



CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

INVESTIGAÇÃO DO CONTEÚDO HARMÔNICO DO SINAL DE EMISSÃO ACÚSTICA QUANDO DA DRESSAGEM DE REBOLOS DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO COM DRESSADOR DE PONTA ÚNICA

Wenderson N. Lopes, wendersonmanin@gmail.com¹

Daniilo M. S. Ribeiro, danpayne16@msn.com¹

Pedro de O. C. Junior, pedroliveira931@hotmail.com¹

Cesar H. R. Martins, cesar.martins@outlook.com¹

Rodrigo S. Ruzzi, rodruzzi@me.com²

Fábio I. Ferreira, fab.kf@hotmail.com¹

Paulo R. Aguiar, aguiarpr@feb.unesp.br¹

Eduardo C. Bianchi, bianchi@feb.unesp.br²

¹Laboratório de Aquisição de Dados e Processamento de Sinais (LADAPS), Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Elétrica, Av. Eng. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, 17033-360, Bauru – SP.

²Laboratório de Usinagem à Abrasão (LUA), Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Elétrica, Av. Eng. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, 17033-360, Bauru – SP.

Resumo: A operação de dressagem é de extrema importância para a obtenção de peças com acabamento de alta qualidade no processo de retificação. Este recurso é utilizado para condicionar o rebolo e restabelecer suas características e formas originais perdidos devido ao desgaste ocorrido ao longo de seu uso, inferindo a necessidade do desenvolvimento de um sistema de monitoramento e controle. Sistemas de monitoramento por emissão acústica têm sido propostos, sem a preocupação de observar as frequências dos sinais que estão relacionadas com a operação e condição de corte do rebolo. Sendo assim, este estudo objetiva investigar o conteúdo harmônico do sinal puro de emissão acústica quando da dressagem de rebolos de óxido de alumínio com dressador de ponta única. Os resultados mostraram que há uma diferença significativa nos valores RMS (Root Mean Square) quando o sinal de emissão acústica é filtrado em bandas de frequências cuidadosamente selecionadas, para diferentes condições de corte estudadas, mostrando aprimoramento para análises em sistemas de monitoramento dessa operação.

Palavras-chave: Dressagem, Monitoramento, Emissão acústica, Conteúdo harmônico.

1. INTRODUÇÃO

A operação de dressagem dentro do processo de retificação é de extrema importância para obtenção do acabamento de peças com alta qualidade. A dressagem é um recurso utilizado para condicionar o rebolo e restabelecer suas características e formas originais, que foram perdidas devido ao desgaste ocorrido ao longo do seu uso. O comportamento de qualquer processo de retificação é altamente dependente do desempenho da ferramenta (MOIA et al., 2014). A retificação é um processo muito complexo, influenciado por diversos fatores e que envolve inúmeras variáveis como a peça a ser produzida, a máquina e o rebolo utilizado (ALVES; BIANCHI; AGUIAR, 2008).

A ferramenta rebolo é o fator único que difere a retificação dos demais processos de usinagem. Esta ferramenta é composta de grãos abrasivos de elevada dureza, presos a uma matriz aglomerante de um material mais mole (MALKIN, 2008). A topografia da mesma e as condições em que é preparada influenciam significativamente no desempenho da retificação (NGUYEN; BUTLER, 2008). A topografia, condições de corte e durabilidade do rebolo são fatores que estão intimamente ligados a operação de dressagem.

A topografia do rebolo é altamente dependente da operação de dressagem que é a operação conjunta de perfilamento e afiação dos rebolos convencionais na retificação (SENA, 2007; MARINESCU, 2007).

A operação de dressagem tem três finalidades principais: a obtenção de desvios de posição mínimos entre a face de trabalho e o eixo de rotação do rebolo, o perfilamento da face de trabalho para uma operação de forma e a remoção da

camada superficial do rebolo com grãos abrasivos gastos e poros entupidos por cavacos para melhorar a agressividade da superfície de trabalho (OLIVEIRA, 1988).

Na dressagem são utilizadas ferramentas (dressadores) que irão afiar o rebolo removendo material até que as arestas de corte do mesmo estejam expostas, o que determinará que a ferramenta abrasiva estará pronta para ser usada novamente na retificação, sem que danos venham a ser causados na peça em produção. O dressador de ponta única é o método mais utilizado na dressagem de rebolos e também a ferramenta de dressagem mais simples, de fácil aquisição e baixo custo (SALMON, 1992; MARINESCU et al., 2007 apud MOIA, 2012).

O mecanismo cinemático da operação de dressagem consiste em deslocar o dressador transversalmente ao rebolo em movimento de rotação. A penetração do dressador a uma determinada profundidade de dressagem (a_d) implica numa largura de atuação de dressagem (b_d) e, este valor, pode ser determinado medindo-se a ponta do dressador com um projetor de perfis (OLIVEIRA et al., 2002).

