

## **Previsão de forças e desgaste no fresamento frontal de ferro fundido cinzento com cerâmica não-óxida a partir de dados obtidos no torneamento**

**Rolf Bertrand Schroeter, Dr. Eng.**

e-mail: rolf@lmp.ufsc.br

**Sérgio Satoshi Mochizuki, Eng. Mec.**

e-mail: satoshi@lmp.ufsc.br

Laboratório de Mecânica de Precisão – LMP

Departamento de Engenharia Mecânica

Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brasil

Caixa Postal 476 – EMC – 88.010-970

**Resumo:** *A usinagem é um dos mais importantes processos de fabricação da indústria mecânica. Embora pareça simples, é muito complexa sua otimização para se obter bons resultados de trabalho, pois são muitas as variáveis envolvidas. A área geral de ferramentas abrange uma grande amplitude de tópicos especializados, tais como otimização de usinagem, considerações de vida de ferramenta/desgaste, algoritmos para as técnicas de seleção de ferramenta para torneamento e fresamento, planejamento de processo e programação do fluxo de ferramenta/trabalho, entre outros. Pesquisas têm se concentrado em todos estes aspectos da tecnologia de ferramentas, e uma estratégia para sua integração é normalmente requerida. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento das forças de usinagem e do desgaste em insertos de cerâmicas não-óxidas à base de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  no processo de torneamento. Os experimentos são realizados para o torneamento cilíndrico longitudinal no ferro fundido cinzento GG25. Visando obter informações no sentido de otimizar os sistemas produtivos, foram escolhidos insertos de cerâmicas usualmente utilizados em chão-de-fábrica na usinagem de blocos de motores de ferro fundido cinzento. Nestes ensaios são analisados os comportamentos das forças de usinagem e do desgaste de flanco na ferramenta, juntamente com a forma que eles evoluem e influenciam ao longo do processo.*

**Palavras-chave:** *Torneamento, fresamento, forças, desgaste, ferro fundido cinzento.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Segundo Zhou<sup>(1)</sup>, o estudo da tendência atual de evolução da qualidade das ferramentas apresenta grande importância, impulsionada basicamente pela necessidade de incremento de velocidade, pelas novas ligas de materiais a serem usinadas, pela necessidade de redução dos custos e aumento de produção. Porém, o custo inicial destas ferramentas é elevado e, para assegurar seus benefícios em termos econômicos, é fundamental que as condições de usinagem sejam otimizadas. Diante dessa tendência, a necessidade de avaliação das características da ferramenta sob influência das condições de corte é fundamental para assegurar um desempenho adequado ao processo.

Como exemplo desta evolução da qualidade das ferramentas pode-se citar as cerâmicas de corte, que têm ganho muita importância nos últimos anos na área da usinagem com geometria de corte definida. Com o aumento da aplicação de cerâmicas de corte na produção, principalmente nos últimos anos, melhoraram-se as propriedades de tenacidade desses materiais. Machado<sup>(2)</sup> afirma que o comportamento frágil característico dos materiais cerâmicos, a dispersão das propriedades de resistência mecânica e as quebras das ferramentas são os principais motivos de as mesmas não possuírem até o momento uma aplicação mais ampla no campo da usinagem, como os metais-duros, por exemplo. Uma área de aplicação clássica de materiais de corte cerâmicos é na usinagem de ferro fundido cinzento, aços cementados e aços temperados.

Atualmente, devido à grande escala de fabricação de componentes, as indústrias têm tido menos tempo e maior dificuldade de tentar otimizar os processos de usinagem das linhas de produção. A otimização de processos de usinagem é um objetivo permanente para as indústrias, principalmente em dias nos quais a globalização requer uma postura mais agressiva e as obriga a explorarem todas as possibilidades que resultem em aumento de competitividade. Como exemplo dessa busca por alternativas para o aumento de competitividade, pode-se citar o estudo de otimização na usinagem de blocos de motor. Por se tratar de um importante componente dos motores de combustão interna, o bloco do motor deve atender a características bastante rígidas de fabricação, para preencher as exigências de qualidade como precisão geométrica, precisão de forma, qualidade de superfície, planicidade, perpendicularidade etc.

Uma das etapas de fabricação do bloco de motor é normalmente o processo de fresamento frontal das faces superior (cabeçote) e inferior (cárter) do bloco. Nesta etapa, são frequentemente utilizadas ferramentas de cerâmica para o acabamento destas duas faces, num processo de usinagem a seco. A principal exigência de qualidade nesta etapa de fresamento é a planicidade destas duas faces.

Problemas com deflexões e/ou vibrações do bloco durante a usinagem podem ser considerados como principais causas para que a planicidade não respeite o limite de tolerância. Estes problemas podem ser causados devido a uma baixa rigidez da máquina, do suporte da ferramenta, da fixação da peça, por folgas na fixação da peça, forças de usinagem relativamente elevadas durante o corte, além da frequência de contato do dente da fresa ou das muitas ressonâncias surgidas no processo.

