

CORRELAÇÃO ENTRE OS SINAIS DE EMISSÃO ACÚSTICA E DE VIBRAÇÕES COM O DESGASTE DE FERRAMENTA NO FRESAMENTO DO AÇO BAIXA LIGA ABNT 4140

Luís Henrique Andrade Maia¹, luishmaia@gmail.com

Jánes Landre Jr.¹, janes@pucminas.br

Marcelo Becker², becker@sc.usp.br

Wisley Falco Sales³, wisley@ffassis.edu.br

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MINAS, Av. Dom José Gaspar 500, Prédio 10, Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG.

²Escola de Engenharia de São Carlos – USP, Av. do Trabalhador Sancarlense, 400, São Carlos – SP

³Faculdade do Sul da Bahia – FASB, Av. General Salgado Viana, 364, Mirante do Rio, Teixeira de Freitas - BA

Resumo: No cenário fabril atual, cada vez mais se tem tentado utilizar uma menor relação entre investimento por número de peças fabricadas. Levando em conta este cenário, muito se tem estudado sobre uma maneira eficiente de avaliar o desgaste e detectar o colapso da ferramenta, sem que isto venha a comprometer a produção. Este trabalho propõe o uso do monitoramento usando dados de emissão acústica e vibracional, e daí correlacionar estes dados obtidos com o desgaste de flanco da ferramenta no fresamento do aço de baixa liga ABNT 4140. Para aquisição e tratamento de dados utilizou-se de três softwares, nos quais dois foram feitos na plataforma LABVIEW, sendo um para capturar os sinais adquiridos em emissão acústica e em vibrações e o outro para fazer a correlação entre eles. O terceiro software foi desenvolvido em MATLAB para obter os tratamentos necessários para se fazer a correlação entre os sinais capturados. Para a realização dos testes foi utilizada uma fresa de 80 mm de diâmetro com seis insertos intercambiáveis. Os insertos utilizados para a realização dos experimentos foram de metal duro triplamente revestido com Al₂O₃, TiCN e TiN. Foram feitas aquisições de dados com as seguintes condições de corte: velocidade de corte (v_c) de 50, 150 e 250 m/min; profundidade de corte (a_p) de 0.25 e 1.25 mm e avanço por dente (f_z) de 0.05 e 0.12 mm/rev, na condição à seco e utilizando o método MQF na vazão de 60ml/h. Foram realizados testes combinando os parâmetros do processo. Notou-se que o sinal correlacionado tem a tendência a crescer conforme o desgaste da ferramenta vai acentuando, não sendo isso uma regra geral.

Palavras-chave: Emissão Acústica, Desgaste de Ferramenta, MQF, Fresamento.

1. INTRODUÇÃO

Dentro dos processos de fabricação, a usinagem é hoje um dos mais importantes meios para se conferir forma a um material.

Com os avanços tecnológicos advindos de materiais de ferramenta, equipamentos e técnicas de usinagem, hoje em dia pode-se usinar uma vasta gama de materiais cada vez mais rápido e com um mínimo de capital envolvido.

Nesse âmbito muitas pesquisas têm sido feitas e aplicadas para que se possa usinar cada vez mais rápido e mais economicamente peças. Mas existem certos aspectos do processo que devido a sua natureza laboriosa não são implementados pela indústria. Um desses é a qualidade da superfície usinada. Imagine o quão trabalhoso e oneroso seria a medição de parâmetros de rugosidade em toda uma grande linha de produção. Como a qualidade de superfície está relacionada, entre outras variáveis, ao desgaste da ferramenta, o que se faz atualmente é fazer pré-testes vendo quantas horas-peças uma ferramenta x consegue trabalhar originando uma qualidade de superfície dentro das tolerâncias exigidas para a peça. Após chegar a esse número, as ferramentas são utilizadas, naquela linha de montagem até aquele número obtido (Maia *et al.* 2008a).

Esse número ainda é submetido a um fator de segurança devido a variações oriundas dos aspectos tribológicos e metalúrgicos que o processo pode sofrer o que leva a um número muito conservador que faz com que na realidade se refugue uma ferramenta que muita das vezes estaria boa a realizar peças dentro das tolerâncias.

Com o objetivo de tentar prever a hora exata de troca da ferramenta, muitas pesquisas foram e ainda são realizadas para monitorar de forma indireta as características da ferramenta.

O método de monitoração indireta se caracteriza por captar um parâmetro que não está diretamente relacionado com o processo e o correlacionar com um parâmetro envolvido. Este método é de grande valia em processos nos quais os parâmetros intrínsecos ao processo se tornam difíceis e laboriosos o monitoramento.

O intuito deste trabalho foi tentar avaliar por meio dos sinais de emissão acústica o desgaste de ferramenta no fresamento do aço ABNT 4140 e ver se é possível utilizar do método de monitoramento destes sinais para prever a verdadeira hora de efetuar a troca de ferramenta.

No fresamento estão envolvidos parâmetros relacionados às condições de corte, à geometria e ao estado de afiação das ferramentas, às propriedades do material usinado, à interação entre material usinado e ferramenta e à máquina ferramenta, dentre outros como o estado de tensão plástica tridimensional (Maia et al., 2006).

Emissão acústica é a propagação de uma onda vibracional na rede dos materiais cristalinos, devido ao rearranjo da estrutura interna do material (Willians, 1968). Quando ocorre uma deformação no material (corte, atrito, trinca entre outras) ocorre um desarranjo da estrutura do material que tende a rearranjá-los, esses rearranjos geram ondas vibracionais que deslocam a velocidade do som, daí o nome de emissão acústica. Estes sinais são captados através de um sensor piezoelétrico que transformam sinais mecânicos em sinais elétricos (Maia et al., 2008b).

Os sinais de emissão acústica classificam-se em dois tipos: o sinal contínuo e o sinal de pico ou transiente, Souto (2007); Blum e Inasaki (1990); Matsumoto e Diniz (1997). O sinal transiente segundo Souto (2007) é caracterizado por um pico de grande amplitude, mas de pequena duração, enquanto que o sinal contínuo tem amplitude relativamente menor, mas com uma longa duração. Na usinagem, o sinal contínuo se caracteriza pelas deformações plásticas de materiais dúcteis, enquanto que o sinal transiente é característico da propagação de trincas e impactos de cavaco.