O desenvolvimento de um sistema de monitoração e controle em tempo real é de fundamental importância para se obter a automação dos processos de usinagem. Desse modo, pode-se obter um processo capaz de estabelecer o momento da troca de uma ferramenta e realizar mudanças nos parâmetros de operação visando a otimização do processo (AGUIAR et al., 2009). Objetivando a otimização desse processo, a tecnologia de emissão acústica (EA) tem avançado significativamente, sendo amplamente investigada como um método não destrutivo para o monitoramento de processos de usinagem.

A emissão acústica é definida como a liberação de ondas oscilatórias emitidas por um material reagindo a um esforço. As emissões acústicas geradas durante os processos de usinagem são relacionadas com o estado do processo e condições da ferramenta e da peça (MARTINS, 2013).

No processo de retificação, o processamento dos sinais de emissão acústica (EA) tem sido utilizado, tanto para estimação de desgaste da ferramenta de dressagem quanto para o estudo da ferramenta de corte. O monitoramento via emissão acústica tem as seguintes vantagens: custo relativamente baixo, dimensões reduzidas, fácil montagem, resistência a influências externas e são capazes de monitorar peças em rotação (MARINESCU; HITCHINER et al., 2007).

Os sensores de EA captam sinais de alta frequência em torno de 50 kHz a 1000 kHz, e está acima da faixa de muitos ruídos advindos de fontes externas ao processo de retificação (KLUFT, 1994; BIFANO, 1992). Essa característica é um diferencial na automação dos processos de retificação, que no geral, são realizados em ambiente com muitos ruídos.

A transformada de Fourier é muito utilizada para o estudo de frequências características do processo de retificação. Esta ferramenta, por meio de suas representações no domínio da frequência, propicia a análise de sinais (NALON, 2009). No estudo do conteúdo harmônico do sinal de emissão acústica, tem-se utilizado em pesquisas a FFT (*Fast Fourier Transform*), que é um algoritmo implementado no MATLAB.

Para medir a magnitude das frequências característica do processo de retificação utiliza-se com frequência a estatística RMS. A estatística RMS (do inglês, *root mean square*) ou valor eficaz, se refere a potência eficaz dissipada em uma carga (NILSON; RIEDEL, 2009).

O processo de retificação exige as melhores condições possíveis e é imprescindível que o rebolo esteja em ótimas condições de uso, por isso, é importante que se faça uma operação de dressagem adequada, já que as condições do rebolo são altamente dependentes da mesma. Desta forma, segundo Aguiar et al. (2009), o monitoramento do processo é importante para que se possa determinar o momento exato de reavivar ou trocar a ferramenta de corte.

2. JUSTIFICATIVA E PROPÓSITO

Nas indústrias, dentro dos processos de retificação, a operação de dressagem normalmente é realizada com base nas informações dos operadores, feita de forma empírica, não existindo, portanto, um método exato e geral que defina o momento correto no qual se deve parar a dressagem (MOIA, 2012).

Quanto menor o custo e mais preciso for o sistema de monitoração da operação de dressagem, maior será a contribuição para a otimização do processo de usinagem. Desta forma, justifica-se a realização deste trabalho em investigar o conteúdo harmônico do sinal de EA quando da operação de dressagem, a fim de contribuir para análises mais eficazes e, portanto, para o aprimoramento do monitoramento dessa importante operação.

O desenvolvimento de sistemas de monitoração e controle é de fundamental importância para a operação de dressagem, de forma a garantir a qualidade dessa operação, bem como minimizar o desperdício de material do rebolo. Sistemas de monitoramento por emissão acústica têm sido propostos. Contudo, é importante observar as frequências do sinal proveniente da operação de dressagem para que se possa relacioná-lo com as diferentes condições de corte do rebolo.

Destarte, considerando a importância do monitoramento da operação de dressagem e da necessidade crescente de automação do processo de retificação, o presente trabalho destina-se a realizar estudos referentes ao conteúdo harmônico do sinal puro de emissão acústica quando da dressagem de rebolos de óxido de alumínio com dressador de ponta única com vista a aumentar o domínio tecnológico em relação ao processo de retificação, objetivando a contribuição para a otimização da operação de dressagem.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O banco de ensaios foi montado e configurado de tal forma que, a partir das condições de dressagem estabelecidas para o ensaio, a variável de saída (EA) pudesse ser medida em tempo real para posterior processamento, análise e discussões dos resultados obtidos.

