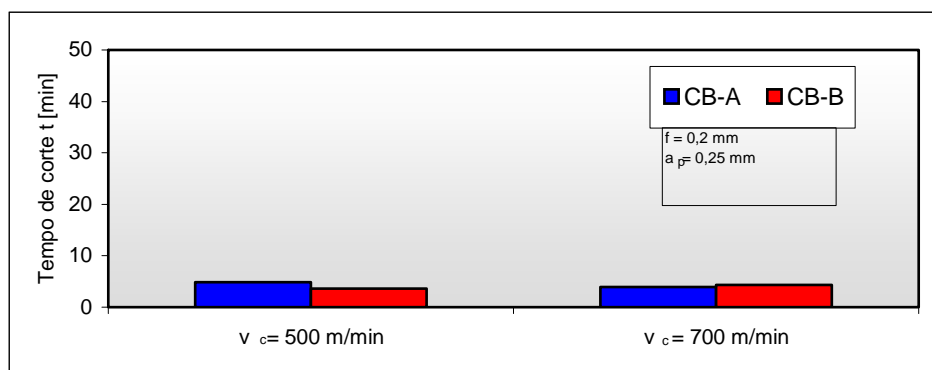


Figura 6. Comparação dos tempos de vida obtidos entre as ferramentas CB-A e CB-B.

Da mesma forma que foi realizada com as ferramentas cerâmicas, as ferramentas de CBN também foram analisadas com o MEV e com a micro-sonda de análise química.

As análises com o MEV revelaram em ambas as ferramentas um desgaste de cratera excessivo, a tal ponto que este se encontrou com o desgaste de flanco e destruiu a quina da ferramenta. As Figuras 7 (a) e (b) mostram as ferramentas com as respectivas identificações dos desgastes.

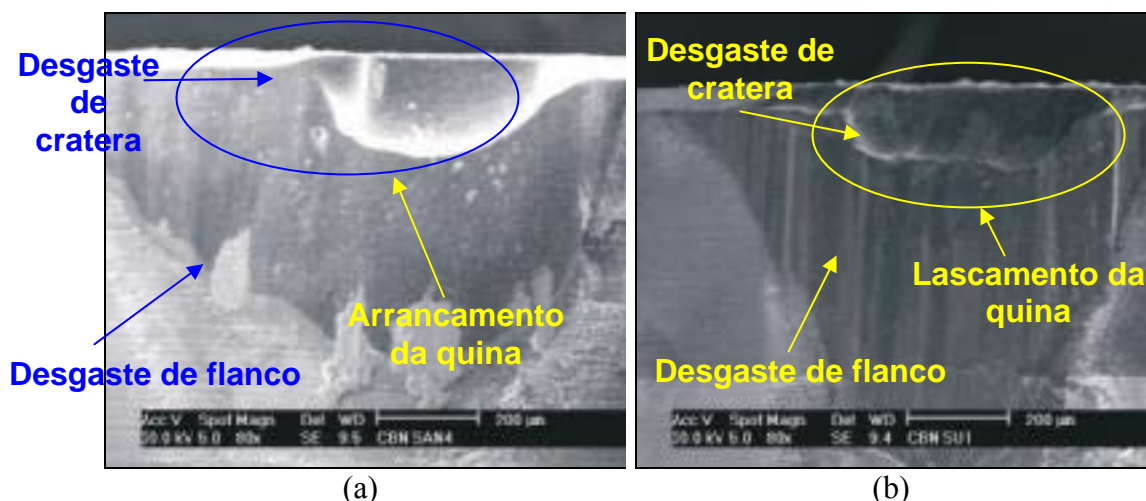


Figura 7. Caracterização do desgaste das ferramentas. (a) CB-A e (b) CB-B.

Depois da realização das análises micrográficas das ferramentas de CBN no MEV, foram realizadas análises micro-químicas sobre o local dos desgastes das ferramentas e também sobre as amostras dos corpos de prova usinados pelas respectivas ferramentas.

