

ESTIMATIVA DA ALTURA DA REBARBA FORMADA NO FRESAMENTO PELO MONITORAMENTO DE SINAIS DE VIBRAÇÃO

Luiz Carlos da Silva, lcds@ifgoias.edu.br¹

José Luis Oliveira Pena, jllop@ifgoias.edu.br¹

Alisson Rocha Machado, armachado@mecanica.ufu.br²

Marcus Antônio Viana Duarte, mvduarte@mecanica.ufu.br²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Núcleo de Pesquisa e Fabricação (NUPEF). Rua 75 N^o 46. Setor Central, CEP 74055-110, Goiânia – Goiás.

² Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica. Av. João Naves de Ávila, 2160 – Bloco 1M, Campus Santa Mônica. Uberlândia – MG. CEP 38400-902.

Resumo: *As indesejáveis rebarbas formadas em todos os processos de usinagem são resíduos que, dentre outros problemas, comprometem a integridade física dos operadores, dificultam a montagem de conjuntos mecânicos e alteram as dimensões dos produtos usinados. Conhecer a sua dimensão é um fator determinante no momento de decidir sobre a sua retirada ou ainda promover a sua minimização por meio da variação dos principais parâmetros de usinagem. Os sistemas de medição mais populares são inadequados a medição da rebarba, pois irão promover a sua deformação e, portanto apresentar medidas falsas. Os sistemas de medição por interferometria laser, eficientes na medição da rebarba, ainda são poucos utilizados devido ao elevado custo. Este trabalho analisa a viabilidade de aplicar uma técnica capaz de estimar a dimensão da rebarba através do monitoramento do sinal de vibração. Para tanto foram medidos os sinais de vibração de um centro de usinagem, durante o processo de fresamento, nos eixos X e Y. Como indicadores do nível de vibrações foram utilizados o fator de crista, o nível médio quadrático (RMS) e a curtose. Verificou-se uma correlação do fator de crista e da curtose com o tamanho da rebarba. O mesmo não ocorreu com o nível RMS em todos os ensaios.*

Palavras-chave *Fresamento, Vibrações, Rebarba, DOE.*

1. INTRODUÇÃO

As rebarbas formadas nos processos de usinagem são consideradas uma projeção indesejável, formada na borda da peça, originadas pela deformação plástica ocorrida durante o processo de corte dos metais.

A sua formação é um dos principais problemas na usinagem, pois causam acidentes aos operários, são responsáveis por distorções geométricas, de forma e dimensionais, tornam os produtos usinados menos intercambiáveis em razão da interferência durante a montagem, são responsáveis por uma considerável quantidade de manutenção corretiva nos conjuntos mecânicos e vários outros inconvenientes.

Desta forma torna se necessário a sua retirada e a esta operação dá se o nome de rebarbação. São vários os métodos ou operações, podendo ser eles manuais ou automatizados dependendo da disponibilidade da linha de produção.

A formação da rebarba ocorre em todos os processos de usinagem convencional e o seu estudo acontece com maior frequência no torneamento, furação e fresamento. As rebarbas formadas pelo processo de fresamento tiveram seus mecanismos de formação investigados por Gillespie (1976a). Ainda foi sugerida uma identificação para as mesmas, em função da sua borda de formação. A figura 1 mostra as bordas de formação da rebarba e a sua identificação.

Dentre os efeitos das condições de corte na formação das rebarbas destacam o modelo geométrico da ferramenta/peça, o nível de desgaste e geometria da ferramenta de corte e os parâmetros de corte como: a velocidade de corte, o avanço e a profundidade de corte. O avanço, a velocidade de corte e principalmente o desgaste da ferramenta e a profundidade de corte são de grande influência na formação da rebarba.

As rebarbas são caracterizadas pela sua altura e espessura. A medição de seus valores requer sistemas de medições especiais, uma vez que instrumentos com sensores de contato não devem ser utilizados, pois promovem a deformação geométrica da rebarba e, portanto dimensões falsas.

Na caracterização das rebarbas os sistemas de medição com sensores de proximidade são mais adequados. Dentre eles podem ser citados os microscópios ópticos, métodos de interferometria *laser*, método da triangulação a *laser* dentre

outros, sendo os dois primeiros mais utilizados. Estes sistemas têm custos elevados, tornando-os impróprios na aplicação industrial.