3.1. Banco de Ensaios e Coleta de Dados

O banco de ensaios constituiu-se de um rebolo de óxido de alumínio do fabricante Norton com especificação 38A220KVS, dimensões de 355,6 x 12,7 x 127 mm, e rotação máxima de 1775 RPM, instalado em uma máquina retificadora tangencial plana modelo RAPH – 1055, da marca Sulmecânica.

O fluido de corte empregado foi do tipo emulsão, com uma concentração controlada em torno de 4% em volume de óleo. Utilizou-se um dressador de ponta única de diamante e um sensor EA fixado ao suporte do dressador. Para a medição dos sinais de emissão acústica puro em tempo real foi utilizado um sistema de aquisição de sinais, composto pelo sensor e um módulo processador de sinais do fabricante Sensis, modelo DM42.

A Figura 1 ilustra a operação de dressagem e o monitoramento pelo sensor de emissão acústica posicionado no suporte do dressador. Antes de cada ensaio o rebolo foi desgastado sob condições severas de usinagem. O desgaste foi feito através da retificação de uma peça de aço ABNT 1020 sem a utilização do fluido de corte até ocorrer a queima da peça. O ensaio consistiu em uma operação de dressagem de 22 passadas com profundidade de dressagem (a_d) constante de 10 μm , a largura de atuação do dressador (b_d) foi de 165 μm e o grau de recobrimento (U_d) igual a um.

O ensaio foi realizado de tal forma a se obter três condições da ferramenta rebolo, sendo elas: rebolo sem capacidade de corte, rebolo com mediana capacidade de corte e com total capacidade de corte. Obteve-se também a agressividade da superfície de corte do rebolo em 3 momentos durante o ensaio.

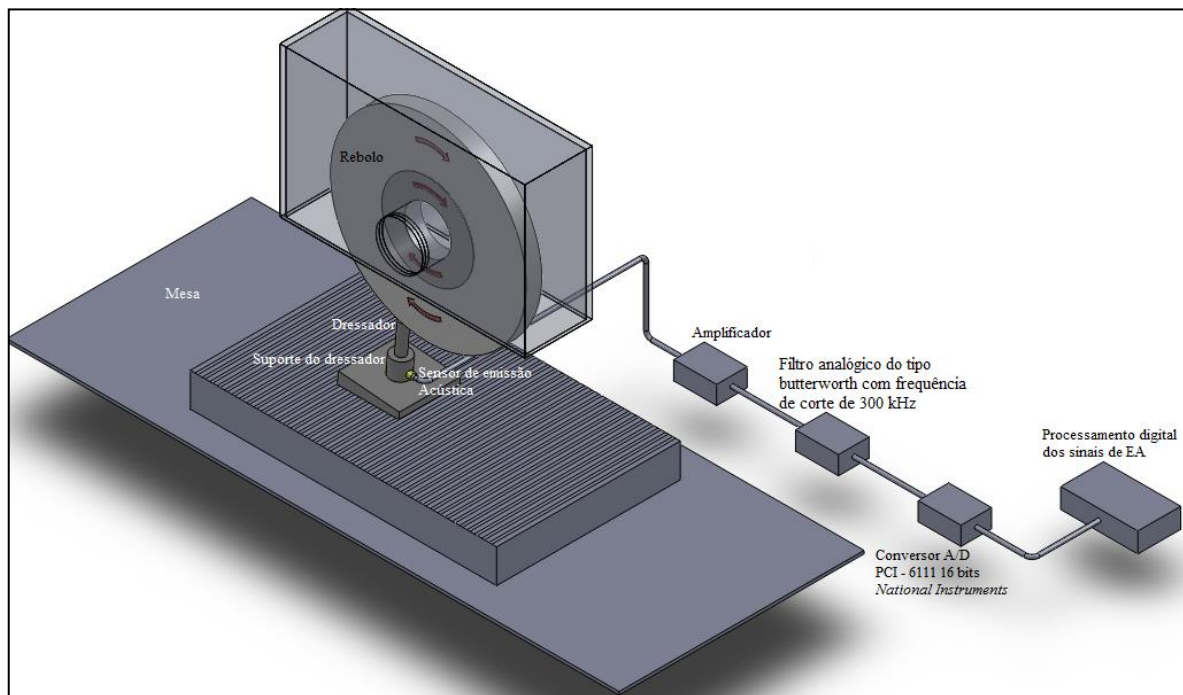


Figura 1. Banco de ensaio de dressagem e aquisição dos sinais de emissão acústica (EA)

O sinal de emissão acústica puro foi coletado por uma placa de aquisição de dados, modelo PCI-6111E, da National Instruments, a uma taxa de aquisição de um milhão de amostras por segundo. A placa de aquisição foi instalada em um microcomputador com o *software* LabVIEW, no qual foi desenvolvido um programa para possibilitar a comunicação com a placa, aquisição dos dados e o armazenamento dos dados em arquivos binários para posterior processamento digital.

