



## Formação de Rebarbas no Fresamento do Ferro Fundido Cinzento com Ferramentas de PCBN

**Antônio Maria de Souza Júnior**

[antonio.maria@brf.fiat-gm-pwt.com](mailto:antonio.maria@brf.fiat-gm-pwt.com) – FA Powertrain Ltda, Betim, MG, Brasil.

**Wisley Falco Sales**

[wisley@pucminas.br](mailto:wisley@pucminas.br) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas - Belo Horizonte, MG, Brazil.

**Resumo.** Neste trabalho foi investigado a relação entre o desgaste de ferramentas de PCBN e a evolução do comprimento da rebarba, no fresamento do ferro fundido cinzento GH 190. A fresa investigada utiliza tecnologia mista que intercala 30 insertos de corte, denominados por *Octo*, com 6 alisadores. Foram monitorados o desgaste de flanco máximo,  $VB_{Bmáx}$  e o comprimento da rebarba,  $h$ . Foram mantidos fixos a velocidade de corte em  $v_c = 1000$  m/min e o avanço por dente em  $f_z = 0.06$  mm/z, enquanto variou-se a profundidade de corte,  $a_p$ , em 0.3 e 0.5 mm. Mostrou-se que o aumento do desgaste aumenta o comprimento da rebarba, enquanto as menores rebarbas foram encontradas para a profundidade de corte de 0.3 mm.

**Palavras-chave:** Rebarbas, Fresamento, PCBN, Desgaste.

### 1. INTRODUÇÃO

As rebarbas geradas nos processos de usinagem são extremamente indesejáveis. Elas representam riscos de acidentes aos operadores das máquinas e problemas na linha de montagem. Além disso, podem influenciar no contato entre as superfícies, comprometendo os ajustes finos desejáveis na montagem das peças e o mais crítico é que podem se soltar durante o funcionamento do sistema contaminando as linhas de lubrificação e de refrigeração, no caso de motores de combustão interna.

ASTME (1959) definem a rebarba como “projeções indesejadas de material da peça formadas na frente das arestas de corte devido a deformações plásticas durante a usinagem”.

Para retirar as rebarbas geradas na usinagem, operação denominada por rebarbação, pode-se proceder de duas formas: retirada manual por meio de lixas ou utilizando-se de estações de lavagem, à base de água sob alta pressão, direcionada à região de interesse. Nos dois casos, devido ao pessoal e equipamentos envolvidos, os custos são elevados e agrega ao produto final. Portanto, o conhecimento do fenômeno de formação da rebarba deve ser melhor entendido, para que se possa atuar no processo de usinagem, na definição dos parâmetros de corte como velocidade de corte,  $v_c$ , avanço,  $f$ , e profundidade de corte,  $a_p$ , na geometria da ferramenta, principalmente no ângulo de posição,  $\chi_r$ , para que a sua formação seja minimizada e se possível, até mesmo, eliminada.

Gillespie e Blotter (1976) classificaram a formação das rebarbas em quatro tipos: por rolamento, Poisson, rasgamento e arrancamento.

Nakayama et alli (1987) classificam as rebarbas de acordo com a aresta de corte, que está diretamente associada à sua formação (maiores arestas de corte, no fresamento é a aresta secundária, e raio de ponta ou menores arestas de corte) e também pelo modo e direção de formação (fluxo para trás, fluxo lateral, fluxo frontal, e inclinada segundo a direção do avanço da ferramenta).

Hashimura et alli (1999) consideram cinco os mecanismos associados à progressão da formação de rebarbas: corte contínuo; pré-iniciação, iniciação, pivotamento e desenvolvimento de um plano de cisalhamento negativo. Segundo eles, no corte contínuo, as tensões e deformações são concentradas somente nos planos de cisalhamento primário e secundário e o cavaco separa da peça nestas zonas, conforme mostrado na Fig. (1).

Na formação da rebarba, as tensões e deformações também podem ocorrer numa região abaixo da superfície usinada, devido ao surgimento de um novo plano de cisalhamento, denominado por zona de cisalhamento negativa. A ruptura, ou a separação do cavaco, pode ocorrer neste plano de cisalhamento negativo, inicialmente estudado por Pekelharing (1978). Isto pode ocorrer tanto em materiais dúcteis como frágeis e depende fortemente da ductilidade do material da peça e também das condições de corte e geometria da ferramenta.