Nas ferramentas submetidas a esta análise foi possível identificar a presença de vários elementos sobre a face das ferramentas, dentre os quais: ferro, silício, oxigênio; podendo isto ser um indicativo da ocorrência de difusão entre a peça e a ferramenta. Os espectros podem ser visualizados nas Figuras 8 (a) e (b).

Os resultados apresentados pela ferramenta CB-B diferem um pouco na quantidade de elementos medidos, mas da mesma forma que o ocorrido com as ferramentas CB-A (Figura 8 (a)) elas também exibiram Fe, Si e O_2 .

Já nas amostras provenientes dos corpos de prova usinados pelas ferramentas CB-A e CB-B na Condição 1, encontrou-se a presença de carbono, silício, oxigênio e ferro. A presença destes elementos pode ser considerada normal na usinagem do CGI, não fornecendo informações

suficientes para poder assegurar que ocorreu difusão entre a ferramenta e a peça (Figuras 9 (a) e (b)).

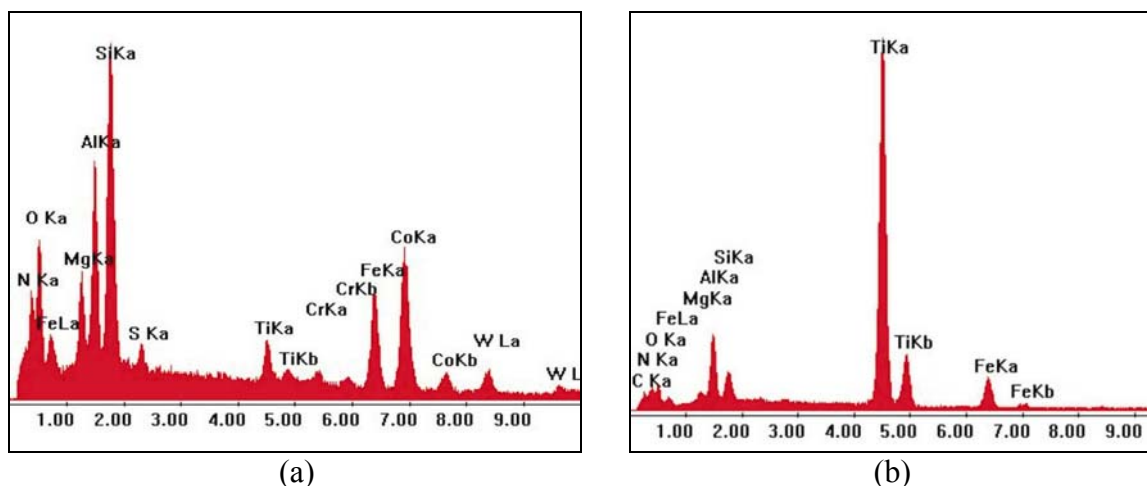


Figura 8. Espectro da análise química: a) Ferramenta CB-A na condição 1; b) Ferramenta CB-B na condição 1.

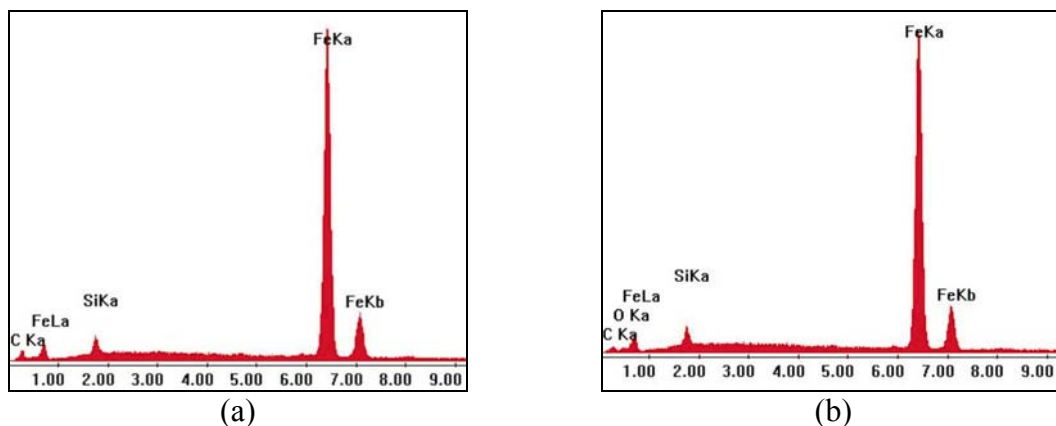


Figura 9. Espectro da análise química: a) corpo de prova para a ferramenta CB-A na condição 1; b) corpo de prova para a ferramenta CB-B na condição 1.