Através da modificação da velocidade de corte, da profundidade de corte, da geometria de corte e através da melhora de saída de cavaco, pode-se observar a variação das vibrações. Em alguns casos, mesmo quando as ferramentas são rígidas, as vibrações podem ocorrer pela natureza da peça. Um exemplo é a usinagem de peças com baixa rigidez. Se a peça for a responsável pela ocorrência de vibrações, pode ser melhorada a fixação ou mudadas as estratégias de usinagem para diminuir os efeitos de vibração. Além disso, surge também a importância do estudo das forças de usinagem e estimar a sua influência nos processos de corte.

Com o conhecimento das forças de usinagem, pode-se simular a dinâmica que descreve a vibração da peça durante o processo utilizando, por exemplo, um programa comercial de elementos finitos.

Considerando uma certa similaridade existente entre as forças medidas em processos de torneamento e fresamento, Mangoni<sup>(3)</sup> propôs um modelo para a simulação das forças no fresamento frontal a partir do método de forças do modelo de Kienzle, modificado para o processo de fresamento, que utilizam as constantes de Kienzle do torneamento para a predição de forças no fresamento frontal.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo realizar estudos específicos para investigar a influência de algumas variáveis de trabalho, como a profundidade de corte  $a_p$  e o ângulo de direção do gume  $\chi$ , no torneamento do ferro fundido cinzento com ferramentas de cerâmicas não-óxidas à base de  $Si_3N_4$ . Os ensaios são realizados no mesmo material de que são fabricados muitos dos blocos de motor, empregando ferramentas com geometria e parâmetros de corte usuais em operações de fresamento de blocos, buscando assim uma maior semelhança entre o modelo dos ensaios e o real.

São analisados os comportamentos das forças de usinagem (força de corte  $F_c$ , força de avanço  $F_f$  e força passiva  $F_p$ ) e do desgaste de flanco na ferramenta ( $VB_{máx}$ ), juntamente com a forma que eles evoluem ao longo do processo. Uma análise do desgaste das ferramentas, bem como a sua influência nos parâmetros de força, se faz necessária para que seja estimada a sua influência no processo.

## **2. METODOLOGIA DOS ENSAIOS**

### **2.1. Ferramentas utilizadas**

Para a realização dos experimentos, foram utilizados insertos de cerâmica não-óxida à base de  $Si_3N_4$ , com especificação SPGN 120412T. O porta-ferramenta utilizado para os ensaios foi CSRPL 3225 P12-IC.

## 2.2. Material ensaiado

O material utilizado nos ensaios foi ferro fundido cinzento GG25, na forma de barras que possuíam inicialmente 500 mm de comprimento por 150 mm de diâmetro.

Devido às limitações da máquina-ferramenta empregada nos ensaios, estas barras foram reduzidas para 300 mm de comprimento. Com a realização de alguns pré-testes verificou-se a necessidade de reduzir ainda mais o comprimento devido aos problemas com vibrações. Além da redução no comprimento, foram necessários passes de desbaste para limpar a carepa da peça, ficando os corpos de provas com dimensões finais de 150 mm de comprimento por 140 mm de diâmetro.

## 2.3. Parâmetros experimentais

Os parâmetros de corte que sofreram variações nos ensaios estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de corte utilizados nos ensaios

Condição	$v_c$ [m/min]	$f$ [mm]	$\chi$ [°]	$a_p$ [mm]
1	200	0,10	89,5	0,10
2	200	0,10	89,5	0,25
3	200	0,10	89,5	0,60
4	200	0,10	85	0,10
5	200	0,10	85	0,25
6	200	0,10	85	0,60

## 2.4. Equipamentos utilizados

Os ensaios foram realizados em um torno CNC modelo COSMOS 20U, do fabricante ROMI.

As componentes de usinagem foram monitoradas através de um sistema de medição piezométrico. O sistema consiste em uma célula de carga (plataforma piezométrica), 3 amplificadores de carga, uma placa de aquisição e um microcomputador.

O método utilizado para monitorar a evolução do desgaste em cada ferramenta consiste no acompanhamento sistemático das marcas de desgaste via aquisição de imagens. O sistema é constituído de uma câmera digitalizadora de imagens, um conjunto de lentes acoplado a um tubo de ampliação, dispositivo de fixação da ferramenta, sistema de iluminação e um microcomputador com uma placa de aquisição de imagens.

## 2.5. Planejamento experimental

Foram realizados ensaios de torneamento para combinações de três valores de profundidade de corte  $a_p$  com dois de ângulo de direção do gume  $\chi$ , seguidos da análise dos comportamentos das forças de usinagem e do desgaste de flanco na ferramenta, juntamente com a forma com que os mesmos evoluem ao longo do processo.