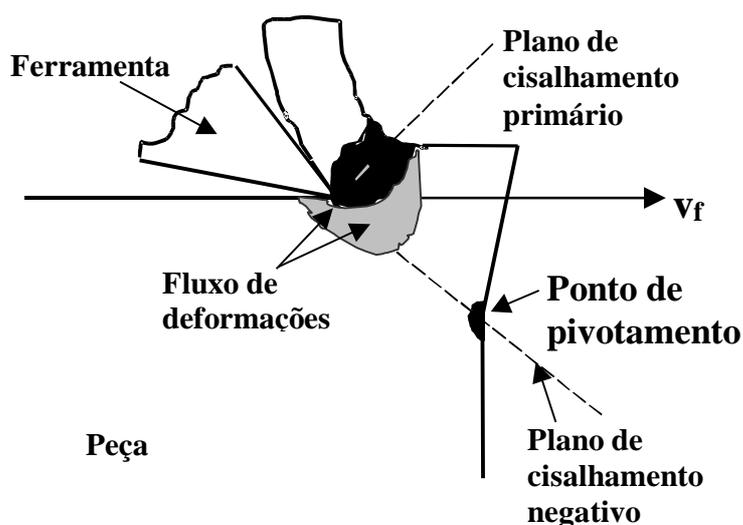


Figura 1. Os planos de cisalhamento e o ponto de pivotamento (Hashimura et alli, 1999).

A ruptura no plano negativo, fenômeno denominado por *breakout*, promove a quebra da aresta da peça, danificando-a e na maior parte dos casos este parâmetro é limitador da vida da ferramenta. Ko and Dornfeld (1996a), Ko e Dornfeld (1996b) e Chern e Dornfeld (1996) apresentam modelos matemáticos, alguns deles utilizando do Método dos Elementos Finitos (FEM) para aprofundar e melhorar os entendimentos relativos ao fenômeno do *breakout*. Os modelos formulados são comparados com ensaios experimentais e na maioria deles com boa correlação. Chern e Dornfeld (1996) acreditam que o processo de formação da rebarba é muito complexo e deve ser melhor investigado.

O desgaste da ferramenta desconfigura a cunha cortante, aumentando a área de contato da interface cavaco-ferramenta e conseqüentemente alterando os fluxos de deformações, aumentando a força de usinagem e as tensões distribuídas sobre a superfície de saída da ferramenta. Como conseqüência, há elevação na geração de calor e da temperatura média na interface cavaco-ferramenta, promovendo o amolecimento do material da peça e a zona deformada plasticamente (Trent, 1991, Machado e Da Silva, 1999).

A alteração da profundidade do material deformado plasticamente altera o ponto de pivotamento e existe a tendência do seu rebaixamento com a elevação das deformações (Hashimura et alli, 1999). Estes pesquisadores comprovaram este fenômeno, por meio da variação do avanço.

Como efeito resultante, a evolução dos desgastes, nas superfícies de folga e de saída, tem-se a tendência de aumentar as dimensões da rebarba e a partir de certos níveis de desgaste, deslocar o cisalhamento para o plano de cisalhamento negativo, rebaixando o ponto de pivotamento (Fig. (2)) em relação à ferramenta isenta de desgaste (Fig. (1)), promovendo o *breakout*, principalmente na usinagem de materiais frágeis, como no caso o ferro fundido cinzento. Isto na linha de produção

seriada, deve ser evitado, pelos inúmeros problemas provocados pelas rebarbas e pelo *breakout*, que normalmente pode promover a perda da peça, principalmente quando esta for a última operação de usinagem.

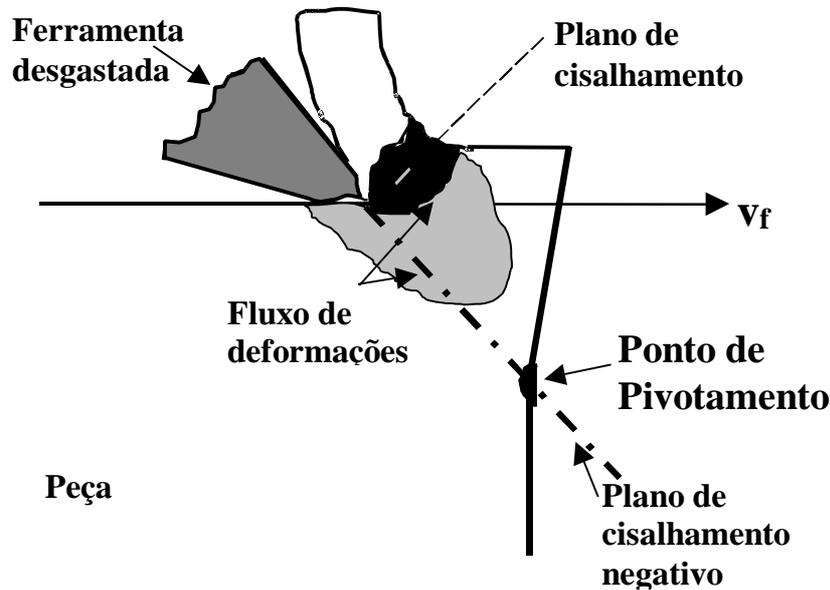


Figura 2. Os planos de cisalhamento e o ponto de pivotamento para uma ferramenta desgastada.