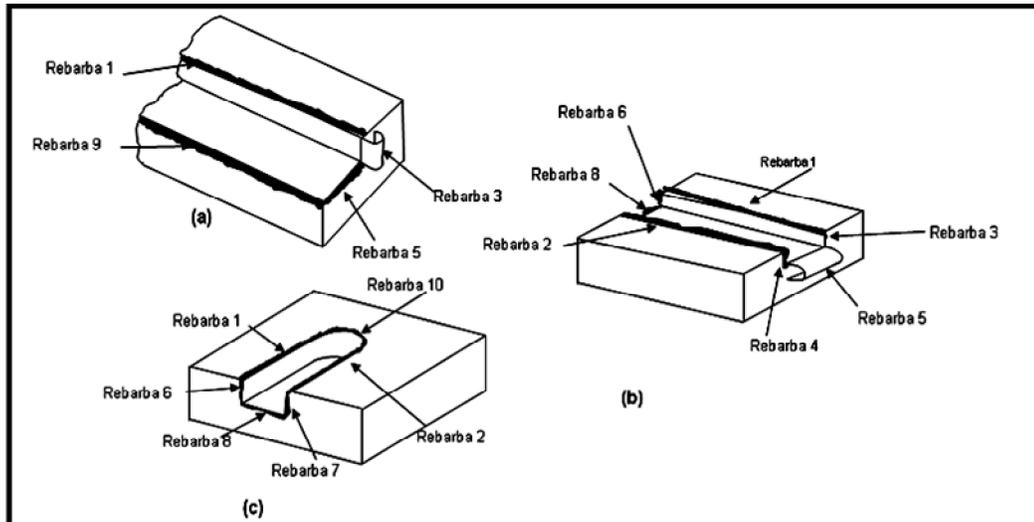


Figura 1 – Identificação das rebarbas formadas no fresamento (adaptado de Gillespie 1976a).

Surge então a necessidade de conhecer novos sistemas de medição capazes de serem adaptados ao exigente procedimento de medição das rebarbas, mesmo que nestes sejam adotadas técnicas de medições indiretas. Dentre os sinais que podem ser medidos durante o processo de usinagem e que permitem ser associados às dimensões das rebarbas, destacam-se o de emissão acústica, o da potência elétrica e de vibrações, dentre outros.

Os sinais de vibração têm sido amplamente usados para monitorar as condições de usinagem, principalmente em relação ao nível de desgaste das ferramentas de corte, a rugosidade superficial e das forças, apresentando resultados industrialmente satisfatórios aliados a uma instrumentação de custo relativamente baixo quando comparada, por exemplo, com a emissão acústica. A vibração mecânica tem proporcionado resultados satisfatórios no monitoramento do desgaste de ferramentas no processo de furação (Meola et al, 2003) e no processo de fresamento (De Sousa et al, 1998).

A dinâmica da estrutura máquina-suporte-ferramenta-peça em conjunto com a dinâmica do corte, influencia de forma significativa processo de corte, pois estas duas componentes são responsáveis pela vibração relativa entre a peça e ferramenta.

Conforme Shaw (1984), durante o processo de usinagem ocorre dois tipos de vibrações, a vibração forçada e a auto-excitada. A vibração forçada ocorre quando há uma força de excitação contínua atuando no conjunto: estrutura-máquina-suporte-ferramenta-peça, sendo particularmente danosa quando suas frequências encontram-se próximas às das frequências naturais do sistema constituído pela máquina-suporte-ferramenta-peça.

Este carregamento cíclico externo pode ser gerado por diversas situações, como: o desgaste irregular, a fratura de um dente de engrenagem, uma folga dos mancais de rolamento, o desbalanceamento ou o desalinhamento dos eixos ou a sobrecarga da máquina. Por não ser explicitamente associado ao processo de usinagem, esse tipo de vibração não traz informações importantes com respeito às condições de corte e não sendo, portanto de interesse para monitoramento visando este objetivo.

Já a vibração auto-excitada está diretamente associada ao mecanismo de formação do cavaco, ocorrendo principalmente no corte interrompido e na geração de cavacos com espessura variável. Sua ocorrência pode ser facilmente identificada por conferir marcas características na superfície da peça ou pelo ruído característico produzido (Sousa 2004).

O sistema máquina-suporte-ferramenta-peça é inicialmente excitado pelas forças de corte do processo. A passagem do dente da fresa gera uma superfície ondulada, que será removida pela ação do dente seguinte, que também irá gerar uma nova superfície ondulada. Essa ondulação será transferida para o cavaco, cuja espessura é variável, tornando a magnitude da força de corte oscilante com o decorrer do tempo. As variações das magnitudes destas forças dependem da dinâmica do processo e da espessura instantânea do cavaco (Altintas, 2000). Na figura 2, pode-se observar esquematicamente o fenômeno da vibração auto-excitada no processo de fresamento.

2. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Usinagem e no Laboratório de Materiais de Construção Mecânica do Instituto Federal de Goiás (IFG). No monitoramento da altura da rebarba 9 (conforme figura 1) utilizando sinais de vibrações no eixo X e Y da máquina ferramenta, utilizou-se corpos de prova de aço ABNT 1020, com dimensões de

38x38x40, durante o processo de fresamento de faceamento. Os parâmetros ângulo de saída da fresa (ϕ) e a profundidade de corte (a_p) serão mantidos fixos. O desgaste de flanco máximo (V_{BBmax}), a velocidade de corte (V_C) e o avanço (f) serão variados conforme um planejamento fatorial completo 2^3 . A tabela 1 mostra os níveis das variáveis de entrada do processo.