Para a medição da força de corte foi utilizada uma frequência de aquisição de 1 kHz num intervalo de 5 segundos. Devido aos sinais obtidos logo no início do corte (instante de entrada da ferramenta na peça) apresentarem uma certa instabilidade e/ou não haver coincidência do início da aquisição dos sinais com o início do corte, decidiu-se desconsiderar este início e considerar somente a média dos 2.000 pontos adquiridos durante um intervalo de 2 segundos, desconsiderando-se também os sinais do final de corte pelos mesmos motivos anteriores.

Para cada gume das ferramentas foram feitas aquisições de imagens da face e do flanco. As imagens dos flancos foram utilizadas para medições dos desgastes, o que permite uma análise quantitativa comparando-se os valores medidos. Com as imagens das faces foi realizada somente uma análise visual qualitativa.

### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1. Influência de $\chi$ sobre as forças de usinagem e o desgaste

Em cada um dos gráficos de força de usinagem mostrados a seguir, os pontos que definem a curva representam a média referente aos três ensaios realizados para cada caso, sendo indicado o intervalo de confiança.

Os gráficos das Figuras 1, 2 e 3 mostram a evolução das forças de usinagem para os parâmetros de usinagem onde ocorreram variações no ângulo de direção do gume ( $85^\circ$  e  $89,5^\circ$ ) e na profundidade de corte (0,10, 0,25 e 0,60 mm).

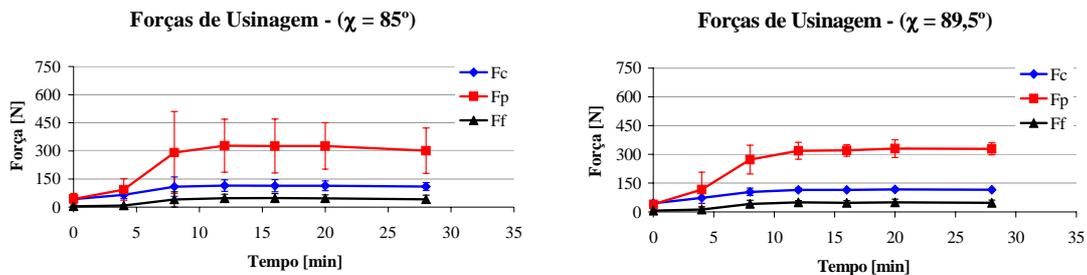


Figura 1. Gráficos das forças de usinagem para  $a_p = 0,10$  mm

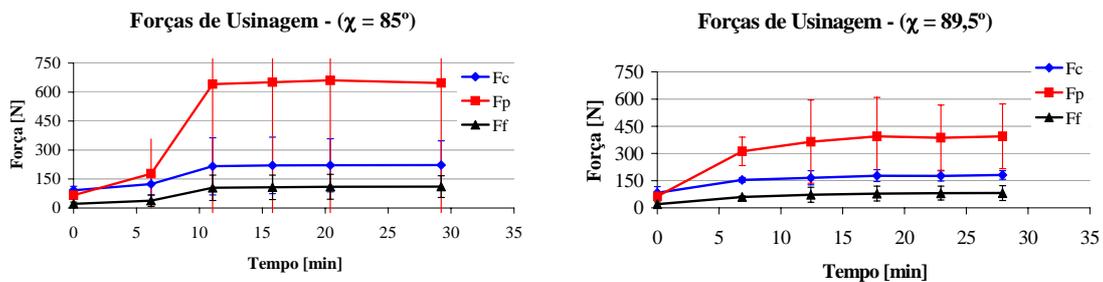


Figura 2. Gráficos das forças de usinagem para  $a_p = 0,25$  mm

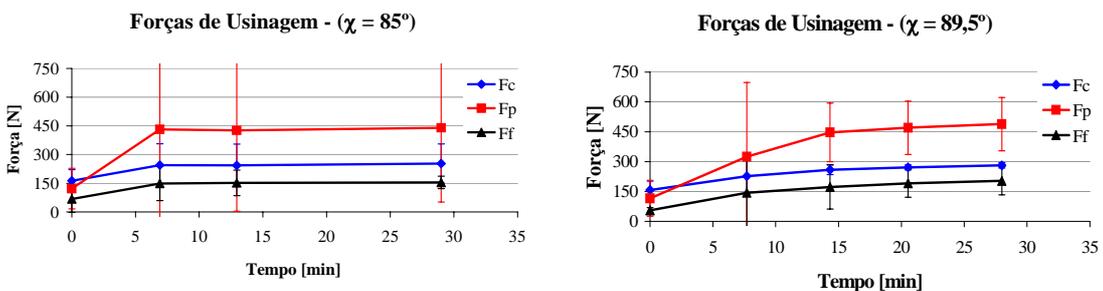


Figura 3. Gráficos das forças de usinagem para  $a_p = 0,60$  mm

Segundo König<sup>(4)</sup>, as forças de corte e passiva diminuem e a força de avanço aumenta, à medida que o ângulo de direção do gume sofre incrementos. Nestes ensaios, como a variação do ângulo de direção do gume não é muito grande (de  $85^\circ$  para  $89,5^\circ$ ), pode-se analisar que as forças de usinagem não apresentaram diferenças significativas exceto na condição com profundidade de corte de 0,25 mm. Para esta condição, a força passiva apresenta uma variação de aproximadamente 300 N, a força de corte de 75 N de um ângulo para o outro.