Olvera e Barrow (1996), demonstraram que no fresamento, o mecanismo de formação de rebarbas no plano primário, depende diretamente da geometria da ponta da ferramenta e da seção do cavaco e que, em casos de profundidades de corte radial  $a_p$  acima de 0,5 mm, reduz a transferência de rebarbas secundária para rebarba primária, conforme mostrado na Fig. (3), conseqüentemente, reduz a rebarba remanescente na superfície secundária de usinagem, que neste caso é a superfície funcional de engenharia.

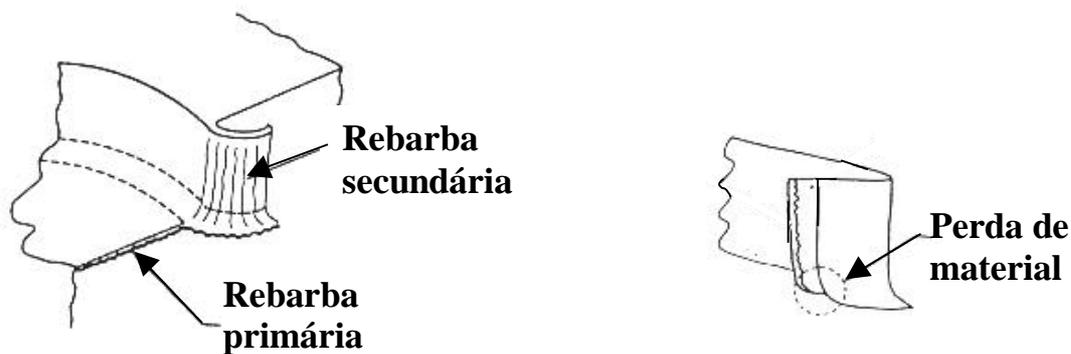


Figura 3. Esquema de Formação de Rebarbas (Olvera e Barrow, 1996).

O objetivo deste trabalho foi o de estudar e avaliar a formação de rebarbas no plano de saída da fresa e a sua relação com o desgaste da ferramenta, utilizando insertos de PCBN. No sistema de fresamento utilizado, os insertos de geometria *Octo* são intercalados com geometria alisadora (6x1). Os ensaios foram todos realizados na linha de produção, utilizando os mesmos maquinários de produção seriada do motor, mantendo-se constante a velocidade de corte ( $v_c$ ) e o avanço ( $f$ ), variando-se a profundidade de corte ( $a_p$ ).

## 2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

### 2.1. Máquina-ferramenta

O experimento foi realizado em uma fresadora inserida numa linha transfer de usinagem de bloco motor. A unidade de fresamento efetua a usinagem através de um mono-mandril de fresamento GR ISO130, pressurizado internamente e acionado por um motor assíncrono trifásico. Esta fresadora utiliza velocidade de corte ( $v_c$ ) constante e a rotação do cabeçote é fixa em 1270 rpm. Todo o teste foi feito em regime de produção normal e as variações possíveis de serem feitas na regulagem da máquina, foram no avanço ( $f$ ) e na profundidade de corte ( $a_p$ ).

### 2.2. Material da Peça

O bloco motor, mostrado na Figura (4) é fabricado de ferro fundido cinzento GH 190 UNI, com a seguinte composição química: %C = 3.2 a 3.5; %Cr = 0.2; %S = 0.15; %P = 0.10 e  $H_V = 200 \text{ kgf/mm}^2$ .