A faixa de frequência de um sinal de emissão acústica está acima da faixa audível pelo ouvido humano (20 Hz a 20 kHz). Não há um consenso sobre qual a banda da faixa de frequência de emissão acústica, mas estudos práticos levam a crer que está entre 25 kHz a 1000 kHz. Essa faixa é beneficiada pela ausência das principais vibrações mecânicas e ruídos impostos pelo sistema usinado.

Outro método utilizado para monitorar os fenômenos de corte discordante e concordante foi os sinais de vibrações emitidos pelo processo. Vibração é definida como sendo o movimento dinâmico em torno de sua posição estática (Souto, 2007). Para que haja vibração é necessário que o corpo seja capaz de armazenar energia cinética, tenha certa elasticidade e sofra um excitação externa. Como todos os corpos apresentam estas características é praticamente impossível evitar que as vibrações ocorram.

Na usinagem, as vibrações são conseqüências das variações cíclicas nos componentes dinâmicos das forças de corte (Dimla e Lister, 2000). Normalmente, estas vibrações começam como pequenos batimentos auto-excitados (chatter), responsáveis pelo aspecto ondulado na superfície usinada e também por irregularidades na espessura do cavaco e, posteriormente, progride para a vibração propriamente dita (Souto, 2007).

Altintas (2000) afirma que as vibrações geradas pelos batimentos (chatter) da ferramenta resultam de um mecanismo auto-excitado na geração da espessura do cavaco durante a operação de usinagem. Uma superfície ondulada encontrada logo após o passe da ferramenta é removida durante o passe posterior, que também deixa essa superfície ondulada por causa da vibração estrutural da máquina. Dependendo da mudança de fase entre as duas sucessivas ondas, a máxima espessura do cavaco pode crescer exponencialmente até que a frequência de oscilação dos batimentos (chatter), que é fechada, não seja mais igual ao modo estrutural dominante no sistema. O crescimento das vibrações aumenta as forças de corte e pode lascar a ferramenta e produzir um acabamento de superfície pobre. As vibrações de batimentos auto-excitadas podem ser causadas pelo modo de acoplamento ou por regeneração da espessura do cavaco (Tobias e Fishwick, 1958). O modo de batimento de acoplamento ocorre quando existem vibrações em duas direções no plano de corte. O fenômeno de regeneração resulta da diferença de fase entre as ondas de vibração passadas em ambos os lados do cavaco e ocorre antes do modo de acoplamento na maioria das usinagens.

Neste estudo buscou encontrar correlações entre os métodos de monitoramento e o desgaste de flanco da ferramenta.

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

2.1 Máquina-Ferramenta e Equipamentos Utilizados

Para realização dos ensaios de fresamento, utilizou-se de um centro de usinagem da marca ROMI modelo Discovery 560 com comando numérico Siemens modelo Sinumerik 810 D. Que apresenta uma potência de 12,5 cv, faixa de velocidade de 7 a 10000 rpm.

Para o monitoramento dos sinais de emissão acústica usou-se um sensor de EA ativo da marca Sensis. Empregou-se também um sistema de monitoramento DM 42, também da marca Sensis para fazer condicionamento de sinais colhidos pelo sensor de EA que captou os dados em uma faixa de frequência de 0 a 600 KHz. Também foi utilizado um bloco conector e uma placa de aquisição de dados da marca National Instruments modelos CB-68LP e PCI-6221 respectivamente, que tem por principal função colher os dados do sistema de monitoramento e os enviar ao computador. Um computador armazenou os dados colhidos através de um software desenvolvido na plataforma LABVIEW. Posteriormente os dados foram tratados através de outro software feito na plataforma MATLAB.

Para o monitoramento dos sinais de vibrações usou um sensor (acelerômetro) uniaxial que colheu os sinais de vibração da peça no eixo Y, e outro sensor uniaxial localizados no eixo-árvore que colheu o deslocamento no eixo Z. Ambos os sinais foram capturados em uma faixa de frequência de 0 a 15 KHZ.

Empregou-se também um condicionador de sinais da marca Kistler modelo 5134, que condicionou os sinais captados pelos acelerômetros. Além disso, uma placa de aquisição de dados e um bloco conector da marca National Instruments modelos CB-68LP e PCI-6221, respectivamente, colheram os dados do condicionador de sinais e os enviou ao computador. Usou também outro computador que armazenou os sinais colhidos através de outro programa feito na plataforma LABVIEW. Para tratamento dos sinais utilizou um programa feito na plataforma MATLAB.

Por fim, o desgaste da ferramenta foi monitorado por meio de um microscópio óptico da marca Mitutoyo, modelo TM.

2.2 Corpos De Prova

Os corpos de prova adotados para realização do experimento foram barras de dimensões 80x100x100 mm, como mostrado na Fig. (1).

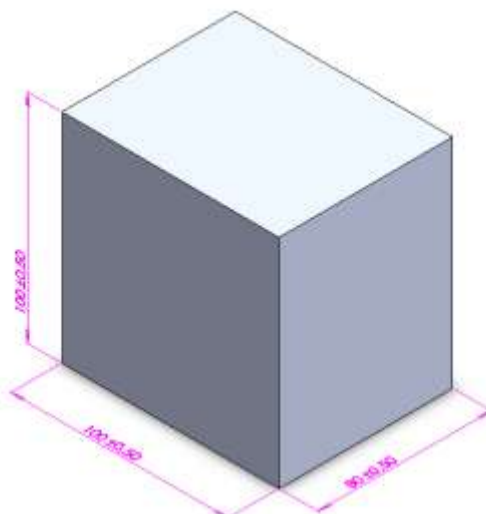


Figura 1 – Desenho 3D do corpo de prova.

O aço utilizado para a fabricação do corpo de prova tem a especificação ABNT 4140 com dureza de 210 HV e cuja composição química é mostrada na Tab. (1). Esse aço tem como principais características: boa resistência mecânica, média usinabilidade, baixa soldabilidade e temperabilidade relativamente alta. Ele é largamente utilizado para fabricação de eixos, pinos, bielas, entre outros, na indústria automobilística, agrícola e de máquinas e equipamentos em geral.