É importante salientar que durante as análises nas superfícies dos corpos de provas usinados, foram encontrados resíduos de boro. A presença deste não é identificada nos espectros mostrados acima nas Figuras 9 (a) e (b) por dois fatores:

- 1) A micro-sonda de análise química EDX apresenta dificuldade em analisar elementos leves.
- 2) A quantidade de boro na superfície da peça era insuficiente para ser quantificada e identificada no espectro.

Para a micro-sonda utilizada poder registrar a presença de boro no espectro, o mesmo deveria se apresentar em alta concentração nas superfícies das peças, o que não foi o caso.

Quanto a identificar a ocorrência de difusão durante a usinagem do CGI por ferramentas de CBN, esta carece de estudos complementares e experimentos específicos para melhor esclarecer o fato.

5. CONCLUSÕES

A realização desta pesquisa permitiu verificar que a usinagem do ferro fundido vermicular difere significativamente de outros materiais. Isto pode ser concluído no momento em questão analisados os resultados dos ensaios com ferramentas cerâmicas e de CBN, estas tidas pela literatura como de alta dureza e resistência a abrasão e que aqui apresentaram tempos de vida muito pequenos.

Nas condições ensaiadas, as ferramentas de cerâmica e CBN configuram-se impróprias para a usinagem do ferro fundido vermicular em processos de corte contínuos.

A elevada taxa desgaste verificado em ambos os tipos de ferramentas, cerâmica e CBN, de ambos os fabricantes, inviabilizam a utilização destes tipos de ferramentas em processos de usinagem de corte contínuo em alta velocidade de corte, devido ao elevado custo por consumo e tempos de parada de máquina para troca das ferramentas que estas ocasionam.

A explicação para os mecanismos que agem e causam esta elevada taxa de desgaste nas ferramentas cerâmicas e de CBN, são atribuídos a uma combinação de fatores do material usinado, como abrasividade, adesividade e afinidades químicas entre as ferramentas utilizadas e o CGI.

Para obter uma resposta precisa para esclarecer quais os mecanismos de desgastes que atuam de maneira predominante durante a usinagem do CGI, são necessários estudos complementares com ensaios específicos para tais fins, que durante a realização desta pesquisa não estavam contemplados nesta fase.

Quanto a avaliação de qual fabricante apresenta melhor desempenho, as proximidades entre os tempos de vida encontrados pelas ferramentas de ambos os fabricantes, não indicam diferenças significativas entre os mesmos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem à CAPES pelo financiamento obtido, o apoio dado pela Empresa Tupy Fundições Ltda e os fornecedores das ferramentas tipo A e B.