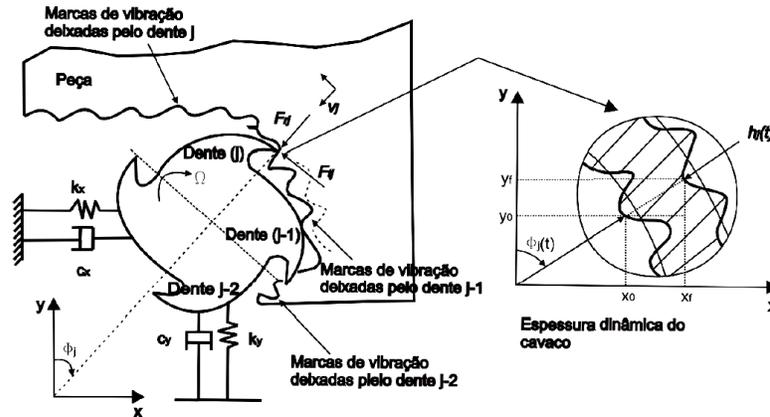


Figura 2 - Representação do fresamento com vibrações auto-excitadas (Altintas, 2000)

Foram empregados insertos intercambiáveis de metal duro, classe P15-P30 e código ISO de identificação CNHT 070310, fornecida pela Iscar. As pastilhas devem ser instaladas numa fresa de 25 mm de diâmetro, para 4 insertos intercambiáveis, código ISO de identificação da fresa – 8HM90 E90A-D25-3-3C25, fornecida pela Iscar.

Tabela 1 – Níveis das variáveis de entrada

Variáveis de entrada	Níveis	
	Mínimo	Máximo
Velocidade de corte (m/s)	120	240
Avanço (mm/z)	0,10	0,30
Desgaste de flanco (mm)	0,0	0,40

Os ensaios foram realizados no Centro de usinagem PETRUS 50100R, potência total instalada de 12,5 CV e rotação máxima do eixo árvore de 8000 rpm, Marca Nardini. Ainda foram utilizados dois acelerômetros piezoelétrico marca Bruel, um condicionador de sinal, uma placa de aquisição e um micro computador. A figura 3 mostra o centro de usinagem e a instrumentação utilizada no experimento.

No planejamento fatorial completo 2^3 considerou-se como variáveis independentes o desgaste de flanco máximo (V_{BBmax}), a velocidade de corte (V_C) e o avanço (f). A altura da rebarba e o nível de vibrações são as variáveis dependentes. Foram realizados oito ensaios. Para verificar uma estimativa do erro experimental, uma repetição de cada ensaio foi realizada. Os valores das variáveis de entrada, para cada ensaio é mostrado na tabela 2.

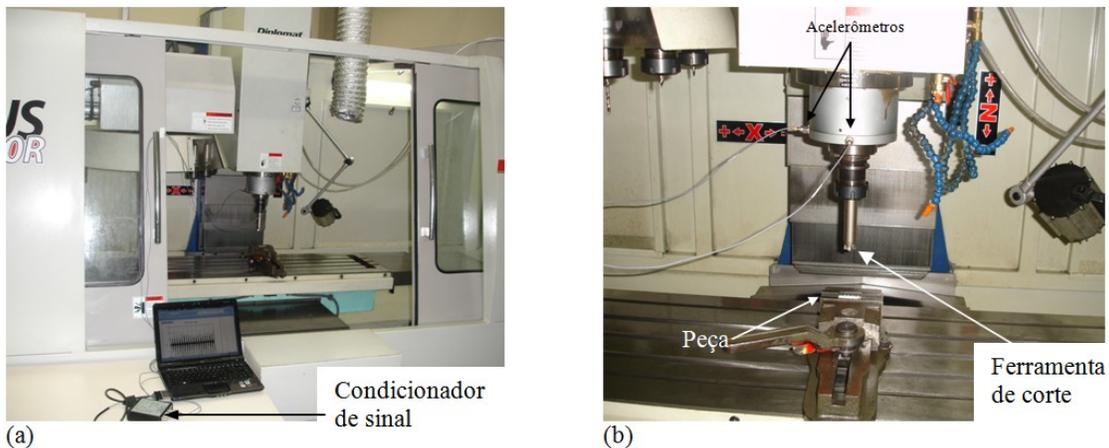


Figura 3 – Centro de usinagem utilizado nos ensaios (a) – Equipamentos necessários (b) – Ferramenta de corte, peça e acelerômetros.

Tabela 2 – Valor das variáveis de entrada para cada ensaio.

Nº do Ensaio	Variáveis de entrada		
	Velocidade de corte (rotação - rpm)	Avanço (velocidade de avanço-mm/min.)	Desgaste de flanco (mm)
1	120 (1500)	0,10 (150)	0,00
2	240 (3000)	0,10 (300)	0,00
3	120 (1500)	0,30 (450)	0,00
4	240 (3000)	0,30 (900)	0,00
5	120 (1500)	0,10 (150)	0,40
6	240 (3000)	0,10 (300)	0,40
7	120 (1500)	0,30 (450)	0,40
8	240 (3000)	0,30 (900)	0,40

Para medir a altura da rebarba foi utilizado um microscópio ferramenteiro modelo TM101 com lente de ampliação de 15 vezes, fornecido pela Mitotoyo. A figura 4 mostra o microscópio em operação.

Os sinais de vibração foram capturados pelos acelerômetros e enviados a um sistema de aquisição. A partir deste sistema foram obtidos 4096 pontos para o eixo X e outros 4096 pontos para o eixo Y. A partir destes pontos tornou-se possível a obtenção da amplitude da aceleração, o nível rms, o fator de crista e a curtose.