Tabela 1 – Composição química do aço ABNT 4140.

%C	%Si	%Mn	%S	%P	%Cr	%Mo	%Fe
0,45	0,21	0,83	0,04	0,03	0,90	0,21	resto

2.3 Ferramenta e Condições de Corte Utilizadas

Para execução dos experimentos utilizou uma fresa de 80 mm de diâmetro com seis insertos intercambiáveis da marca Sandvik.

Os materiais dos insertos utilizados foram metal duro classe P [TiCN + Al₂O₃ (TiN)], recomendado para usinagem de metais de baixa liga. O uso desses insertos foi escolhido pelo fato da utilização destes em maior parte das indústrias nacionais.

A geometria dos insertos eram quadrangular, com raio de ponta de 1,5mm fabricada pela Sandvik modelo GC 4235 com a seguinte especificação: R245-12T3 M-PM.

Os ensaios foram realizados a seco, fazendo dois passes de 40 mm na peça, sendo um no corte concordante e outro no corte discordante.

Os parâmetros de corte utilizados nos testes foram os seguintes: velocidade de corte (v_c) de 50 e 250 m/min; avanço por dente (f_z) de 0,12 mm/rev e profundidade de corte (a_p) de 1,5 mm.

Os testes de vida foram realizados capturando os sinais de emissão acústica após cada 10 passes e retirando os insertos medindo o desgaste de flanco de tais. Foram feito isso até que se passassem uma hora-teste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se fazer a correlação entre os sinais de emissão acústica e o desgaste de ferramenta utilizou-se da RMS (root mean square ou, raiz quadrada média) para que assim tivesse a magnitude dos sinais de emissão acústica e só então partiu para efetuar a correlação.

Analisando a Fig. (2), vê-se que os sinais RMS em relação ao desgaste de ferramenta estão um pouco dispersos em relação a reta, mas devido a pequena quantidade de pontos parece razoável os resultados. Aplicando a fórmula de coeficiente de correlação achou-se um resultado $r = 0,6775$ o que segundo a teoria estatística consultada demonstra uma correlação moderada entre os sistemas.

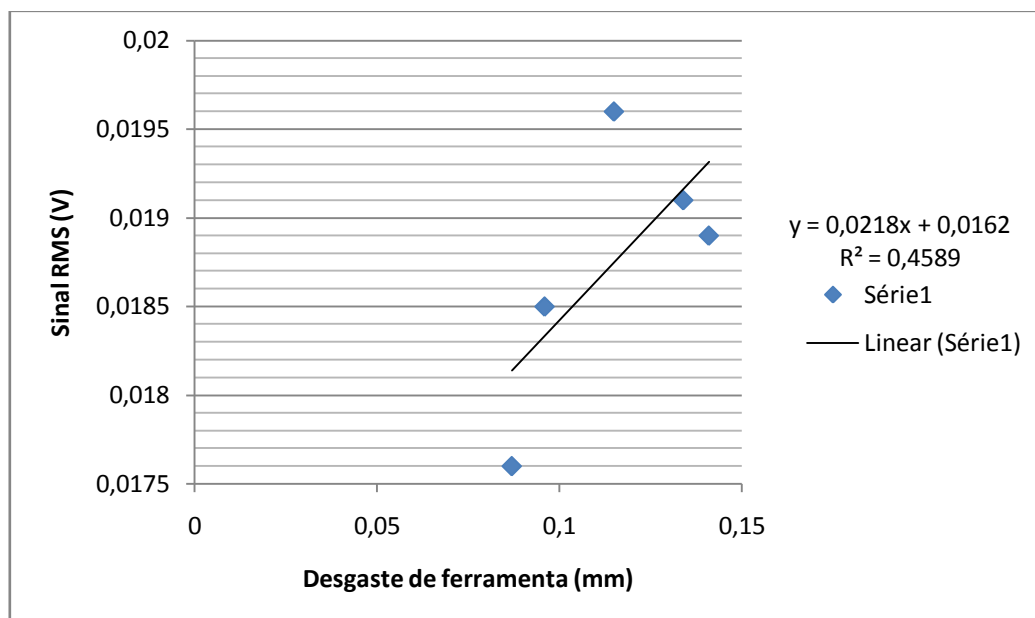


Figura 2 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais de emissão acústica RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

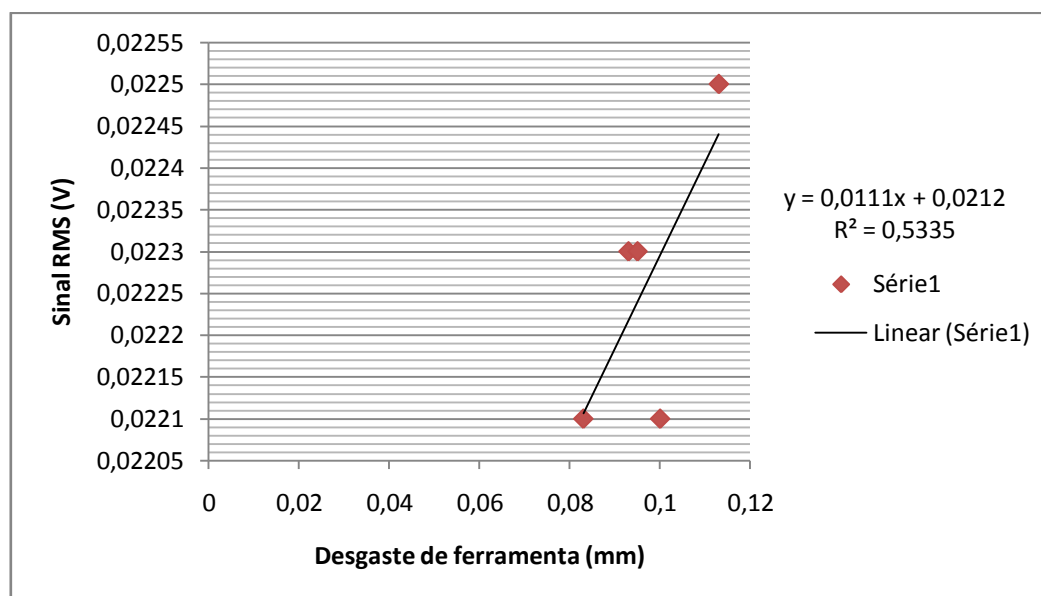


Figura 3 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais de emissão acústica RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste MQF com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Avaliando a Fig. (3), que é a nuvem de pontos correlacionando os sinais RMS e o desgaste de flanco obtida no teste a seco com velocidade de corte de 250m/min, nota-se que os sinais RMS de emissão acústica estão pouco dispersos em relação à reta. Efetuando o cálculo do fator de correlação entre os parâmetros avaliados achou-se um $r = 0,7304$ o que segundo a teoria estatística demonstra uma correlação forte.