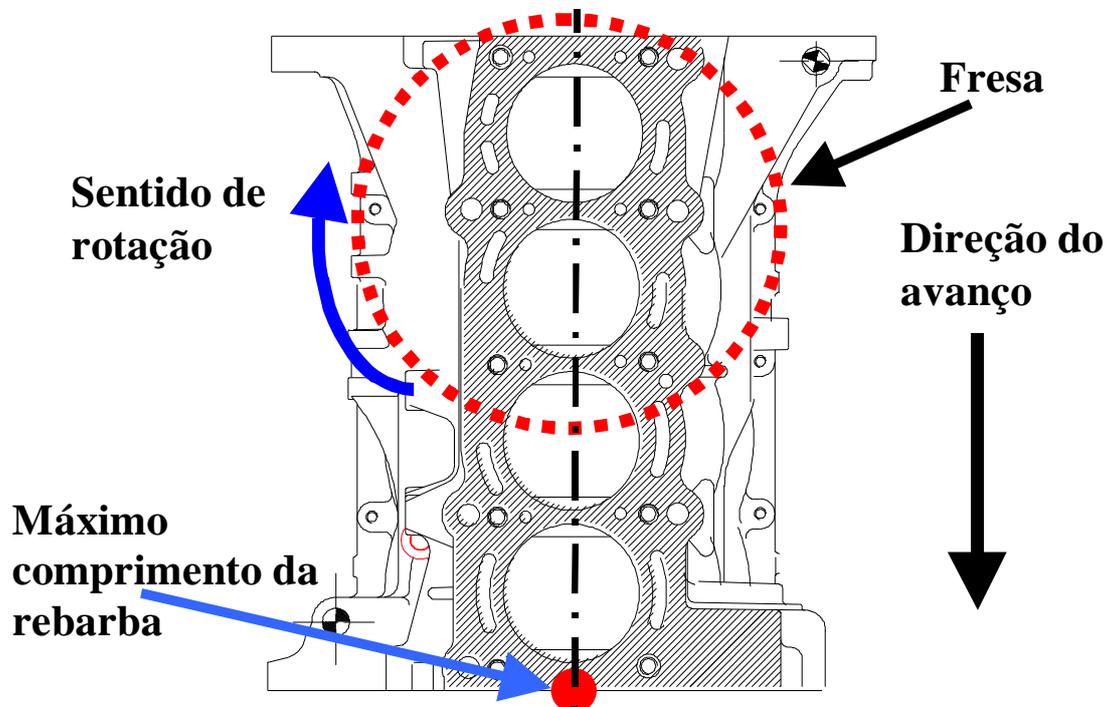


Figura 4. Vista superior do bloco motor.

Na Figura (4) mostra-se esquematicamente a fresa posicionada na peça, a direção de avanço, o sentido de rotação e o ponto de maior comprimento da rebarba.

### 2.3. Ferramentas

A tecnologia de fresamento investigada, utiliza 36 insertos, sendo 30 com geometria *Octo* OPHN 0504 ZZN – A27 e 6 com geometria do tipo alisadora OPHX 0504ZZR – A27, também em PCBN na mesma classe, com ângulo de posição,  $\chi_r = 45^\circ$ , conforme mostrados nas Figs. (5) e (6).

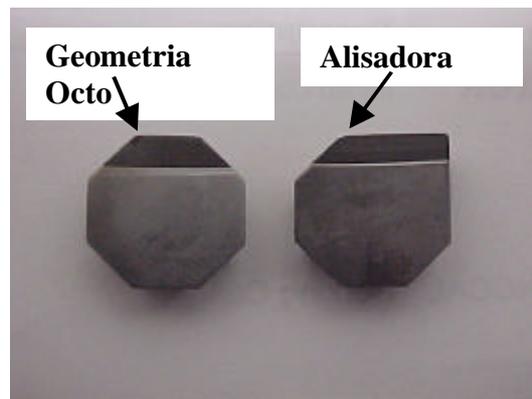


Figura 5. Insertos utilizados.



Figura 6. Detalhes do sistema de fixação e de regulagem dos insertos.

O sistema de fixação da fresa utiliza pino de apoio para os insertos *Octo* e cápsula com regulagens axiais para os insertos alisadores.

No caso dessa fresa, os insertos *Octo* são fixos sem possibilidade de regulagens. Com isto, a dispersão no batimento axial é de 30  $\mu\text{m}$  e o radial de 25  $\mu\text{m}$  (não há possibilidade de ajuste). Portanto, para os 6 insertos alisadores, a regulagem fica com dispersão máxima de 3  $\mu\text{m}$  (sugerido pelo fabricante da ferramenta) e estes são colocados em um plano 25  $\mu\text{m}$  superior aos outros 30 insertos *Octo*. A Figura (5), mostra o sistema de regulagem dos insertos *Octo* e alisadores da fresa.

Para medição do desgaste das ferramentas, utilizou-se os microscópios óticos: Wild – Heerbrugg Mod 117.775 e OMIS MINI *Optical Measurement Inspection System*.

Segundo Olvera e Barrow (1998), a rebarba pode ser caracterizada pela sua espessura e/ou comprimento. Segundo eles, a principal dimensão da rebarba é a sua espessura, pois quanto mais espessas maior a dificuldade de se quebrá-la na etapa de rebarbação. Mas a medição da espessura, entretanto requer o isolamento da rebarba, seccionando a peça, seguido de todas as etapas de preparação para análise metalográfica, como: embutimento, lixamento, polimento, ataque com ácidos e por último, análises no microscópio ótico seguido pela medição da espessura. Isto é bastante dispendioso, pois demanda-se longo tempo e limita o número de preparações de amostras para completa avaliação. Em contrapartida, o comprimento da rebarba pode ser facilmente medido, permitindo um grande número de medições em curtos períodos de tempo, o que pode ser utilizado para a sua caracterização (Gillespie e Blotter, 1976). Portanto, neste trabalho optou-se pela medição do comprimento da rebarba, principalmente devido ter sido inteiramente realizado no chão-de-fábrica.

A medida da rebarba, foi realizada com um apalpador (resolução de 20  $\mu\text{m}$ ), sendo neste caso realizadas 5 medidas e retirado o valor médio (Lee et all, 1979).

A fresa possui diâmetro nominal de 250 mm e as rebarbas ocorrem em diversas posições no plano fresado (furos dos cilindros e passagens de óleo e de água), mas o ponto crítico foi mostrado na Fig. (4).