3. RESULTADOS

Os dados de corte introduzidos no centro de usinagem constam na tabela 3, juntamente com uma das variáveis de saída, no caso da altura da rebarba de cada ensaio.

A altura da rebarba foi medida utilizando um microscópio ferramenteiro, mostrado na figura 4. A borda da superfície livre da peça foi utilizada como referência, fazendo a mesma coincidir com a linha de referência do microscópio. A partir desse ponto a linha de referência do microscópio era deslocada até a extremidade da rebarba, fornecendo a altura da rebarba.

Tabela 3 – Dados de entrada no centro de usinagem e a altura da rebarba.

Nº do ensaio	Variáveis de entrada			Variável de saída					
	Rotação (rpm)	Vel. de avanço (mm/min)	V_{BB} (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	h_3 (mm)	h_4 (mm)	h (mm)	h_{med} (m)
1 ₁	1500	150	0,00	1,002	1,032	1,078	1,077	1,047	1,059
1 ₂				0,985	0,921	0,993	1,382	1,070	
2 ₁	3000	300	0,00	1,397	1,701	1,538	1,391	1,507	1,274
2 ₂				1,062	1,073	0,984	1,044	1,041	
3 ₁	1500	450	0,00	0,166	0,119	0,018	0,038	0,085	0,095
3 ₂				0,091	0,065	0,090	0,173	0,105	
4 ₁	3000	900	0,00	0,949	1,015	0,975	1,053	0,998	0,953
4 ₂				0,837	1,017	0,987	0,791	0,908	
5 ₁	1500	150	0,40	0,953	1,560	1,800	1,122	1,358	1,777
5 ₂				2,117	1,974	2,317	2,376	2,196	
6 ₁	3000	300	0,40	3,050	3,113	2,998	3,150	3,077	3,195
6 ₂				3,506	3,008	3,334	3,401	3,313	
7 ₁	1500	450	0,40	0,805	1,134	1,233	1,498	1,167	1,195
7 ₂				0,908	1,302	1,441	1,241	1,223	
8 ₁	3000	900	0,40	2,003	1,866	1,908	2,211	1,997	1,670
8 ₂				1,415	1,325	1,299	1,333	1,343	

Os ensaios 1₂, 2₂, 3₂, 4₂, 5₂, 6₂, 7₂ e 8₂ foram considerados réplicas dos ensaios 1₁, 2₁, 3₁, 4₁, 5₁, 6₁, 7₁ e 8₁ respectivamente. h_1 , h_2 , h_3 e h_4 são valores da altura da rebarba em quatro pontos diferentes na borda em análise. h é média dos quatro valores. h_{med} é a média geral. A figura 5 mostra um corpo de prova com o local onde foram feitas as medidas das rebarbas sobre a borda da peça e a distância entre eles.

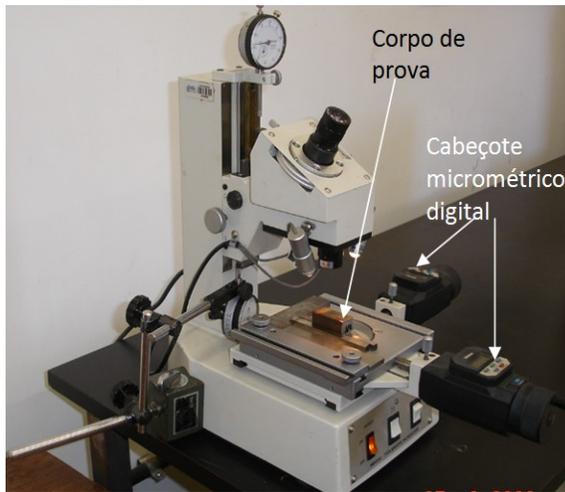


Figura 4 – Corpo de prova com os pontos de medição da rebarba

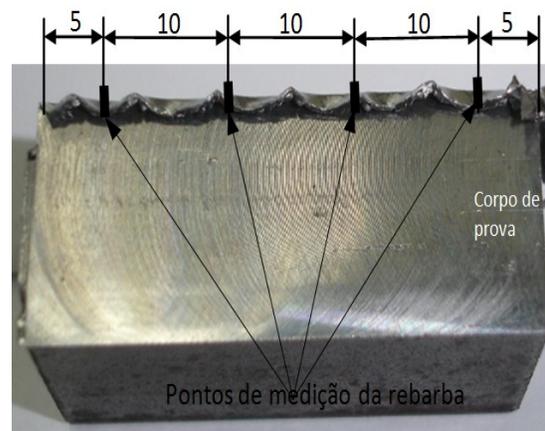


Figura 5 – Microscópio ferramenteiro, utilizado na medição da rebarba

A partir de um algoritmo, gerado pelo Scilab-4.0, foram obtidos o nível rms, fator de crista e curtoses para cada ensaio. A tabela 4 mostra seus respectivos valores. O algoritmo proposto ainda permite a obtenção dos gráficos como a variação da aceleração durante todo o tempo de usinagem, variação da aceleração da vibração na região em estudo, variação da amplitude da vibração e variação da aceleração de vibração na região em estudo com sinal filtrado. Alguns destes gráficos serão apresentados no texto.