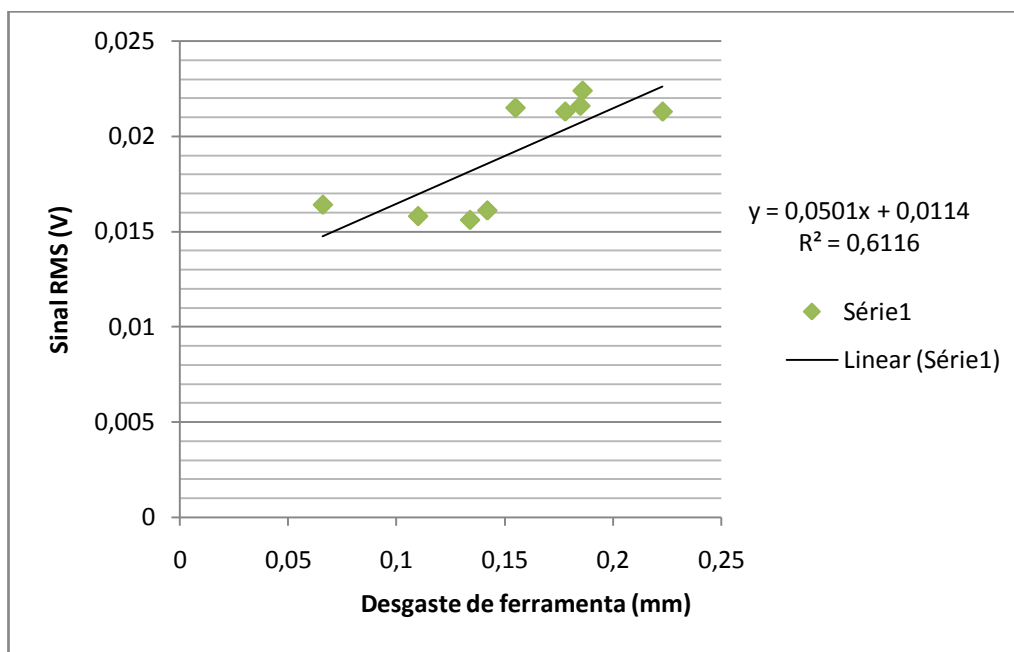


Figura 4 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais de emissão acústica RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Avaliando a Fig. (4), nota-se que a nuvem de pontos está pouco dispersa em relação à reta. Utilizando a fórmula de coeficiente de correlação encontrou-se um $r = 0,7821$ o que demonstra uma forte correlação entre os parâmetros avaliados.

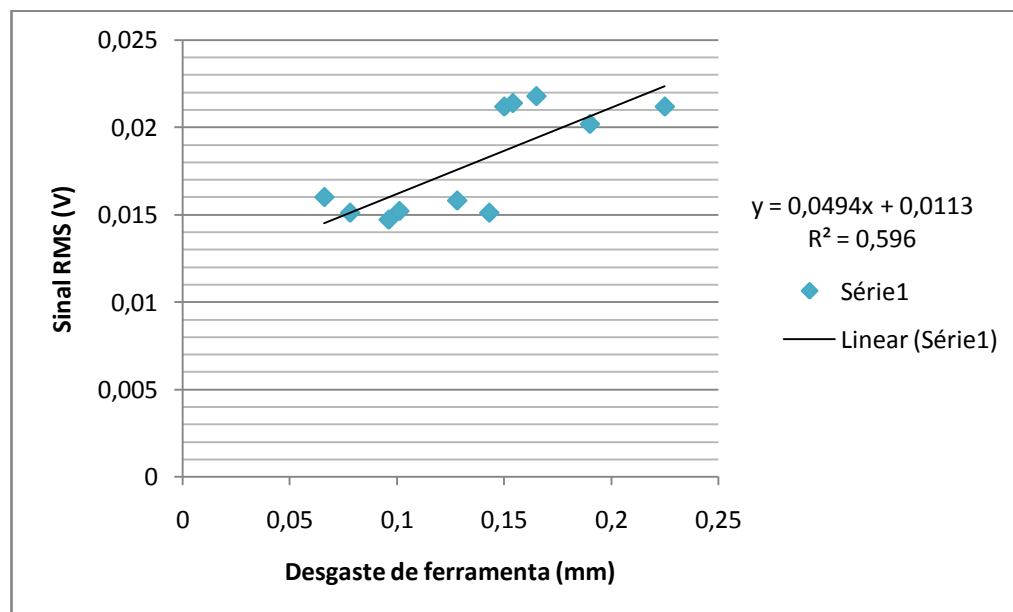


Figura 5 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais de emissão acústica RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste MQF com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Analisando a Fig. (5), percebe-se que os pontos estão poucos dispersos em relação a reta, como na figura anterior. Efetuando o cálculo do coeficiente de correlação achou-se um $r = 0,7720$ que demonstra assim como os anteriores uma forte correlação entre os parâmetros avaliados.

Aqui vale uma ressalva de que os coeficientes de correlação dos testes com velocidade de corte de 50m/min sofrem com a ação da aresta postiça de corte, principalmente no teste a seco. Isso influenciou diretamente para que esses obtivessem uma correlação pior.