Um filtro analógico foi empregado após o módulo de emissão acústica, possuindo as seguintes características: passa-baixa, tipo *Butterworth*, de segunda ordem e frequência de corte de 300 kHz. O uso desse filtro se justifica pelo estudo em frequência realizado do sinal de EA puro, em que se observou que frequências acima de 200 kHz são praticamente inexistentes. Esta característica pode ser observada na Fig. 2. Adicionalmente, o filtro analógico evita o efeito de *aliasing* no sinal amostrado.

O sinal puro de emissão acústica foi posteriormente analisado quanto ao seu conteúdo harmônico relacionado com a condição do rebolo. Antes da obtenção dos espectros médios de frequência, utilizou-se em todos os sinais coletados um filtro digital passa-alta do tipo *Butterworth*, com frequência de corte de 50kHz e ordem 5, implementado no MATLAB.

A partir destes espectros, escolheu-se a melhor banda de frequência que caracterizou três estados distintos da capacidade de corte (agressividade) do rebolo.

Em seguida, realizou-se a filtragem digital do sinal de emissão acústica puro para a banda de frequência escolhida utilizando um filtro digital passa-banda do tipo *Butterworth*, de ordem 5, também implementado no *software* MATLAB, este apresentou melhor resposta em frequência (menor distorção) para a banda escolhida.

Por fim, obteve-se o valor médio quadrático (RMS) para o sinal original sem filtro passa-banda, e para os sinais filtrados com este, utilizando blocos de 1024 pontos (~ 1 milissegundo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de estudar melhor o comportamento do conteúdo harmônico do sinal puro de emissão acústica, o presente estudo utiliza a FFT e RMS juntamente com filtros digitais, para melhor relacionar as características de corte do rebolo com o conteúdo harmônico do sinal de emissão acústica.

O estudo do espectro de frequência dos sinais de emissão acústica teve como objetivo determinar uma correlação entre características desses sinais com o nível de afiação do rebolo, de maneira que se possa determinar quando o mesmo está ou não afiado (com ou sem capacidade de corte).

O espectro de frequência foi obtido por meio da FFT, que é um algoritmo implementado com uma função específica do *software* MATLAB. Para a obtenção do espectro seguiram-se os seguintes passos: obteve-se o trecho da passada; a partir desse trecho selecionou-se nove pontos equidistantes; a partir de cada ponto escolhido, foi calculado o espectro de frequência utilizando 8192 pontos; cada espectro foi calculado utilizando uma janela de Hanning. Após a obtenção dos nove espectros foi calculado um espectro médio.

Os resultados dos espectros médios obtidos para as passadas 1, 11 e 22, são apresentados na fig. 2, sendo que as passadas representam, respectivamente, as características de corte do rebolo (sem capacidade de corte, com mediana capacidade de corte e com total capacidade de corte).