Tabela 4 – Nível rms, Fator de crista e Curtoses medidos nos eixos X e Y para cada ensaio

Nº dos Ensaio	Eixo X			Eixo Y		
	rms	Fator de crista	Curtose	rms	Fator de crista	Curtose
1	2,26	4,36	9,58	4,04	5,20	8,32
2	2,61	3,74	4,67	4,16	3,93	6,10
3	2,88	6,13	7,33	3,01	6,07	6,97
4	10,01	4,53	10,21	14,84	6,97	11,94
5	3,04	5,87	9,88	4,21	6,36	11,29
6	2,99	5,35	12,40	3,25	8,06	15,79
7	0,91	7,53	11,13	1,14	5,10	5,57
8	2,08	7,10	12,65	2,97	5,84	10,06

3.1. Análise dos resultados

Pelo planejamento fatorial desenvolvido, observou-se uma grande participação do desgaste da ferramenta na formação da rebarba, Conforme menciona a literatura, Participações menores, mas da mesma forma influente, os parâmetros velocidade de corte e avanço também influenciaram na altura da rebarba. Os valores dos efeitos principais e cruzados estão apresentados na tabela 5

Tabela 5 – Valor dos efeitos principais e cruzados com sua respectiva estimativa de erros padrão

Efeitos	Valor dos Efeitos corrigidos pela estimativa da variância
Media	1,40225 ± 0,074345
Vc	0,74150 ± 0,148691
f	-0,84800 ± 0,148691
V _{BB}	1,11400 ± 0,148691
Vcf	-0,07500 ± 0,148691
VcV _{BB}	0,20500 ± 0,148691
fV _{BB}	-0,20550 ± 0,148691
VcfV _{BB}	-0,39650 ± 0,148691

A interação entre as variáveis velocidade de corte, avanço e desgaste apresentam-se com pouca ou quase nenhuma influência. A interação entre as três variáveis tem a maior influência entre elas, apenas 8,2%, conforme a ultima linha da coluna da tabela 4.

Para a análise da correlação entre a altura da rebarba e o sinal de vibrações observou-se o comportamento da amplitude da aceleração, parâmetros estatísticos como nível rms, fator de crista e curtose de cada ensaio.

Para os ensaios 1 e 5, onde a velocidade de corte e o avanço são iguais, verificou-se o aumento da aceleração da vibração em até 5 m/s^2 , para a ferramenta de corte no final de vida, conforme mostra os gráficos da figura 6(a) e 6(b). A mesma tendência foi observada para os ensaios 2 e 6.

Para o ensaio 5 observou-se que os parâmetros estatísticos, rms, fator de crista e curtose, tiveram seus valores aumentados em relação ao ensaio 1. A mesma tendência foi verificada com a altura da rebarba, pois a rebarba formada no ensaio 5 é aproximadamente 1,7 vezes maior que aquela formada no ensaio 1. Quanto ao ensaio 6, verificou-se um aumento de aproximadamente 2,5 em relação ao 2, conforme pode ser visto na tabela 6.

O aumento na amplitude do sinal de vibração pode ser justificado pelo aumento do desgaste da ferramenta de corte, (Bonifacio et al, 1993). Conforme mostra a tabela 5 o desgaste de flanco da ferramenta de corte foi a variável de maior influência no aumento da rebarba.

Tabela 6 – Valor dos parâmetros de usinagem e dados estatísticos relativo ao sinal de vibrações no eixo X.

Ensaio	Vc	f	V _{BB}	Rms	Fator de crista	Curtose	h _{med}
1	120	0,10	0,00	2,26	4,36	9,58	1,059
5	120	0,10	0,40	3,04	5,87	9,88	1,777
2	240	0,10	0,00	2,61	3,74	4,67	1,274
6	240	0,10	0,40	3,00	5,35	12,40	3,195
3	120	0,30	0,00	2,89	6,13	7,33	0,095
7	120	0,30	0,40	0,91	7,53	11,13	1,195
4	240	0,30	0,00	10,01	4,53	10,21	0,953
8	240	0,30	0,40	2,08	7,10	12,65	1,670