Nesta condição de profundidade de corte de 0,25 mm, o comportamento das forças de usinagem demonstrou ser mais instável do que para as outras profundidades de corte testadas, sendo que os resultados de forças obtidas em cada repetição desta condição não apresentaram uma boa repetitividade, e conseqüentemente os valores calculados para os intervalos de confiança foram elevados para cada ponto da curva. Principalmente para a força passiva, os resultados apresentaram uma dispersão maior.

Uma das explicações para este fato foram as freqüentes vibrações ocorridas durante a usinagem nesta condição.

O principal fato observado durante a realização dos ensaios foram as altas dispersões dos resultados para algumas condições de usinagem. As possíveis causas que levaram a isto foram vibrações ocasionadas por combinações de variações geométricas dos corpos de prova e determinadas condições de usinagem. A condição de uso do mesmo corpo de prova para um mesmo ensaio nem sempre pôde ser observada para todos os parâmetros ensaiados, devido às limitações técnicas da máquina-ferramenta. Dentre elas, pode-se citar a restrição na movimentação do eixo z da máquina-ferramenta (movimento longitudinal da máquina em relação à peça). Devido a essa restrição, a máquina não permite que a ferramenta usine todo o material ao longo do seu comprimento. Com isto houve a necessidade da mudança do lado de fixação dos corpos de prova para um melhor aproveitamento do material. Esta mudança provocou alterações na rigidez da peça, gerando assim vibrações que podem ser apontadas como uma das causas na diferença das dispersões.

Essas altas dispersões também podem ser observados nos resultados do desgaste de flanco máximo ( $VB_{máx}$ ) das ferramentas. A Figura 4 mostra a diferença nos  $VB_{máx}$  no tempo de 28 minutos de usinagem para as 3 repetições realizadas na condição  $\chi = 85^\circ$  e  $a_p = 0,25$  mm.

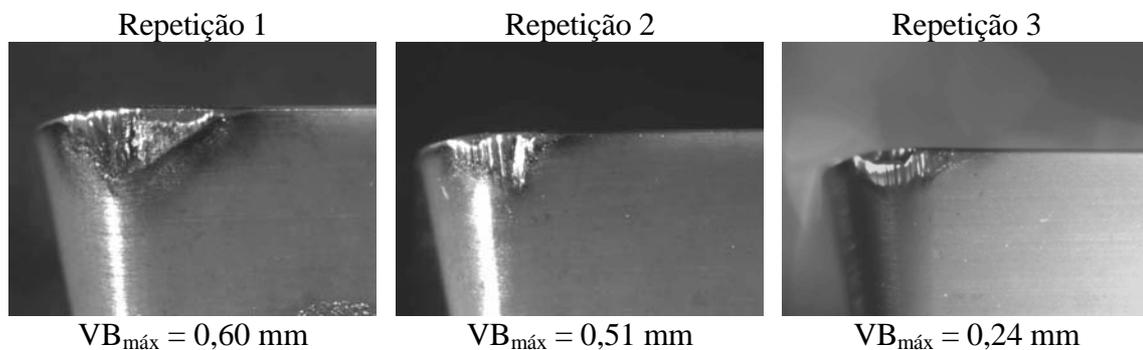


Figura 4. Diferença nos desgastes de flanco máximo para diferentes repetições na condição:  $\chi = 85^\circ$ ,  $a_p = 0,25$  mm e  $t = 28$  min

Para todas as condições ensaiadas, ocorre uma estabilização das forças de usinagem após um certo tempo de usinagem variando aproximadamente entre 5 a 15 minutos conforme o parâmetro de usinagem adotado. Este mesmo comportamento é observado para o desgaste de flanco das ferramentas. Pode-se observar que as forças de usinagem estão diretamente relacionado ao desgaste, ou seja, as forças de usinagem aumentam à medida que ocorrem incrementos no desgaste da ferramenta.

A partir dos gráficos da Figura 5 pode-se observar que não existem diferenças significativas no  $VB_{máx}$  da ferramenta para as duas condições de ângulo de direção do gume testadas.