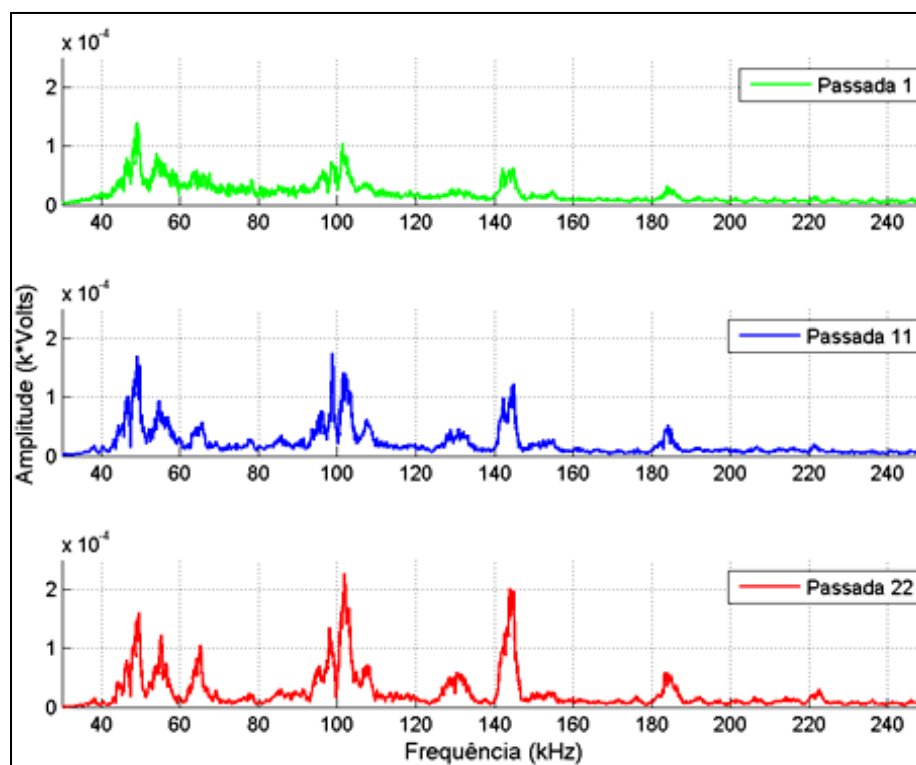


Figura 2. Espectro médio de frequência das passadas 1, 11 e 22

Observa-se nos espectros dos sinais de EA mostrados nas Fig. 2, para as passadas 1, 11 e 22, que os três sinais apresentam características diferentes no domínio da frequência de acordo com as condições de corte do rebolo. Com base nessa análise, buscou-se realizar um estudo da energia deste sinal em uma banda de frequência cuidadosamente selecionada a partir da FFT, com o objetivo de inferir informações relacionadas com as condições de corte da ferramenta abrasiva (rebolo). Na Figura 3(B) pode-se visualizar a banda que melhor caracterizou as condições de corte do rebolo.

Com base nas observações do espectro de frequência, pode-se notar o comportamento da condição da ferramenta em várias faixas de frequência e, por meio da análise, associar comportamentos das frequências ao estado de corte da ferramenta.

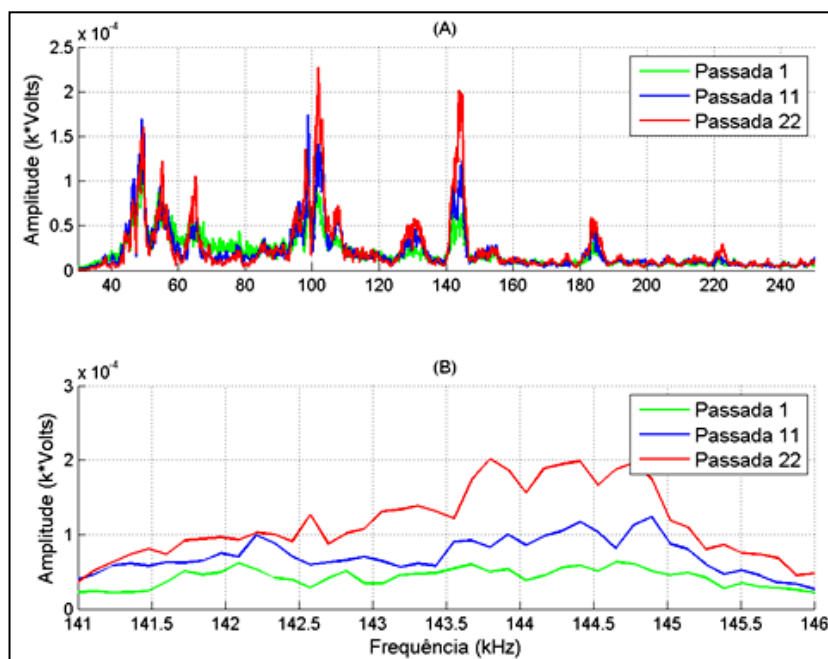


Figura 3. Espectro médio de frequência (A), e banda de frequência escolhida (B)

Observa-se no espectro de frequência da Fig. 3(A), que nas frequências abaixo de 90 kHz tem-se amplitudes menores, e acima desta, tem-se amplitudes maiores onde as condições de cortes do rebolo se destacam nas amplitudes mais altas.

A banda de frequência que melhor caracteriza as condições de corte da ferramenta abrasiva (rebolo), para as condições de dressagem destacadas, ficou entre 141 kHz e 146 kHz como pode ser visualizado na Fig. 3 (B), de modo que após os sinais serem filtrados nesta banda, foi calculado o valor RMS (*Root Mean Square*) para todas as passadas do ensaio.

A agressividade da superfície de corte do rebolo foi medida ao longo do ensaio de dressagem em três momentos, no início, no meio e no fim do ensaio, observando-se que cada momento corresponde a um volume de material removido do rebolo. A agressividade do rebolo em relação ao volume de material removido pode ser observada na Fig. 4, percebe-se nesta que antes do início do ensaio o rebolo está totalmente cego (não afiado), e à medida que a remoção de material da ferramenta abrasiva vai evoluindo, esta recupera sua capacidade de corte (sua agressividade).