## 2.4. Metodologia e Parâmetros de Corte

Foram realizados 2 conjuntos de testes com a fresa, conforme Tab. (1). Em todos os casos houve a preocupação de obedecer os parâmetros de rugosidade, erro de forma e rebarba, admissíveis no projeto do bloco, pois caso contrário, toda peça fora das tolerâncias especificadas, seria refugo definitivo de produção, uma vez que é uma operação final de acabamento deste plano usinado.

Tabela 1. Parâmetros de corte utilizados.

$a_p$ (mm)	$f_z$ (mm/z)	Excentricidade radial da fresa (mm)
0.3	0.06	0.025
0.5	0.06	0.025

A velocidade de corte utilizada foi de  $v_c = 1000$  m/min em todos os casos.

A cada conjunto de testes, foram medidos o desgaste de flanco máximo  $VB_{Bmáx}$  e comprimento da rebarba (h), nas 5 primeiras peças. Em seguida de 10 em 10 peças até a de nº. 100 e a partir daí, a cada 100 peças, até a produção máxima que se pode atingir dentro dos parâmetros de qualidade exigido no projeto.

Além do desgaste de flanco observado nos inserts, foram também observadas outras formas de desgaste. As superfícies desgastadas das ferramentas foram avaliadas e fotografadas no microscópico eletrônico de varredura.

## 3. RESULTADOS

A fresa usinou 300 blocos e o critério para interromper os testes foi estabelecido pela exigência de qualidade especificada no “Plano Operacional”, estabelecido para esta usinagem, na linha de produção.

Foram realizados testes preliminares com  $f_z = 0.12$  mm/z, mas foram interrompidos rapidamente, devido à superfície usinada sair fora dos parâmetros de topografia especificados no projeto.

Na Figura (7), apresenta-se os resultados dos desgastes  $VB_{Bmáx}$ , ocorrido na fresa, utilizando  $a_p$  de 0.3 e 0.5 mm e  $f_z = 0.06$  mm/z.

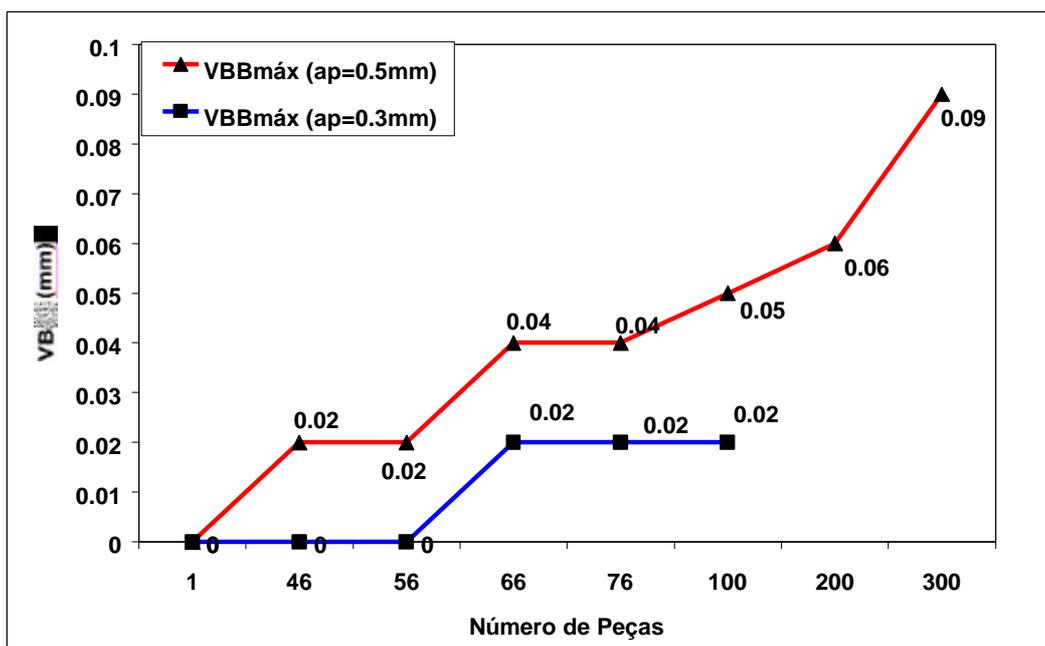


Figura 7. Desgaste de flanco com o número de peças usinadas.

Na Figura (8), são apresentados os resultados de comprimento da rebarba na saída da fresa do bloco motor. O critério para definição da rebarba máxima permitida não foi relacionada com a medida de “h” e sim com a facilidade de desprendimento da mesma, após a operação de lavagem dos blocos motores, em uma lavadora específica na seqüência da linha de usinagem e em todos os casos, o desprendimento ocorreu. Normalmente isso ocorre para rebarbas de comprimentos inferiores a 1.5 mm, mas a sua espessura é determinante nos procedimentos de rebarbação.