Para efetuar a correlação entre os sinais vibracionais e o desgaste de flanco da ferramenta, utilizou-se da mesma estratégia utilizada para correlacionar os sinais de emissão acústica. Para tanto se utilizou das RMS e só assim os correlacionaram com os desgastes de ferramenta.

Avaliando a Fig. (6), que é a nuvem de pontos correlacionando os sinais RMS e o desgaste de flanco obtida no teste a seco com velocidade de corte de 50m/min, nota-se que os sinais RMS vibracional captado no acelerômetro localizado no eixo-árvore estão dispersos em relação à reta. Efetuando o cálculo do fator de correlação entre os parâmetros avaliados achou-se um $r = 0,6560$ o que segundo a teoria estatística demonstra uma correlação moderada entre os parâmetros.

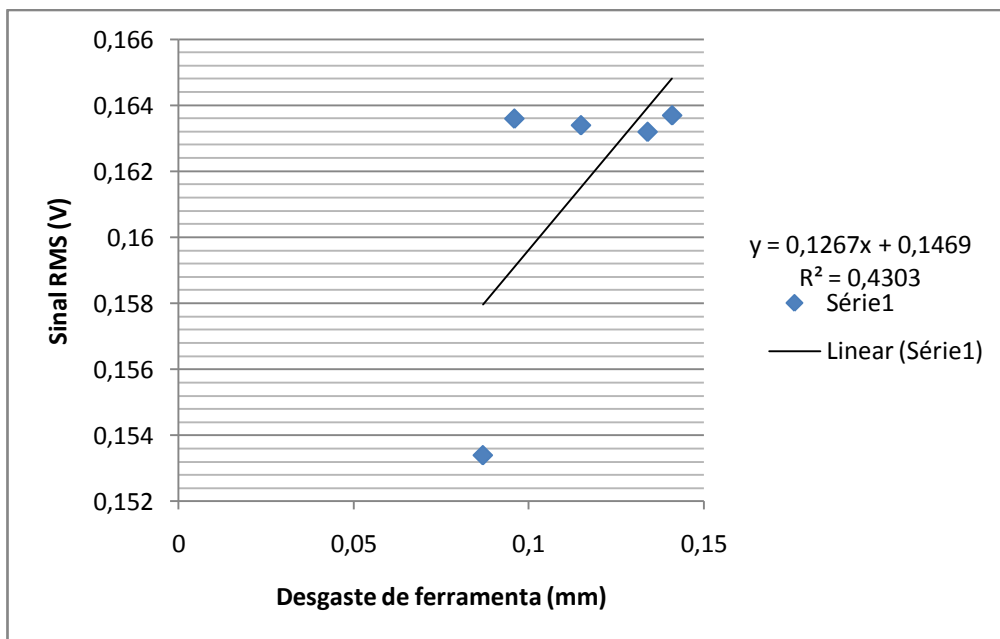


Figura 6 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco no canal eixo com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Analisando a Fig. (7), que mostra a nuvem de pontos colhidos em um acelerômetro ligado na peça realizado a seco com velocidade de corte de 50m/min. Vê-se que a dispersão dos pontos em relação à reta é maior do que o captado no eixo-árvore (Fig. (6)). Calculando o coeficiente de correlação achou-se um $r = 0,4856$ o que demonstra uma correlação moderada.

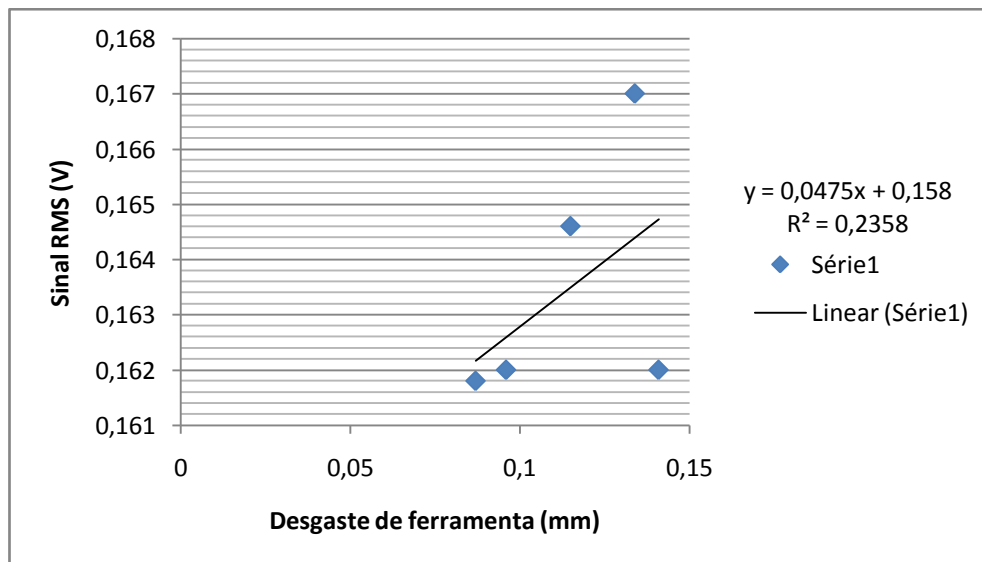


Figura 7 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco no canal peça com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Avaliando a Fig. (8), que deslumbra a nuvem de pontos oriundos do teste realizado com MQF com velocidade de corte 50m/min colhidos no acelerômetro fixado no eixo-árvore, nota-se que os pontos exibem pouca dispersão em relação à reta o que demonstra uma correlação alta entre os parâmetros avaliados. Isso pode ser comprovado realizando o cálculo do coeficiente de correlação que deu $r = 0,8533$.