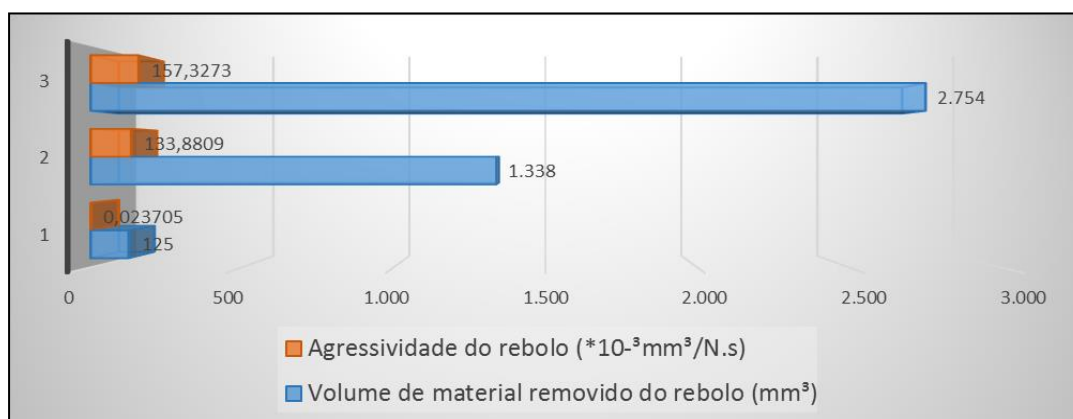


Figura 4. Agressividade do rebolo (*10⁻³ mm³/N.s) x Volume de material removido do rebolo (mm³)

Percebe-se também que a ferramenta sem capacidade de corte é destacada nas frequências com amplitudes baixas, e conforme a dressagem acontece e material vai sendo removido, a agressividade do rebolo se torna maior, como se observa na Fig. 4, e a amplitude das frequências aumentam proporcionalmente ao longo da operação de dressagem, como pode ser visualizado na Fig. 3(B). Isso acontece devido ao atrito entre o rebolo e o dressador ser maior à medida que o rebolo restabelece sua capacidade de corte durante esse processo. Como o atrito entre o dressador e o rebolo aumenta à medida que o rebolo é retificado, a fonte de geração de emissão acústica também se eleva, e essa característica explica as mudanças geradas no conteúdo harmônico do sinal de EA para diferentes condições de corte do rebolo.

Foi calculado também o RMS para os sinais não filtrados na banda escolhida, com o objetivo de comparar os efeitos da utilização do filtro. Após o cálculo do RMS dos sinais filtrados e não filtrados na banda que melhor representa as condições de corte do rebolo, foi utilizado um filtro passa-baixa, com frequência de corte (F_c) de 5Hz, e ordem 5, com o intuito de atenuar o ruído contido no sinal e, então, foi calculada a média e o desvio padrão para os sinais RMS das 22 passadas, com e sem filtro, como pode ser visualizado na Fig. 5.

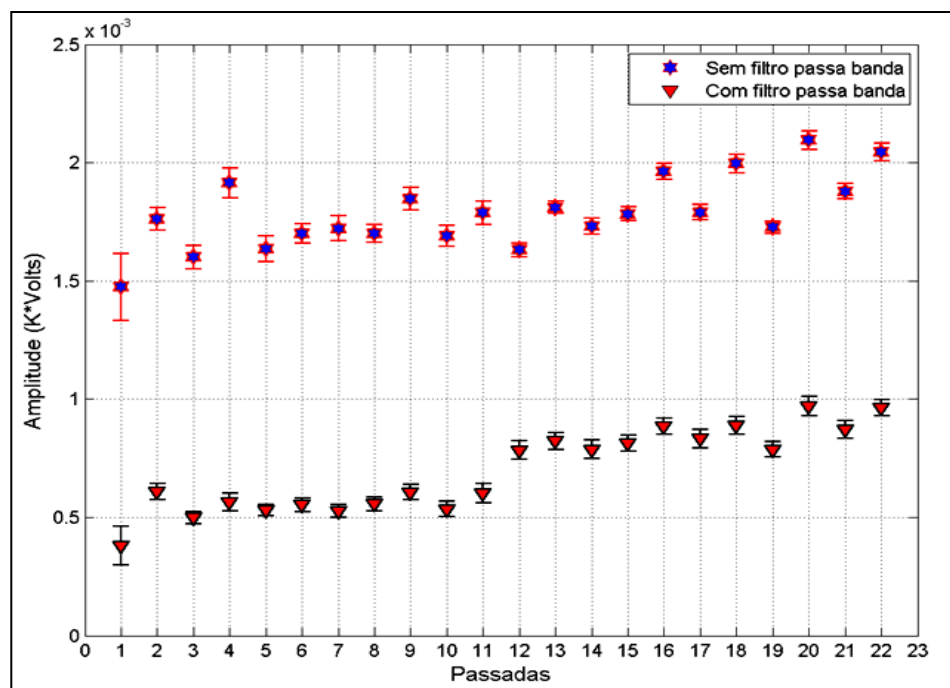


Figura 5. Valores médios RMS e desvio padrão das 22 passadas, com e sem filtro passa-banda