7. REFERÊNCIAS

- Dawson, S.; Würtenberg, J. M. von., 1993, “Experiências Práticas com Ferro Fundido de Grafita Compactada Como Material para Componentes Automotivos”. IN: 26º Simpósio Internacional Sobre Tecnologia Automotiva e Automação – ISATA, 1993, Aachen. Anais... Aachen.
- Dawson, S. et al. The effect of Metallurgical Variables on the Machinability of Compacted Graphite Iron. In: Compacted Graphite Iron – Machining Workshop, 1999, Bad Nauheim. Anais... Bad Nauheim: 1999.
- Dawson, S; Schroeder, T. “Compacted Graphite Iron Offers a Viable Design Alternative”. Engineered Casting Solutions, Michigan, Spring 2000.
- Gastel, M.; et al., “Investigation of the wear mechanism of cubic boron nitride tools used for the machining of compacted graphite iron and grey cast iron”. International Journal of Refractory Metal & Hard Materials, n. 18, p. 287-296, 13 jun. 2000.
- Georgiou, G. Machine Tool Solution for Compacted Graphite Iron. In: GPC – Global Powertrain Congress, 2001, Detroit. Anais... Detroit: 2001. v.17, p.1-6.
- Georgiou, G. Machining solutions for compacted graphite iron. Disponível em: <<http://www.machineshopguide.com>> Acesso em: 30 Jan. 2002a.
- Georgiou, G. CGI high speed machine tool solutions. In: Compacted Graphite Iron – Machining Workshop, 5., 2002. Darmstadt. Anais... Darmstadt: PTW – Institute of Production and Machine Tools, 2002b.
- Gobel, R. Cylinder boring and milling in CGI. In: Compacted Graphite Iron – Machining Workshop, 5., 2002. Darmstadt. Anais... Darmstadt: PTW – Institute of Production and Machine Tools, 2002.
- Leuze, P. High Productivity Carbide Boring Tools for Roughing and Finishing CGI. In: Compacted Graphite Iron – Machining Workshop, 2000, Darmstadt. Anais... Darmstadt: 2000.
- Mocellin, F., 2002, “Avaliação da Usinabilidade do Ferro Fundido Vermicular em Ensaios de Furação”. Florianópolis, 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

- Mohr dieck, C.; Bauer, H. "Innovations in Iron Casting for Automotive Applications". In: Compacted Graphite Iron – Workshop, 2003. Darmstadt: Darmstadt: PTW – Institute of Production and Machine Tools, 2003.
- Reuter, U. et al., 2000, "The Wear Process of CGI cutting and Machining developments". In: Compacted Graphite Iron – Machining Workshop, 2000, Darmstadt, Germany.
- Reuter, U.; Schulz, H., 2000, "The end of the line – The reason why high-speed cylinder boring of Compacted Graphite Iron has been difficult is finally understood – transfer line solutions are now available." Engine technology International, Germany, p. 78-80. abr/2000.
- Reuter, U.; Schulz, H., 1999, "Compact and bijou – The problems associated with compacted graphite iron manufacturing can be overcome". Engine technology International. Local de publicação, v. p. 58-60, abr. 1999
- Sintercast. Diesel. Disponível em: www.sintercast.com/market/diesel.htm. Acesso em: outubro 2001.
- Xavier, F. A., 2003, "Aspectos Tecnológicos do Torneamento do Ferro Fundido Vermicular em com Ferramentas de Cerâmica e CBN". Florianópolis, 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

Technological Analyses of the Compacted Graphite Iron Machining with Ceramics and CBN tools.

Fábio Antonio Xavier
 boehs@emc.ufsc.br
 Lourival Boehs
 boehs@emc.ufsc.br
 Dpto. Eng. Mec. – UFSC
 88040-900 – Florianópolis – SC
 Wilson. L. Guesser
 TUPY – Fundições Ltda– Joinville – SC

Abstract: *With the recent advances in electronics, measurement and foundry process control technology, compacted graphite iron (CGI) has become a viable in high-volume production material, principally to automobile pieces. One example for this is the diesel engine cylinder blocks. Due of the CGI properties, many manufactures and users have make effort to use CGI. The CGI applications and use occur where the pieces require high traction resistance, high hardness and ductility, that in many cases can not be attend with gray or nodular cast iron. However, the worst CGI machinability when compared with gray cast iron, have impeded the CGI use in high volume production. However, the metallurgical properties characteristics and machining process improvement has become possible to obtain satisfactory machinabilities results and in this way to use CGI. The objective is to analyze technologically the CGI machining with ceramics and CBN cutting tools during turning process. The experiments were carried out in CNC lathe and the tool life end criterion was the maximum flank wear. The results show that tools, ceramics and CBN, obtained high wear rates during the CGI machining, although both are considers tools with high wear resistance.*

Keyword: *Compacted graphite iron; machining; cutting tool.*