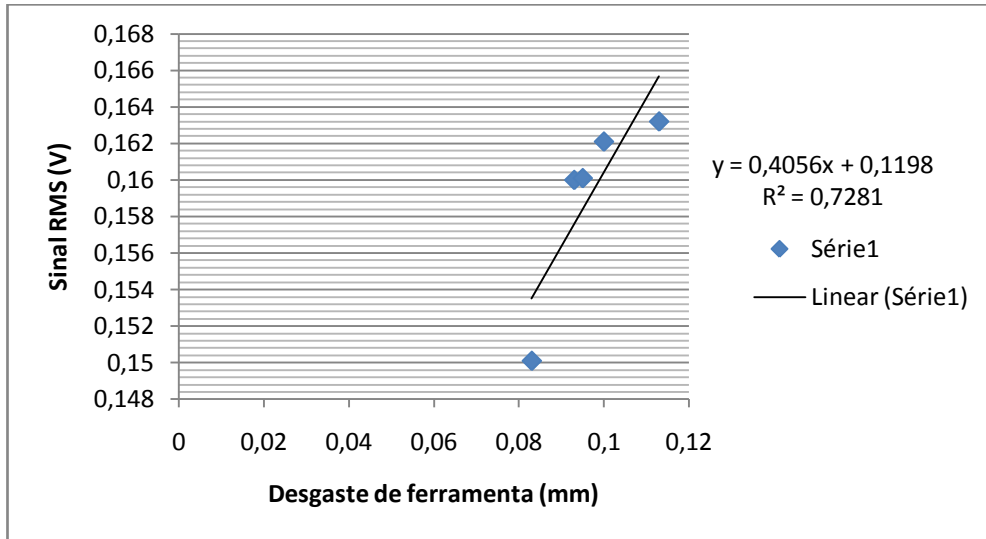


Figura 8 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste com MQF no canal eixo com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Analisando a Fig. (9), que contempla a nuvem de pontos oriundos do teste realizado com MQF com velocidade de corte 50m/min colhidos no acelerômetro fixado na peça, nota-se que os pontos exibem pouca dispersão em relação à reta o que demonstra uma correlação alta entre os parâmetros avaliados assim como os da figura anterior. Fazendo o cálculo do coeficiente de correlação obteve um $r = 0,7814$ o que demonstra uma forte correlação.

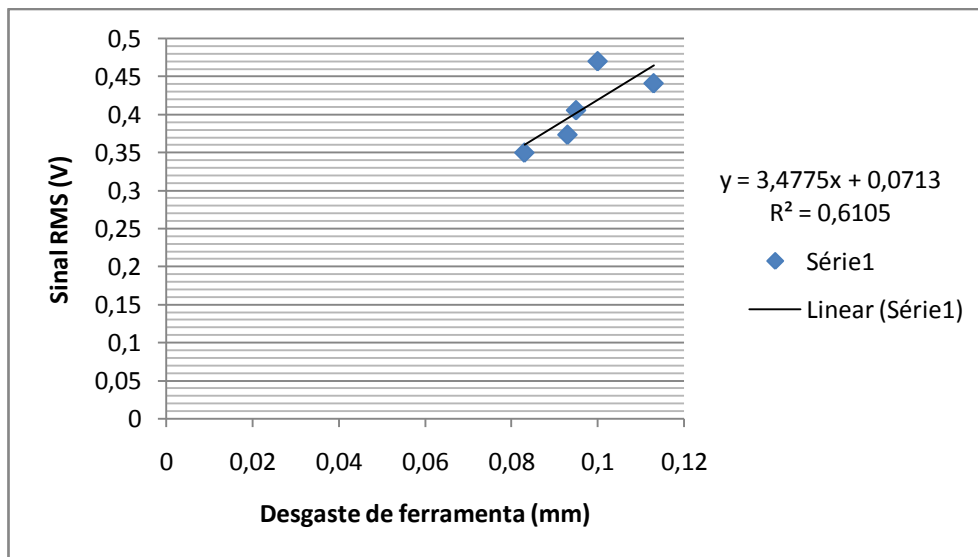


Figura 9 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste com MQF no canal peça com uma velocidade de corte de 50m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

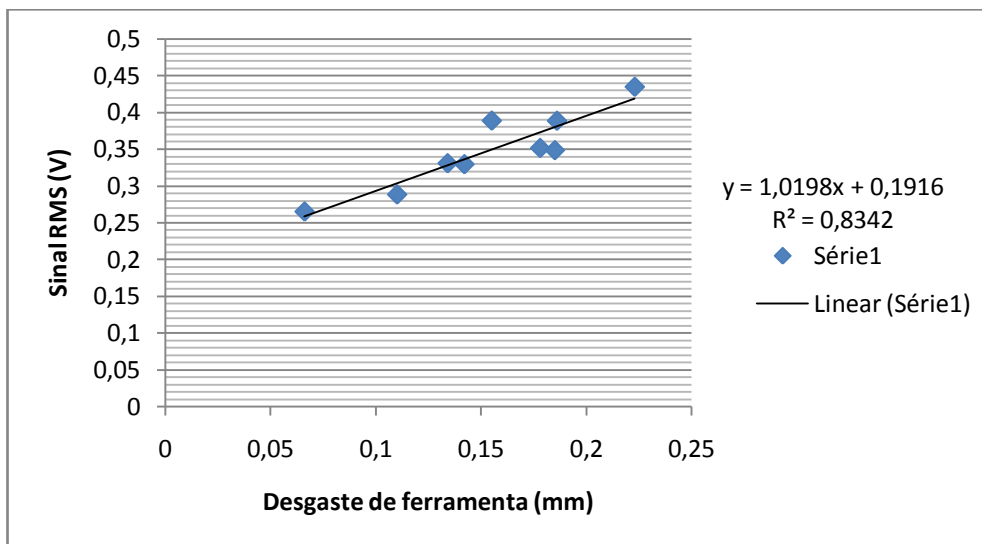


Figura 10 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco no canal eixo com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Avaliando a Fig. (10), que mostra a nuvem de pontos oriundos do teste realizado a seco com velocidade de corte 250m/min colhidos no acelerômetro fixado no eixo-árvore, nota-se que os pontos exibem uma dispersão muito baixa em relação à reta o que demonstra uma correlação alta entre os parâmetros avaliados. Isso pode ser comprovado realizando o cálculo do coeficiente de correlação que deu um $r = 0,9133$, mostrando uma correlação muito forte entre os parâmetros avaliados.