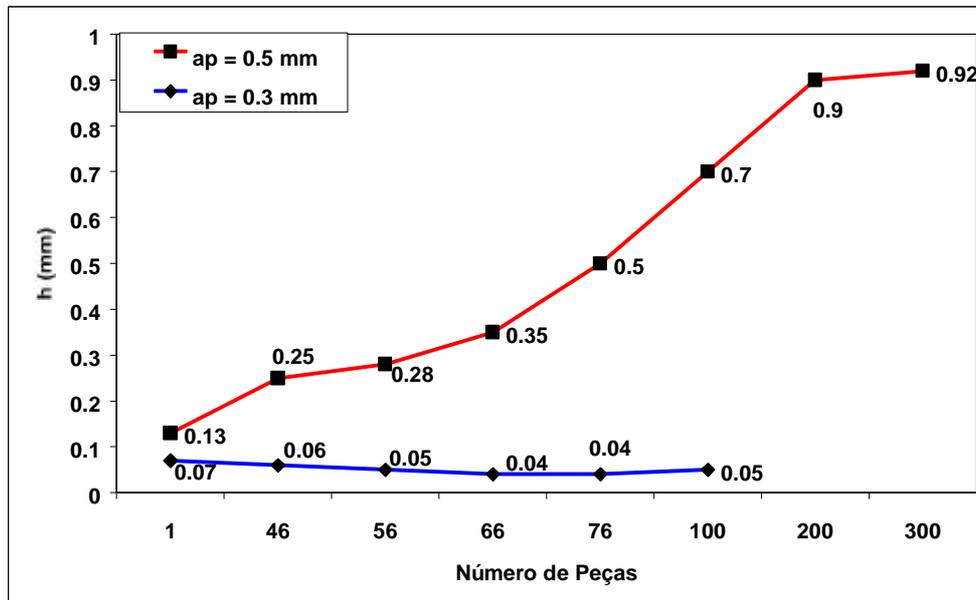


Figura 8. Comprimento da rebarba com a profundidade de corte.

Na Figura (9), mostra-se o desgaste do inserto alisador. Nota-se a presença de pequeno desgaste de flanco e início de craterização na superfície de saída, que neste caso está sobre a região chanfrada da aresta principal de corte. Nos insertos alisadores, a área de contato cavaco ferramenta é reduzida, já que eles atuam retirando somente os picos gerados pelos insertos *Octo*. Nos demais insertos, com geometria *Octo*, houve a ocorrência predominante do desgaste de flanco  $VB_{Bmáx}$ .

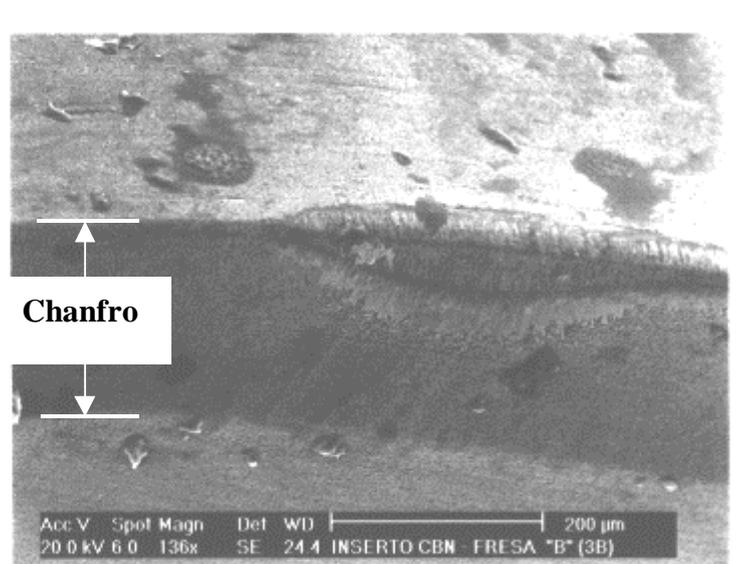


Figura 9. Detalhe da aresta principal de corte da ferramenta – inserto alisador.

## 4. DISCUSSÕES

O comportamento da fresa, permitiu a usinagem de 300 peças de bloco motor até que os parâmetros de rugosidade  $R_a$  e  $R_t$  fossem determinantes para a interrupção dos ensaios, onde começaram a ultrapassar o limite máximo permitido no projeto.

Na Figura (7) mostra-se a evolução do desgaste de flanco com o número de peças fresadas às profundidades de corte de 0.3 e 0.5 mm. Observa-se, que o desgaste se acentuou na maior profundidade, já que nestas condições as tensões e temperaturas na interface são superiores. Sabe-se que o desgaste está diretamente relacionado com a temperatura na zona de fluxo, portanto, a temperatura da ferramenta depende da quantidade de trabalho realizado para cisalhar o material e da quantidade de material que passa pela zona de fluxo (Mills e Redford, 1983, Trent, 1991 e Machado e Da Silva, 1999).