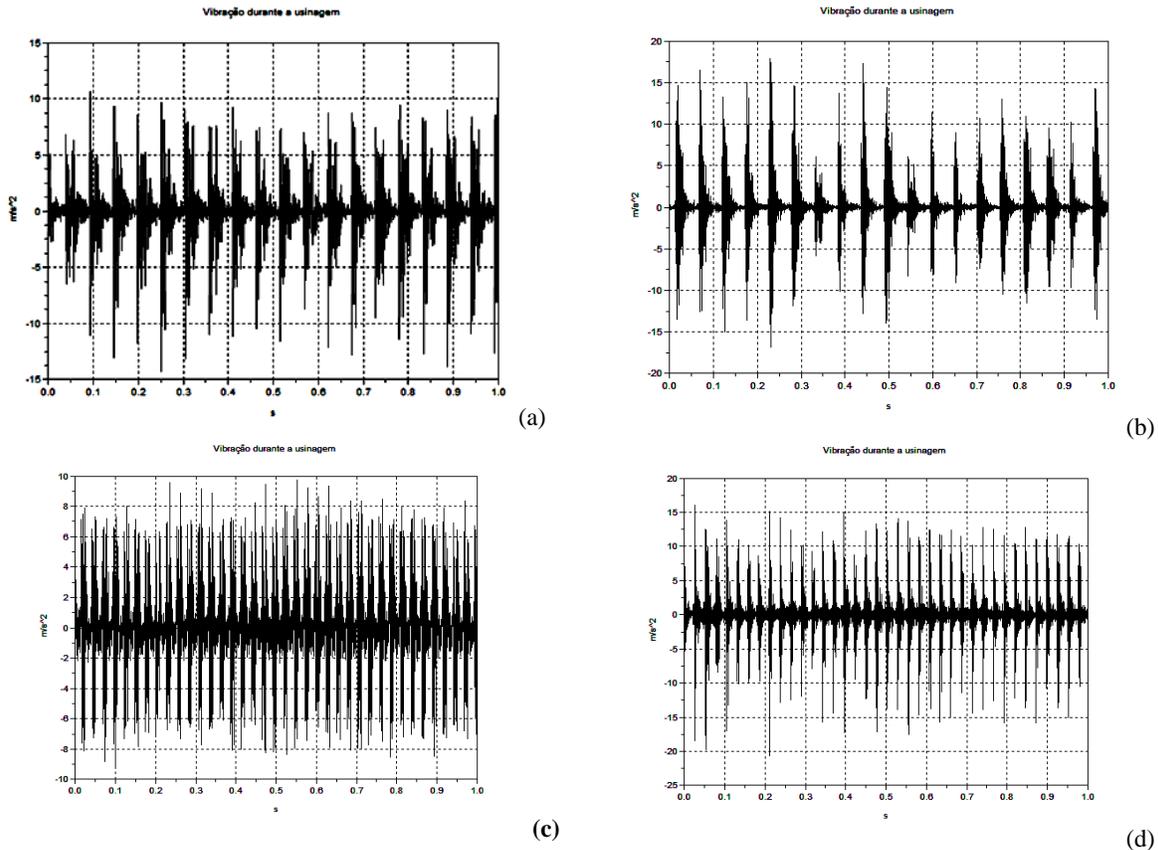


Figura 6 - Gráficos da aceleração da vibração. (a) - aceleração da vibração para o ensaio 1, (b) - aceleração da vibração para o ensaio 5, (c) - aceleração da vibração para o ensaio 2, (d) - aceleração da vibração para o ensaio

Os ensaios 5 e 6 foram realizados com ferramenta de corte no final de vida enquanto que os ensaios 1 e 2 com ferramenta nova. Sugere-se que a velocidade de corte é a responsável pela não proporcionalidade do aumento da rebarba, verificado nos ensaios 5 e 6, pois a velocidade de corte utilizada nos mesmos foram 120 m/min e 240 m/min respectivamente.

O sinal de vibração monitorado, mostrou um pequeno aumento médio da aceleração no ensaio 7, em relação ao ensaio 3, conforme observa-se no gráfico da figura 7(a) e 7(b). A mesma tendência foi observada para a rebarba.

Quanto aos ensaios 4 e 8, o sinal de vibração não teve o mesmo comportamento dos anteriores, podendo ser observado um pequeno decréscimo da aceleração no ensaio 8 em relação ao 4, conforme observa-se no gráfico da figura 7(c) e 7(d). Esse fato que não ocorreu com a altura da rebarba, pois o seu aumento no ensaio 8 em relação ao ensaio 4 foi notado.