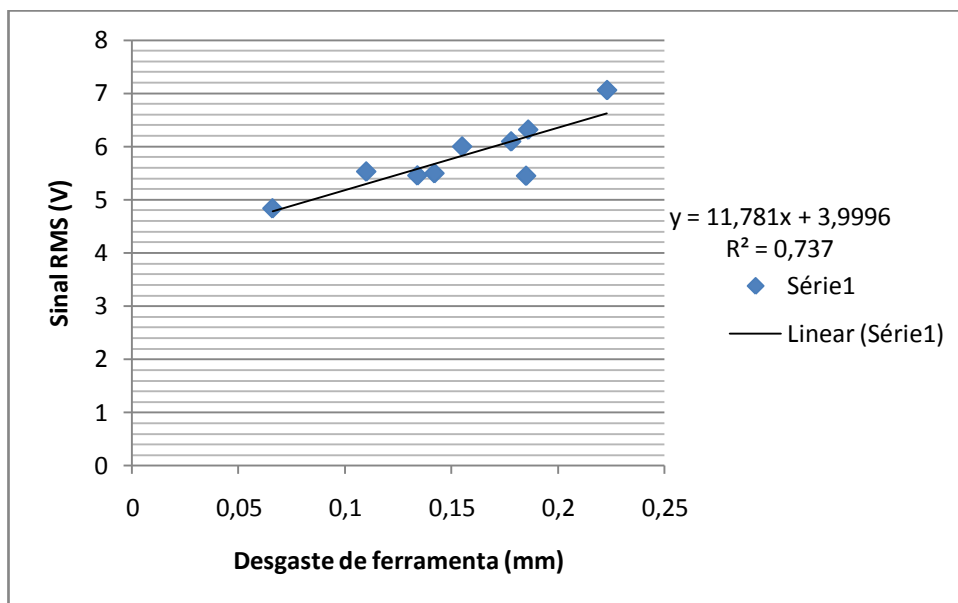


Figura 11– Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste a seco no canal peça com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Analisando agora a Fig. (11), que mostra a nuvem de pontos referentes ao teste realizado a seco com velocidade de corte 250m/min colhidos no acelerômetro fixado na peça, nota-se que os pontos exibem uma dispersão muito baixa em relação à reta, assim como na figura anterior, o que demonstra uma correlação alta entre os parâmetros avaliados. Realizando o cálculo do coeficiente de correlação obteve um $r = 0,8585$, mostrando uma correlação forte entre os parâmetros avaliados.

Avaliando a Fig. (12), que mostra a nuvem de pontos captados no teste realizado com MQF a uma velocidade de corte de 250m/min colhidos com o acelerômetro fixo no eixo-árvore, vê-se que os pontos demonstram uma dispersão bem baixa em relação à reta. Para esta nuvem de pontos achou-se um coeficiente de correlação com um $r = 0,89690$ que demonstra uma forte correlação entre os parâmetros segundo a literatura.

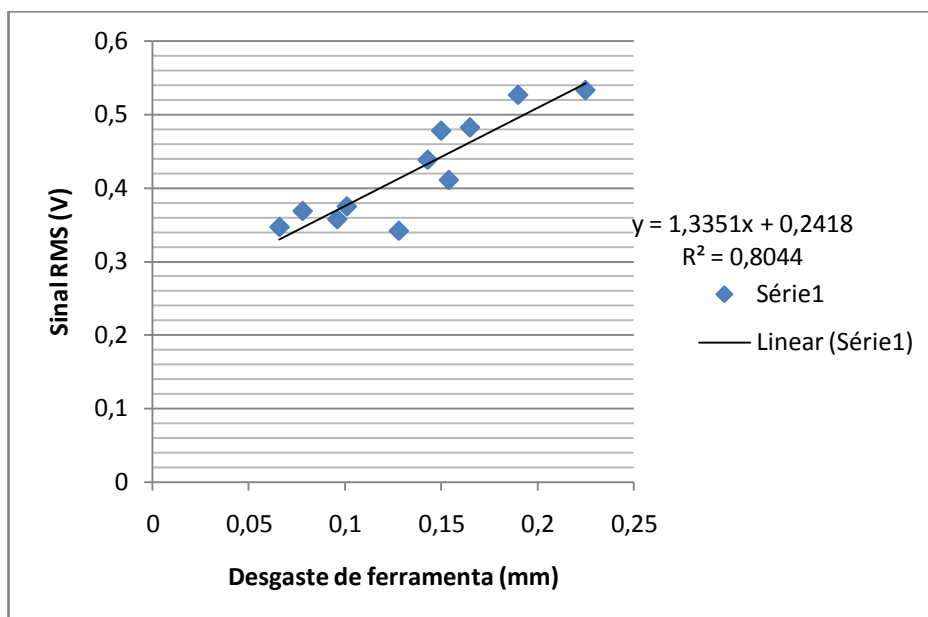


Figura 12 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste com MQF no canal eixo com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

Analisando agora a Fig. (13), que mostra a nuvem de pontos captados no teste realizado com MQF a uma velocidade de corte de 250m/min colhidos com o acelerômetro fixo na peça, vê-se que os pontos demonstram uma baixa dispersão em relação à reta. Para esta nuvem de pontos achou-se um coeficiente de correlação com um $r = 0,8743$ que demonstra uma forte correlação entre os parâmetros.