Na Figura 5 nota-se que, para os sinais não filtrados, a média RMS fica muito dispersas (osciladas), enquanto que para os sinais filtrados, a média RMS segue um crescimento uniforme (com menor oscilação). Observa-se também que para a décima primeira passada, o rebolo está com sua capacidade de corte restabelecida, e que a partir desta, não há um crescimento significativo da agressividade para a mesma quantidade de material removido. Isso pode ser visto na Fig. 4.

O crescimento significativo da agressividade do rebolo está entre 125 e 1.338 mm³ de material removido, e a partir deste ponto, esta agressividade é praticamente a mesma. Desta forma, pode-se concluir que para 1.338 mm³ de material removido, o rebolo está reconicionado (com capacidade de corte), e que todo o material removido a partir deste ponto é perdido. Este fator explica a estabilidade das medias RMS a partir da decima primeira passada, que pode ser facilmente observada na Fig. 5 para os sinais filtrados na banda de frequência que melhor caracterizou as condições de cortes do rebolo.

5. CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, verificou-se que aplicando algumas ferramentas, tais como: FFT para estudo do espectro do sinal, RMS para o estudo de energia e utilizando filtros digitais nas curvas dos sinais de emissão acústica, foi possível analisar o comportamento dos sinais obtidos nos ensaios e, assim, obteve-se informações importantes do processo de monitoramento da operação de dressagem.

Os resultados mostraram uma diferença significativa nos valores RMS quando o sinal de emissão acústica foi filtrado em uma banda de frequência cuidadosamente selecionada. Com base nas análises dos espectros de frequências e energia acústica dos sinais de EA, foi possível obter curvas características para as condições de corte do rebolo, mostrando aprimoramento para análises em sistemas de monitoramento dessa operação. Observou-se também que as bandas de frequências que estão diretamente ligadas a capacidade de corte da ferramenta abrasiva estão entre 90 e 150 kHz, já as frequências características da operação de dressagem está entre 50 e 200 kHz.

Após a análise das curvas obtidas para a estatística RMS com e sem filtro, pode-se concluir que a utilização de filtros, como o passa-banda, possibilita melhor a análise das curvas características da operação de dressagem. Nota-se também maior facilidade para definir um volume máximo de material removido do rebolo que caracterize a sua capacidade de corte restabelecida, quando se observa a curva RMS filtrada, e tem-se uma dificuldade considerável em realizar essa análise para a curva RMS não filtrado.

O estudo traz informações que possibilitam inferir quando o rebolo está ou não com capacidade de corte, e essas informações são de grande importância para o processo de retificação, pois impede que a peça continue sendo retificada sem que a ferramenta tenha a condição de corte necessária para estar em utilização.

Foram apresentadas importantes características do processo de monitoramento da operação de dressagem, e dessa forma, tem-se maior confiabilidade e possibilidade de otimização desse processo. Os resultados mostraram ainda uma interessante tendência na utilização de filtros para melhor caracterização da condição do rebolo, mostrando aprimoramento para análises em sistemas de monitoramento dessa operação.