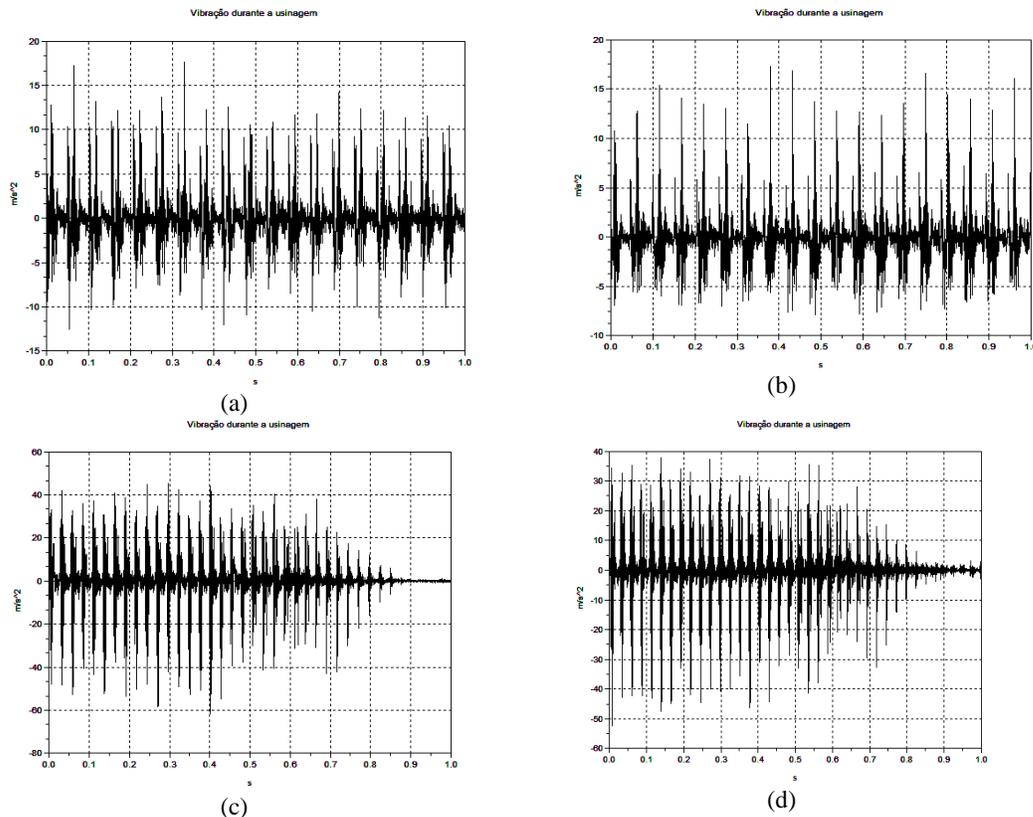


Figura 7 - Gráficos da aceleração da vibração. (a) – aceleração da vibração para o ensaio 3, (b) – aceleração da vibração para o ensaio 7, (c) - aceleração da vibração para o ensaio 4, (d) - aceleração da vibração para o ensaio 8.

A altura da rebarba para os ensaios 3 e 7 sofreram uma redução em relação aos ensaios 1 e 5, causada pelo aumento do avanço. Ainda observa-se a influência do desgaste da ferramenta de corte. Uma pequena tendência para o mesmo comportamento teve as rebarbas formadas nos ensaios 4 e 8 em relação aos ensaios 2 e 6.

Nos ensaios 7 e 8, indicadores de níveis de vibrações como fator de crista e curtose tiveram seus valores aumentados em relação aos ensaios 3 e 4, fato que também foi verificado com a altura da rebarba. O mesmo efeito não observado com o nível rms, para os mesmos ensaios, conforme nota-se na tabela 6.

Os gráficos da figura 7 e 8 auxiliam na análise da correlação entre a altura da rebarba e o nível de vibrações. A curva de tendência dos valores de rms, fator de crista, curtose e altura da rebarba para todos os ensaios são apresentadas nestes gráficos. As informações contidas no gráfico da figura 7 são relativas ao eixo X da máquina ferramenta. Enquanto que da figura 8, são informações do eixo Y.

Conforme o gráfico da figura 7, a curva de tendência para o nível rms tem coeficiente angular negativo. Na região do ensaio 4 ocorreu uma elevada distorção no nível rms, tanto no eixo X como no eixo Y, conforme mostra a figura 8. É provável que essa distorção seja a grande responsável pelo coeficiente angular negativo.

O coeficiente de correlação, dos parâmetros estatísticos, fator de crista e curtose valem 0,1 e 0,543 respectivamente. Apesar do coeficiente de correlação reduzido a curva de tendência do fator de crista tem índice de determinação igual a 65%. A baixa correlação entre o fator de crista e a altura da rebarba pode ter ocorrido em função dos resultados obtidos nos ensaios 3, 4, 5 e 6. Os gráficos das figuras 7 e 8 mostra o comportamento dos mesmos.

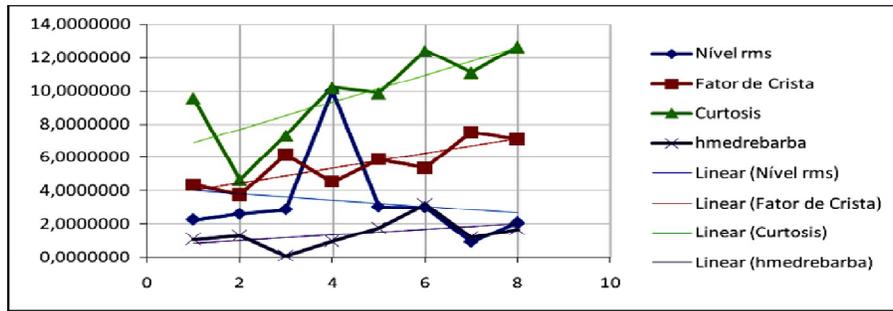


Figura 7 – Gráfico dos pontos que representam nível de rms, fator de crista, curtose e altura da rebarba com suas respectivas curvas de tendência – eixo X