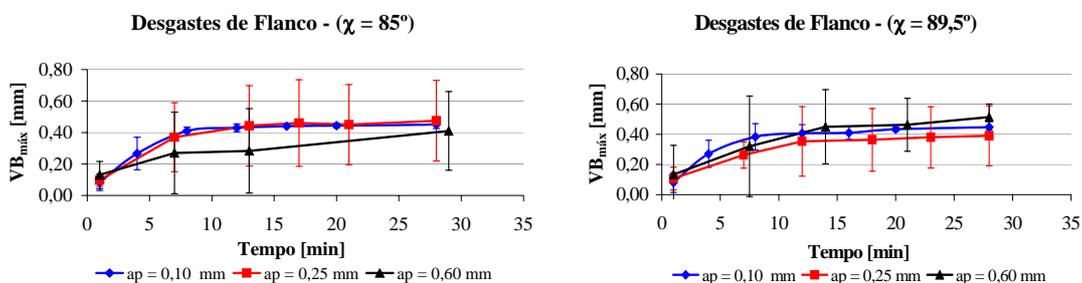


Figura 5. Influência do ângulo de direção do gume sobre o desgaste da ferramenta

A Figura 6 mostra o flanco secundário para os três valores de profundidade de corte  $a_p$ , no tempo de usinagem próximos aos 30 minutos e ângulo de direção de gume  $\chi$  de  $89,5^\circ$ . É possível observar que não há diferenças significativas nos valores de  $VB_{máx}$  para o flanco secundário. No entanto, com o aumento de  $a_p$  ocorreu um aumento da área de desgaste ao longo da região da quina da ferramenta.

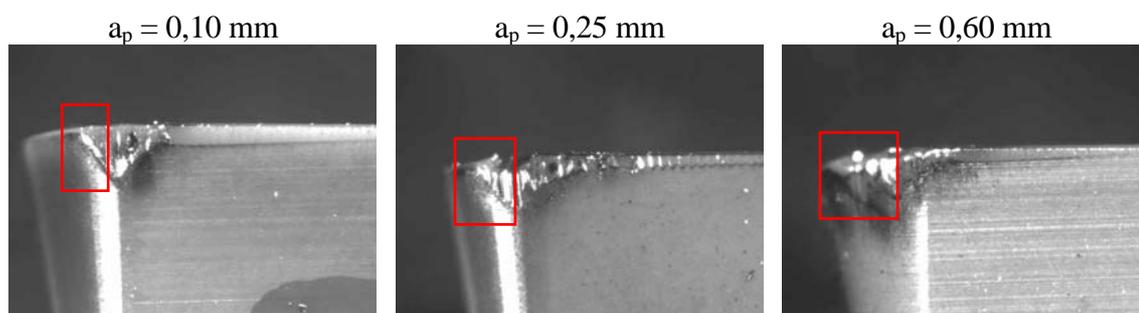


Figura 6. Comparação de  $VB_{máx}$  para diferentes profundidades de corte

Apesar dos valores de desgaste de flanco máximo das ferramentas da Figura 7 serem iguais ( $VB_{máx} = 0,46$  mm), a diferença verificada foi no comprimento de contato ao longo do gume da ferramenta no flanco secundário. Com o aumento do valor de  $\chi$  também ocorreu o aumento desse comprimento, como era esperado teoricamente. Este aumento pode levar a maiores solicitações da ferramenta, assim como a maiores níveis de vibrações.

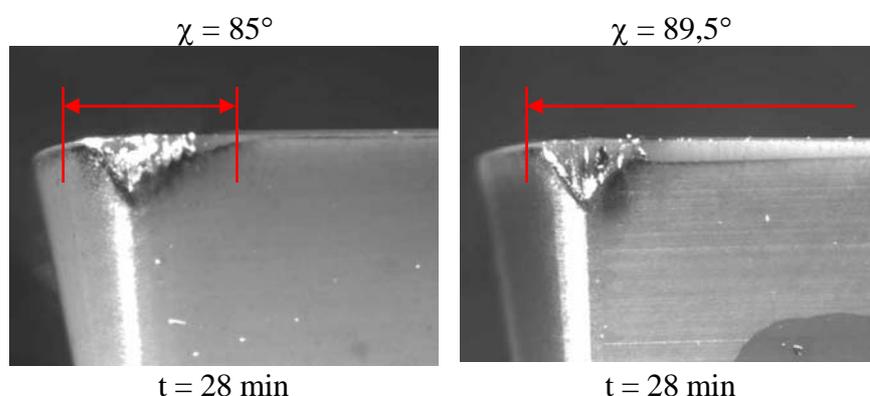


Figura 7. Diferença no comprimento de contato ao longo do gume da ferramenta com a variação do  $\chi$  na condição  $a_p = 0,10$  mm

Para o desgaste na face da ferramenta, devido à dificuldade de medição, apenas foi realizado um acompanhamento de forma qualitativa. A Figura 8 mostra o desgaste na face da ferramenta para os três valores de profundidade de corte, no tempo de usinagem próximos aos 30 minutos e ângulo de direção de gume  $\chi$  de  $89,5^\circ$ . Pode-se observar que com o aumento da profundidade de corte, ocorre um aumento na área do desgaste e uma maior danificação na face da ferramenta.