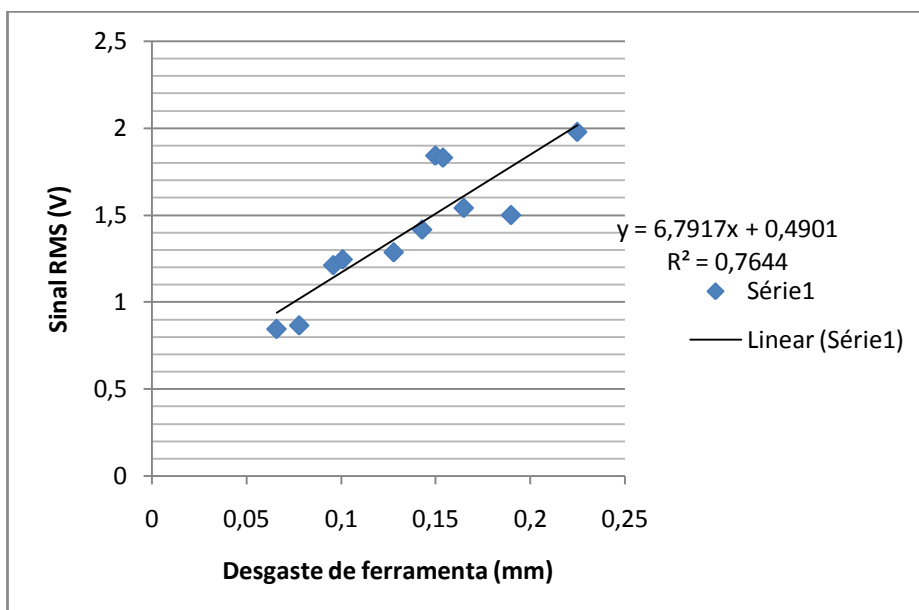


Figura 13 – Nuvem de pontos correlacionando os sinais vibracionais RMS e o desgaste de flanco da ferramenta obtida em teste com MQF no canal peça com uma velocidade de corte de 250m/min, com um avanço por dente de 0,12mm/rev e uma profundidade de corte de 1,5mm.

4. CONCLUSÕES

Avaliando os resultados obtidos conclui-se que os sinais de emissão acústica sofrem interferência significativa do desgaste de ferramenta, isso pode ser comprovado pelos coeficientes de correlação entre ambos.

Conclui-se também que os sinais vibracionais sofrem bastante interferência do desgaste de ferramenta, o que também pode ser comprovado pelos coeficientes de correlação.

Através dos resultados pode-se notar que os sinais vibracionais têm uma maior correlação com o desgaste da ferramenta que os sinais de emissão acústica. Mas vale lembrar que estes estudos foram feitos sem nenhuma interferência de ruído gerada por outros equipamentos, uma vez que foram feitos em laboratório. Suspeita-se que a

extrapolação desses resultados para um ambiente fabril não alcance tal resultado privilegiando a vibração. Uma vez que ela é suscetível a interferências por causa da sua baixa frequência de captação.

Pode-se comprovar também que os sinais vibracionais oriundos do eixo-árvore apresentam uma maior correlação que os captados na peça. Isso foi uma regra em todo o experimento.

Avaliando o uso do fluido, notou-se que seu uso não interferiu para se obter uma correlação entre os parâmetros, salvo na velocidade de corte de 50m/min em que ele reduziu o aparecimento da aresta postiça de corte.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela bolsa de mestrado, à PUC Minas pelo espaço e equipamentos cedidos, ao CNPq (processo 475279/2004-2) e ao IFM (Instituto Fábrica do Milênio) pela verba na compra de materiais.

6. REFERÊNCIAS

- Altintas, Y., 2000; "Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics", Machine Tools Vibrations and CNC Design. 1. Ed. New York. Cambridge University Press.
- Blum, T.; Inasaki, I.; 1990, "A Study on Acoustic Emission from the Orthogonal Cutting Process." Journal of Engineering for Industry. Vol. 112, pp. 203-211.
- Dimla, D. E.; Lister, P. M., 2000, "On-line metal cutting tool condition monitoring I: force and vibration analysis." International Journal of Machine Tools & Manufacture. V. 40, pp. 739-768.
- Maia, L. H. A., Gonzalez, A. G., Landre, Jr., J., Becker, M., Sales, W. F., 2008b, "Influência dos parâmetros de corte nos sinais de emissão acústica." Simpósio de Mecânica Computacional – SIMMEC, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Maia, L. H. A., Landre Jr, J., Becker, M., Sales, W. F., 2008a, "Correlation between the signals of acoustic emission and surface quality when milling of SAE 4140 steel" Congresso SAE Brasil 2008, São Paulo, SP, Brasil.
- Maia, L. H. A., Sousa, F. M. G., Barcellos, C. S., Sales, W. F., 2006, "Evaluation of burr formation phenomenon and roughness when turning SAE 4140 steel." Congresso SAE Brasil 2006, São Paulo, SP, Brasil.
- Matsumoto, H.; Diniz, A. E., 1997, "Torneamento de Aço Endurecido Monitorado por Emissão Acústica e Corrente do Motor." 14ª COBEM, Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Bauru, SP, Brasil.
- Souto, U. B.; "Monitoramento do Desgaste de Ferramenta no Processo de Fresamento via Emissão Acústica." 2007. 198p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – UFU, Uberlândia.
- Tobias, S. A.; Fishwick, W., 1958; "A Theory of Regenerative Chatter." The Engineer – London.
- Willians, R. V., 1968, "Acoustic Emission", British Steel Corporation Ltd., Adam Hilger Ltd., pp.5.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

CORRELATION BETWEEN THE SIGNALS OF ACOUSTIC EMISSION AND VIBRATION WITH THE TOOL WEAR IN MILLING OF ABNT 4140 LOW-ALLOY STEEL

Abstract: *In the current industrial scenery, more and more it has been trying to use a smaller relationship among investment for number of manufactured pieces. Taking into account this scenery, a lot one have been studying on an efficient way of to evaluate the wear and to detect the collapse of the tool, without this comes to commit the production. This work proposes the use of the monitoring using data of acoustic emission and vibration, and to correlate these data obtained with the wear of flank of the tool in the milling of the ABNT 4140 low-alloy steel. For acquisition and treatment of data was used three softwares, of which two were made in the platform LABVIEW, being one to capture the acquired signals in acoustic emission and in vibrations and the other to do the correlation among them. The third software was developed in MATLAB to obtain the necessary treatments to do the correlation among the captured signals. For the accomplishment of the tests a mill of 80 diameter mm was used with six interchangeable inserts. The inserts used were of hard metal threefold coated with TiN, TiCN and Al₂O₃. Data acquisitions were made with the following cutting conditions: cutting speed (vc) of 50 and 250m/min, depth of cut (ap) of 1,5mm and feed per teeth (fz) de 0.12 mm/rev, in dry cutting and utilizing of the MQF method in 60ml/h. The tests form made combining these parameters. It was noted that the signal correlated has a tendency to grow as the wear of the tool will emphasising, if this is not a general rule.*

Key-words: *Acoustic emission, Tool Wear, MQF, Milling.*