O mesmo procedimento acima foi feito para um novo teste, porém com o avanço por inserto modificado de  $f_z = 0.06$  para  $f_z = 0.12$  mm/z. Neste caso houve um aumento prematuro da rugosidade  $R_a$  e  $R_t$ , o que provocou a interrupção do teste.

### 4.1. Formação das Rebarbas

Neste trabalho houve a formação dos dois tipos de rebarba: primária e secundária (Olvera e Barrow, 1998). Mas o tipo de interesse foi a primária, que fica aderida nas laterais da superfície fresada.

Na Figura (8), observa-se que o aumento da profundidade de corte promoveu a elevação do comprimento da rebarba, neste caso a primária. Olvera e Barrow (1998) mostraram que o aumento da profundidade de corte,  $a_p$ , até um certo valor, denominado por profundidade de transição  $a_{pt}$ , promove o aumento do comprimento da rebarba, devido à transferência da rebarba secundária para a primária. A partir daí, o aumento de  $a_p$ , reduz o comprimento da rebarba. Segundo eles, a profundidade de transição depende principalmente do raio de ponta da ferramenta e aumenta com a sua elevação. Eles sugerem que para raio de ponta,  $r_n = 0.4$  mm,  $a_{pt} \cong 0.5$  mm, para  $r_n = 0.8$  mm,  $a_{pt} \cong 0.8$  mm e para  $r_n = 1.2$  mm (mais próximo dos valores utilizados neste trabalho),  $a_{pt} \cong 0.9$  mm. Isto sugere que neste estudo, a variação de  $a_p = 0.3$  para 0.5 mm, não tenha ultrapassado o valor de  $a_{pt}$ . Embora o material investigado por Olvera e Barrow (1998) tenha sido o aço de médio carbono AISI 1040, em  $v_c = 142$  m/min e neste trabalho o ferro fundido cinzento em  $v_c = 1000$  m/min, nesta  $v_c$  as temperaturas na interface cavaco-ferramenta são elevadas (Trent, 1991). Isto pode reduzir a fragilidade, conferindo certa ductilidade ao ferro fundido.

Hashimura et alli (1999), apresentaram um modelo matemático desenvolvido em elementos finitos e resolvido por métodos computacionais, verificando a relação entre a quantidade de material usinado e as dimensões das regiões deformadas plasticamente e por fim no comprimento e largura da rebarba. Eles relacionaram o avanço para quantificar a área da seção de corte. Entres outras, eles concluíram que o aumento do avanço promove a elevação das regiões deformadas plasticamente e também das dimensões da rebarba (principalmente o comprimento e a espessura). A profundidade de corte influencia diretamente na área da seção de corte e acredita-se que ela apresente influência similar à do avanço, ou seja, que o seu aumento promova a elevação das dimensões da rebarba, desde que esteja abaixo da profundidade de corte de transição,  $a_{pt}$ .

As rebarbas se formaram em toda a face de saída da fresa, no plano usinado, mas a região de maior comprimento foi a coincidente com a linha de centro, conforme mostrado na Fig. (4). Segundo Olvera e Barrow (1998), nesta posição, o ângulo de saída da fresa (ou de desprendimento),  $\theta_m$ , é de  $180^\circ$  e nas pesquisas por eles realizadas, o aumento deste ângulo, aumenta o comprimento da rebarba. Eles investigaram a faixa de  $30$  a  $150^\circ$ .

Na Figura (8) mostra-se que a formação de rebarba foi progressiva e observou-se um diferencial entre as duas profundidades de corte usadas, no bloco de número 100, de 0.65 mm, tendo portanto, o maior comprimento de rebarba, para a profundidade de 0,5 mm e um comportamento de menor

rebarba e menor incidência de crescimento com o desgaste, para a profundidade de corte de  $a_p = 0.3$  mm.

Apesar do diferencial de comportamento entre as duas profundidades de corte, o valor máximo de comprimento de rebarba apresentado ( $h = 0.95$  mm), ainda está abaixo do limite permitido no projeto do processo de fabricação do bloco motor, que é de  $h \cong 1.5$  mm. Este valor não foi determinante para definir o fim de vida da ferramenta.

As análises simultâneas das Figuras (7) e (8), mostra que o crescimento da rebarba, está diretamente relacionado ao crescimento do desgaste  $VB_{Bmáx}$ , conforme evidenciado na Fig. (7).

No fresamento com ferramentas de PCBN o fenômeno do *breakout* não foi observado, ou seja, a extensão dos níveis de deformações acima do limite de escoamento e da crítica na fratura,  $\epsilon_f$ , no plano de cisalhamento negativo, não foram suficientes para extendê-la até o ponto de pivotamento. Com isto o fenômeno do *breakout* não ocorreu (Chern e Dornfeld, 1996, Olvera e Barrow, 1998 e Hashimura et alli, 1999). Isto sugere que na usinagem com o PCBN a evolução do desgaste da ferramenta não alterou suficientemente as condições da interface cavaco-ferramenta para elevar os níveis de deformações e tensões e promover o fenômeno do *breakout*.