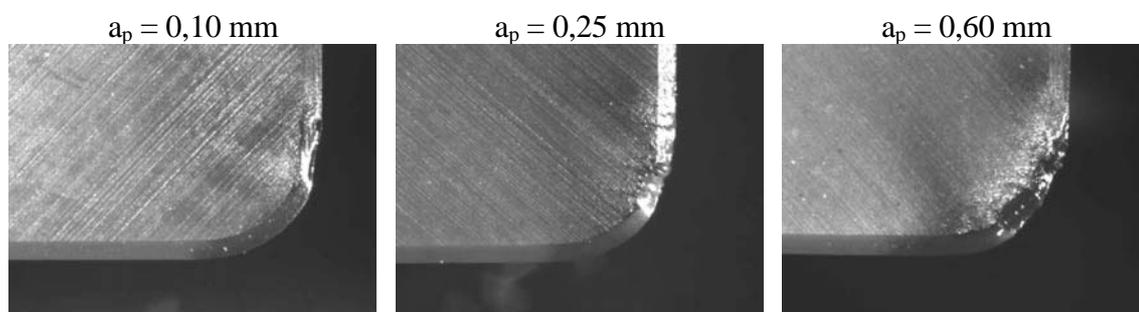


Figura 8. Desgaste na face da ferramenta para diferentes profundidades de corte

Através da análise do desgaste, pode-se observar que a forma predominante de desgaste nas ferramentas é o desgaste de cratera na face e o desgaste abrasivo no flanco secundário da ferramenta.

Os lascamentos e as quebras, principais formas de desgastes observadas em ferramentas de cerâmicas, não foram observados nestes experimentos. Conforme Al<sup>(5)</sup>, estas formas de desgaste ocorrem principalmente quando a ferramenta é usada em operações de corte interrompido ou na

usinagem de materiais de alta dureza. Também em relação ao corte de ferro fundido as ferramentas à base de nitreto de silício apresentam melhor desempenho e maior resistência a lascamentos e a quebras quando comparadas a cerâmicas óxidas, devido à sua maior tenacidade e resistência.

### 3.2. Influência de $a_p$ sobre as forças de usinagem

Segundo König<sup>(4)</sup>, na usinagem convencional com ferramentas de geometria definida, ocorrem aumentos lineares nas componentes da força de usinagem à medida que a profundidade de corte sofre incrementos. Isto é válido, entretanto, apenas quando as profundidades de corte apresentam uma dimensão maior do que o raio de quina da ferramenta. Este crescimento linear das componentes de força também foi observado nos ensaios realizados neste trabalho onde as profundidades de corte são menores do que o raio de quina da ferramenta (Figura 9).

Ferraresi<sup>(6)</sup> mostrou em seus ensaios que para uma espessura de corte  $h$  constante e para uma relação de  $a_p/f > 4$ , a força de corte tem um comportamento diretamente proporcional à largura de usinagem  $b$ . Este mesmo comportamento foi observado neste trabalho, sendo que a linearidade, para este caso em específico, pode ser considerada até uma relação de  $a_p/f > 1$ . Este comportamento linear é bem definido no início da usinagem (Figura 9), quando a ferramenta apresenta-se em ótima situação de corte (ferramenta nova).

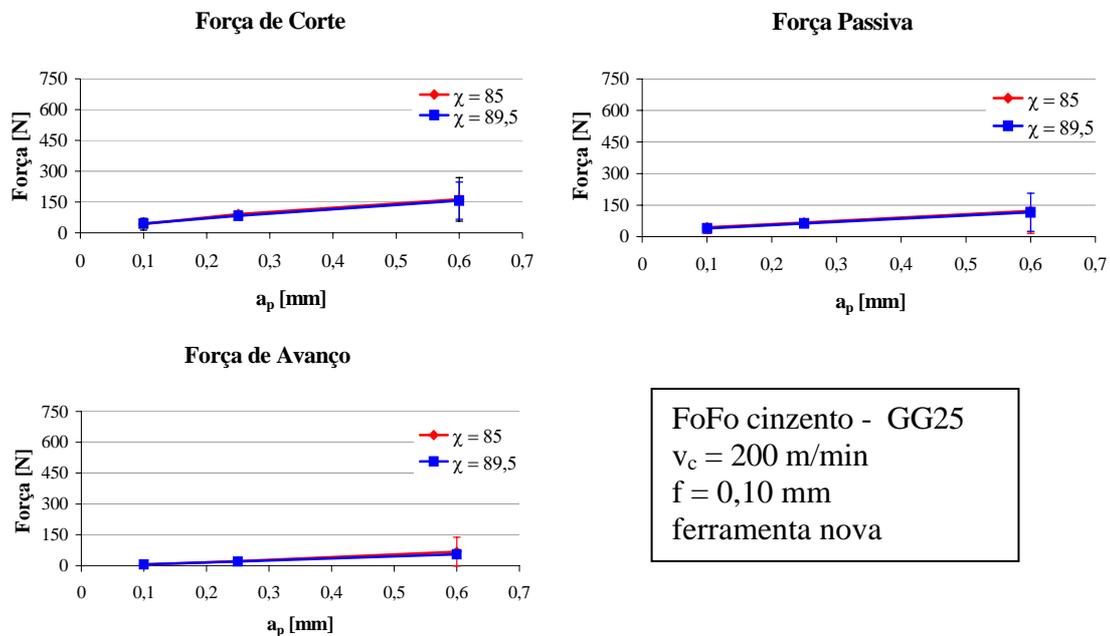


Figura 9. Influência da profundidade de corte sobre as forças de usinagem para uma ferramenta nova

A Figura 10 mostra o comportamento das componentes da força de usinagem à medida que a profundidade de corte sofre incrementos para um tempo de usinagem de 28 minutos.