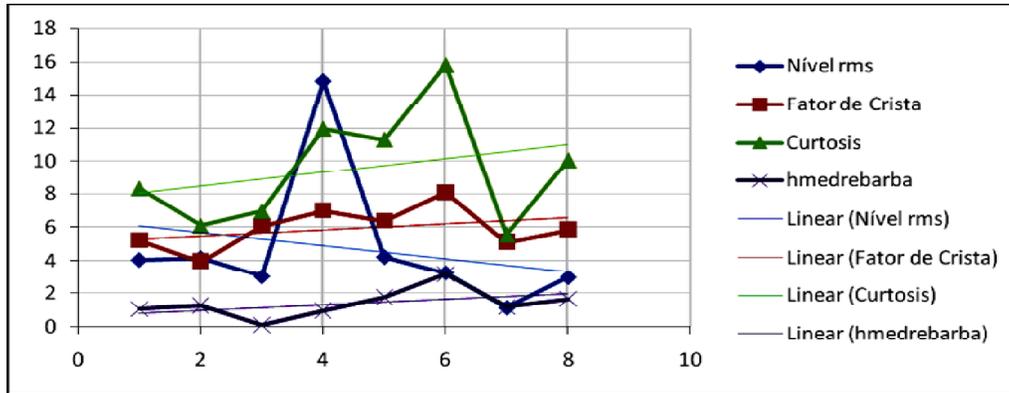


Figura 8 – Gráfico dos pontos que representam nível de rms, fator de crista, curtose e altura da rebarba com suas respectivas curvas de tendência – eixo Y

4. CONCLUSÃO

O fator de crista e a curtose apresentaram resultados satisfatórios como indicadores da altura da rebarba, dentro dos níveis investigado.

O nível rms não deve ser usado como um indicador para estimar a altura da rebarba, principalmente para os parâmetro utilizados no ensaio 4.

Observou-se o crescimento da amplitude da aceleração com o aumento avanço e do desgaste da ferramenta de corte, praticamente em todos os ensaios, principalmente para o eixo X.

Resultados mais confiáveis podem ser obtidos aumentando o número de replicas para cada ensaio, pois a formação da rebarba é um fenômeno que gera grandes dispersões na dimensão das mesmas.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo incentivo, o NUPEF/IFG e ao prof. Paulo Rosa pelos ensaios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altintas, Y., 2000, "Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations and CNC Design", 1st Ed., Cambridge University Press, New York, NY, USA.
- Bonifacio, M. E. R. e Diniz, A. E. 1993, "Correlating tool wear, tool life, surface roughness and tool vibration in finish turning with coated carbide tools, Journal of Manufacturing Science and Engineering, vol173, pp. 137-144.
- Gillespie, L. K 1976(a), "Burr Produced by End-Milling".BDX-613-1503, Bendix Co Kansas City Division.
- Lima, V. T., Lacerda, E. B., 2003, "Evaluation of Cutting Forces and Prediction of Chatter Vibrations in Milling", II Brazilian Manufacturing Congress, Vol XXVI pp 74-81.
- Machado, A. R. e DA Silva M. B., 2003, "Usinagem dos Metais", Editora UFU, 8º edição Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil, 224pgs.
- Meola, T. M., Duarte, M. V., Da Silva, M. B., 2007, "Estimativa das forças no torneamento via monitoramento de sinais de vibrações", 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica (COBEM), 12pgs

- Meola, T., Duarte, M. A. V., Sousa, M. M. e Da Silva, M. B., 2003, "Monitoramento do processo de furação em uma fresadora CNC utilizando sinais de vibração mecânica", 2º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (COBEF), 10 pgs.
- Shaw, M. C. 1984, "Metal Cutting Principles" Oxford Series on Advanced Manufacturing3. 594pp. ISBN 0-19-859002-4.
- Souza, A. J., 2004 "Aplicação de Multisensores no prognóstico da vida da ferramenta de corte no torneamento", Tese de Doutorado, POSMEC-UFSC, Florianópolis/SC, 211p.
- Sousa, M. M., 1998, "Utilizando a Vibração Mecânica para Monitorar o Desgaste das Ferramentas de Corte e o Acabamento Superficial no Processo de Fresamento", Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho

ESTIMATED HEIGHT OF BURR FORMED IN THE MONITORING OF MILLING VIBRATION SIGNALS

Luiz Carlos da Silva, lcds@ifgoias.edu.br¹

José Luis Oliveira Pena, jlop@ifgoias.edu.br¹

Alisson Rocha Machado, armachado@mecanica.ufu.br²

Marcus Antônio Viana Duarte, mvduarte@mecanica.ufu.br²

¹Federal Institute of Goiás. Center of Research and Manufacturing - NUPEF. Rua 75 N° 46. Setor Central, CEP 74055-110, Goiânia – Goiás.

²Federal University of Uberlândia - UFU- Faculty of Mechanical Engineering - FEMEC. Av João Naves de Avila, 2160 - Bloco 1M, Campus Santa Monica. Uberlândia - MG. CEP 38400-902.

Abstract: *The undesirable burrs formed in all machining processes are waste, among other problems, endanger the physical integrity of the operators, ease of assembly of mechanical and change the dimensions of machined products. Know your size is a determining factor when deciding on the withdrawal or promote minimization, varying the main parameters of machining. The measurement systems are most popular inadequate measurement of the burr, it will promote its deformation and therefore provide false measurements. The measurement systems for laser interferometer, efficient measurement Burr, few used due to the high cost. This paper analyzes the feasibility of applying a technique to estimate the size of the burr by monitoring the vibration signals. Therefore, we captured the vibration signal of a machining center, during the process of milling, the axes X and Y. As indicators of the level of vibration were used crest factor, rms and kurtosis. There was a correlation of crest factor and kurtosis with the size of burr. This did not occur with the rms level in all tests.*

Keywords. Milling, Vibration Signals, Burr, DOE

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.