## 5. CONCLUSÕES

Deste trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

1. O aumento do desgaste da ferramenta aumenta o comprimento da rebarba;
2. O aumento da profundidade de corte, não promoveu a superação da profundidade de corte de transição,  $a_{pt}$ ;
3. Nas ferramentas de PCBN, o aumento do desgaste e das deformações não foram suficientes para promover a ruptura no plano de cisalhamento negativo;
4. Nas ferramentas de PCBN não houve a formação do *breakout*.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASTME, American Society of Tool and Manufacturing Engineers 1959, "Tool Wear in the Cutting of Thin-Gauge Steel Sheets", ASTME Research Report n<sup>o</sup>. 22.
- Chern, G.L. and Dornfeld D.A., 1996, "Burr/Breakout Model Development and Experimental Verification", Journal of Engineering Materials and Technology, vol. 118, pp. 201-206.
- Gillespie, L.K. and Blotter, P.T., 1976, "The Formation and Properties of Machining Burrs", Transactions of the ASME, pp. 66-74.
- Hashimura, M., Chang, Y.P. and Dornfeld, D., 1999, "Analysis of Burr Formation Mechanism in Orthogonal Cutting", Journal of Manufacturing Science and Engineering, vol. 121, pp. 1-7.
- Ko, S.L. and Dornfeld. D.A., 1996a, "Analysis of Fracture in Burr Formation at the Exit Stage of Metal Cutting", Journal of Materials Processing Technology, 58, pp. 189-200.
- Ko, S.L. and Dornfeld. D.A., 1996b, "Burr Formation and Fracture in Oblique Cutting", Journal of Materials Processing Technology, 63, pp. 24-36.
- Lee, M., Horne, J.G. and Tabor, D., 1979, "The Mechanism of Notch Formation at the Depth of Cut Line of Ceramic Tools Machining Nickel Base Superalloys", Proc. Int. Conf. On wear Materials, ASME, Dearborn, Michigan, USA, 16-18 April, pp. 460-469.
- Machado, A. R. e Da Silva, 1999, "Usinagem dos Metais", Editora UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
- Mills, B. and Redford, AH., 1983, "Machinability of Engineering", Applied Science Publications, ISBN 0-85-183-4.
- Nakayama, K. and Arai, M., 1987, "Burr Formation in Metal Cutting", Ann. CIRP, 36, pp. 33-36.

- Olvera, O. and Barrow, G., 1996, "An Experimental Study of Burr Formation in Square Shoulder Face Milling", Int. J. Mach. Tools and Manufact., pp. 1005-1020.
- Olvera, O. and Barrow, G., 1998, "Influence of Exit Angle and tool Nose Geometry on Burr Formation in Face Milling Operations", Proc. Instn. Mech. Engrs., vol. 212, part B, pp. 59-72.
- Pekelharing, A. J., 1978, "The Exit Failure Uninterrupted Cutting", Annals of the CIRP, 27(1), pp. 5-10.
- Trent, E.M., 1991, "Metal Cutting", 3<sup>rd</sup> Edition, Butterworths-Heinemann Ltd, 273 pg. ISBN 0-7506-1068-9.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FA Powertrain Ltda pela disponibilização da instrumentação e pelo suporte técnico, fundamentais para a realização deste trabalho.

## Study of Burr Formation of the Cast Iron Milling with PCBN Tools

**Antônio Maria de Souza Júnior**

[antonio.maria@brf.fiat-gm-pwt.com](mailto:antonio.maria@brf.fiat-gm-pwt.com) – FA Powertrain Ltd, Betim, MG, Brazil.

**Wisley Falco Sales**

[wisley@pucminas.br](mailto:wisley@pucminas.br) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas - Belo Horizonte, MG, Brazil.

**Abstract.** In this work it was studied the relation between the wear of PCBN tools and the evolution of the burr length, in the machining of GH 190 gray cast iron. The milling system investigated uses a mixed technology with 24 Octo inserts and 6 wiper inserts. It was measured the flank wear ( $VB_{Bmáx}$ ) and burr length (h). The cutting speed and feed rate were kept fixed at  $v_c = 1000$  m/min and  $f_z = 0.06$  mm/z, respectively, while the depth of cut was varied from  $a_p = 0.3$  to 0.5 mm. The best result has been obtained for a depth of cut,  $a_p = 0.3$  mm, and feed rate  $f_z = 0,06$  mm/z. It's shown that the increase of the wear increases the burr length, while the smallest burr were found for the depth of cut of 0.3 mm.

**Keywords:** Burrs, Milling, PCBN, Tool wear.