Com a evolução do desgaste na ferramenta as componentes da força continuam apresentando o mesmo comportamento linear para o ângulo de direção do gume de  $89,5^\circ$ . Já para o  $\chi = 85^\circ$  houve uma variação nas forças para a condição com a profundidade de corte de 0,25 mm. Para a força passiva esta variação é bem clara, sendo que a média apresenta-se aproximadamente 300 N maior em relação a do  $\chi = 89,5^\circ$ . Novamente esta diferença dos valores de força pode ser explicado pelas altas dispersões dos resultados ocasionadas pela ocorrência de vibrações aleatórias durante as repetições desta condição.

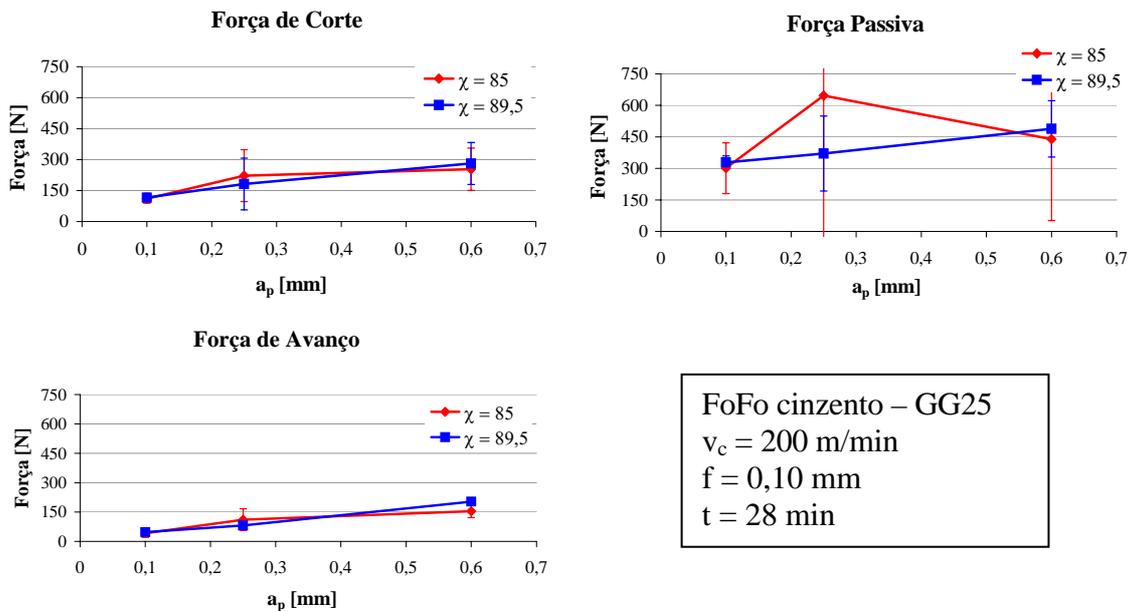


Figura 10. Influência da profundidade de corte sobre as forças de usinagem para  $t = 28$  min

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização de processos de usinagem é um objetivo permanente para as indústrias, principalmente em dias nos quais a globalização requer uma postura mais agressiva e as obriga a explorarem todas as possibilidades que resultem em aumento de produtividade.

É de grande importância o estudo da tendência atual de evolução da qualidade das ferramentas impulsionada basicamente pela necessidade de incremento de velocidade, pelas novas ligas de materiais a serem usinadas, pela necessidade de redução dos custos e aumento de produção. Porém, o custo inicial destas ferramentas é elevado e para assegurar seus benefícios em termos econômicos é fundamental que as condições de usinagem sejam otimizadas, segundo Ferraresi<sup>(6)</sup>. Diante desta tendência, a necessidade de avaliação das características da ferramenta sob influência das condições de corte é fundamental para assegurar um desempenho adequado ao processo.

O presente trabalho se propôs a desenvolver estudos específicos para investigar a influência de alguns parâmetros de corte, como a profundidade de corte  $a_p$  e o ângulo de direção do gume  $\chi$ , no torneamento cilíndrico longitudinal do ferro fundido cinzento com ferramentas de cerâmicas não-óxicas à base de  $Si_3N_4$ .