Ressalta-se que os resultados obtidos neste trabalho são válidos apenas para os parâmetros e ferramentas aqui mencionados.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P. R. et al. Monitoring the dressing operation in the grinding process. **International Journal of Machining and Machinability of Materials**, v. 5, n. 1, pp. 3-22, 2009.
- ALVES, M. C. S.; BIANCHI, E. C.; AGUIAR, P. R. **Influência da velocidade de avanço do rebolo nos danos de aços endurecidos retificados**. Revista Matéria, v. 13, n. 4, pp. 636 – 642, 2008.
- BIANCHI, E. C.; ROBERTO, A., P.; PIUBELI, B. N. **Utilização dos fluídos de corte nos processos de retificação**. São Paulo: Artílber, 2004.
- BIFANO, T. G.; Yi, Y. Acoustic emission as an indicator of Material-Removal regime in Glass Micro-Machining. **Precision Engineering**, v. 14, n. 4, p. 219-228, 1992.
- COELHO, R. T. **Estudo experimental da profundidade de dressagem de rebolos na retificação de precisão usando método do disco retificado**. 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- HASSUI, A., D. A. E. et al. Experimental Evaluation on grinding Wheel wear trough vibration and acoustic emission. **Wear**, n. 217, pp. 7-14, 1998.
- KLUFT, W. A monitoração dos processos reduz custos e desperdícios. **Revista Máquinas & Metais**, v. 10, p. 60-80, 1994.
- MALKIN. S.; GUO, C. **Grinding Technology: theory and applications of machining with abrasives**. 2nd. Boston: University of Massachusetts, United Technologies Research Center, 2008.
- MARINESCU, I. D. et al. Handbook of Machining with Grinding Wheels. [s.l.]: CRC Press, 2007.
- MARTINS, C. B. **Classificação de níveis de desgaste de dressadores de ponta única utilizando sinais de emissão acústica e redes neurais artificiais**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru.
- MOIA, D. F. G. **Aplicação de redes neurais artificiais no monitoramento da operação de dressagem**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru.
- MOIA, D. F. G. et al. Tool Condition Monitoring of Aluminum Oxide Grinding Wheel in Dressing Operation Using Acoustic Emission and Neural Networks. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 21 may 2014.
- NALON, J. A. **Processamento digital de sinais**. São Paulo: LTC, 2009.
- NILSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos Elétricos**. [s.l.;s.n.], 2009.
- NGUYEN, A. T.; BUTLER, D. L. Correlation of grinding wheel topography and grinding performance: a study from a viewpoint of three-dimensional surface characterisation. **J Mater Process Tech**, v. 208, n. 1-3, pp. 14–23, 2008.
- OLIVEIRA, J. F. G. **Análise da ação do macro efeito de dressagem de rebolos no desempenho do processo de retificação**. 1988. 272p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- OLIVEIRA, J. F. G. et al. A new system to get information about the grinding wheel performance, **Abrasives Magazine** – april/may, pp. 24-30, 2000.
- OLIVEIRA, J. F. G.; DORNFELD, D. A. Application of AE Contact Sensing in Reliable Grinding Monitoring. **CIRP Annals...** v. 50, n. 1, pp. 217-220, 2001.
- OLIVEIRA, J. F. G.; SILVA, E. J.; BIFFI, M. New architecture control system for an intelligent high speed grinder. **Abrasives Magazine** – oct./nov., pp. 1-8, 2002.
- SENA, L., **Avaliação do sistema de posicionamento do carro porta-rebolo numa retificadora CNC Flexa 600-L com o auxílio de sinais de emissão acústica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVA, L. R. et al. Analysis of surface integrity for minimum quantity lubricant– MQL in grinding, **Int. J. Mach. Tools Manuf.** v. 47, pp. 412 – 418, 2007.
- WEGENER, K. et al. Conditioning and monitoring of grinding wheels. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 60, n. 2, pp. 757–777, 2011.
- XUE, L.; NAGHDY, F.; COOK, C. Monitoring of wheel dressing operations for precision grinding, **IEEE ICIT'02**, Bangkok, 2004.

7. RESPONSABILIDADES AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

STUDY OF THE ACOUSTIC EMISSION ESPECTRA WHEN DRESSING ALUMINUM OXIDE GRINDING WHEEL WITH SINGLE-POINT DRESSER

Wenderson N. Lopes, wendersonmanin@gmail.com¹

Danilo M. S. Ribeiro, danpayne16@msn.com¹

Pedro de O. C. Junior, pedroliveira931@hotmail.com¹

Cesar H. R. Martins, cesar.martins@outlook.com¹

Rodrigo S. Ruzzi, rodruzz@me.com²

Fábio I. Ferreira, fab.kf@hotmail.com¹

Paulo R. Aguiar, aguiarpr@feb.unesp.br¹

Eduardo C. Bianchi, bianchi@feb.unesp.br²

¹Laboratório de Aquisição de Dados e Processamento de Sinais (LADAPS), Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Elétrica, Av. Eng. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, 17033-360, Bauru – SP.

²Laboratório de Usinagem à Abrasão (LUA), Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Elétrica, Av. Eng. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, 17033-360, Bauru – SP.

Abstract. *The dressing operation is of utmost importance to obtain the finished workpieces with high quality in the grinding process. This feature is used to condition the grinding wheel and restore its original characteristics and forms lost due to wear occurred over its use inferring the need to develop monitoring and control systems. Monitoring systems for acoustic emission have been proposed, without the worry of observing the signal frequencies that are related to the operation and cutting condition of the grinding wheel. Thus, this study aims to investigate the harmonic content of the raw signal of acoustic emission when the dressing of aluminum oxide grinding wheels with single point dresser. The results showed that there is significant difference in the RMS values when the acoustic emission signal is filtered over certain frequency bands carefully selected for different conditions studied, showing an improvement of analysis towards monitoring this operation.*

Keywords: *Dressing, Monitoring, Acoustic emission, Harmonic content.*