Através da análise do comportamento da força específica de corte à medida que a largura de usinagem sofre incrementos, verifica-se que a dimensão da profundidade de corte em relação ao raio da quina da ferramenta tem uma grande influência sobre o resultado do trabalho. Na usinagem para as condições onde  $r_e > a_p$ , apenas uma região do raio de quina da ferramenta executa o trabalho de remoção dos cavacos, resultando num cavaco com seção transversal em forma de vírgula. Este tipo de cavaco leva a uma maior plastificação do material usinado, o que implica em maiores forças durante a usinagem, segundo Schroeter<sup>(7)</sup>. No caso da usinagem das faces dos blocos de motores, elevadas forças de usinagem, principalmente a força passiva, podem gerar problemas com deflexões e/ou vibrações que podem ser considerados como causas para que a planicidade não respeite os limites de tolerâncias, sendo que a principal exigência de qualidade nesta etapa de usinagem é a planicidade das faces do bloco.

Na análise do desgaste de flanco  $VB_{máx}$  medido no flanco secundário verifica-se que não se apresentam diferenças significativas para as condições testadas. A diferença observada foi no comprimento de contato ao longo do gume da ferramenta no flanco secundário. Com o aumento do valor de  $\chi$  também ocorreu o aumento desse comprimento, como era esperado teoricamente. Este aumento pode levar a maiores solicitações da ferramenta, assim como a maiores níveis de vibrações.

Quanto à análise da variação do ângulo de direção do gume ( $85^\circ$  e  $89,5^\circ$ ), pode-se analisar que as forças de usinagem não apresentaram diferenças significativas exceto na condição com profundidade de corte de 0,25 mm. Nesta condição de profundidade de corte de 0,25 mm, o comportamento das forças de usinagem demonstrou ser mais instável do que para as outras profundidades de corte testadas, sendo que os resultados de forças apresentaram uma dispersão maior. Uma das explicações para este fato foi a ocorrência de vibrações durante a usinagem nesta condição. Quanto a estas vibrações, realizaram-se pré-testes e constataram-se que as vibrações ocorrem de forma aleatória. Como exemplo disto, pode-se citar as vibrações que ocorreram no início e no final de corte durante a usinagem ao longo de um mesmo diâmetro da peça. Uma das hipóteses levantadas para este fato foi a existência de problemas estruturais da máquina-ferramenta, sendo importante, portanto, realizar um estudo mais aprofundado quanto às características funcionais da máquina-ferramenta utilizada nos ensaios.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Renault do Brasil pelo apoio e fornecimento do material, bem como ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

## 6. REFERÊNCIAS

1. ZHOUT, C., WYSK, R. A. An integrated system for selecting optimum cutting speeds and tool replacement times. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**. v. 32, n. 5, p. 695-707, out. 1992.
2. MACHADO, A. R. **Usinagem dos metais**. Apostila. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1999. 224 p.
3. MANGONI, C. et al. Simulação das forças de usinagem no fresamento frontal. **Máquinas e Metais**, São Paulo, n. 449, p. 146-157, jun. 2003.
4. KÖNIG, W. **Fertigungsverfahren: Drehen, Frasen, Bohren**. Düsseldorf: VDI Verlag, 1990. 419 p.
5. AI, X., LI, Z. **Characteristics of ceramic tool fracture**. Key Engineering Materials. Switzerland, 1994. v. 96, p. 165-196.
6. FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. 5. ed. São Paulo: Blücher, 1997. 751 p.
7. SCHROETER, R. B. **Usinagem de ultra precisão de elementos ópticos transmissivos no espectro infravermelho**. 1997. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1997.

## Cutting force and wear prediction in face milling of grey cast iron with non-oxide ceramic from turning data

**Rolf Bertrand Schroeter, Dr. Eng.**

e-mail: rolf@lmp.ufsc.br

**Sérgio Satoshi Mochizuki, Eng. Mec.**

e-mail: satoshi@lmp.ufsc.br

Laboratory of Precision Mechanics – LMP

Department of Mechanical Engineering

Federal University of Santa Catarina

Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brasil

Caixa Postal 476 – EMC – 88.010-970

**Abstract:** *The machining is one of the most important manufacturing process of mechanical industry. Although it seems simple, its optimization is very complex to obtain good results of work, because there are many variables inside. The general area of tools includes a great amplitude about specialized topics, like machining optimization, concerning the tool life/wear, algorithms to develop techniques of tool selection for turning and milling, process planning and flux programming of tool/work, and others. Searches have been concentrated in all of these technological aspects of tools, and a strategy for the integration is normally requested. In this context, this work has the purpose to study the conduct of cutting forces and the wear of non-oxide ceramics inserts with  $Si_3N_4$  in the turning process. The experiments are made for the longitudinal cylindrical turning in grey cast iron GG25. Directing to obtain information for the optimization of production systems, ceramics inserts usually used at shopfloor in machining of engine blocks of grey cast iron were chosen. The conduct of cutting force and the flank wear in tool are analyzed in these experiments, along with the type that they develop and influence during the process.*

**Keywords:** *turning, milling, cutting force, wear, grey cast iron*