

MONITORAMENTO DO PROCESSO DE USINAGEM VIA ACABAMENTO SUPERFICIAL

Gondim, Raquel M.

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

Duarte, Marcus A. V.

mvduarte@mecanica.ufu.br

Resumo: *Sistemas de monitoramento e controle do processo de usinagem são desenvolvidos com o objetivo de detectar indícios de deterioração da ferramenta causados principalmente pelo desgaste da ferramenta. O estudo do acabamento superficial das peças usinadas se justifica devido à influência deste nas condições de funcionamento e na confiabilidade dos componentes mecânicos. Este trabalho tem como objetivo utilizar técnicas de manutenção preditiva para o monitorar qualitativamente o desgaste sofrido por uma ferramenta durante o processo de usinagem e da qualidade dos produtos usinados. Um procedimento estatístico para a definição de valores limites de sintomas para detecção de tempo de falhas será utilizado para definir parâmetros estatísticos a serem utilizados na distribuição de Weibull. O processo será o torneamento de uma peça de aço inox 316, a seco sem variar as condições de corte, considerando o critério de fim de vida será a quebra da ferramenta. Será realizada a análise dos parâmetros R_a , R_p , R_q , R_t , R_z , R_{3z} , R_{rms} e R_c , visando monitorar a vida da ferramenta de corte através da correlação entre o aumento da rugosidade da peça usinada com o tempo total do processo.*

Palavras-chaves: *Monitoramento, Rugosidade, Torneamento*

1. INTRODUÇÃO

Através da adoção de técnicas preditiva, é possível antecipadamente detectar e diagnosticar defeitos em desenvolvimento nos equipamentos industriais antes da quebra destes, propiciando a programação pontual das intervenções de manutenção. A Manutenção Preditiva aliada à qualidade total representa uma ferramenta eficaz para o aumento de disponibilidade dos equipamentos e redução de custos operacionais. As empresas estão à procura de uma manutenção de custo baixo, possa garantir o funcionamento dos equipamentos para assegurar um processo de produção ou serviço com confiabilidade e segurança. É neste contexto que a manutenção preditiva ganha espaço, pois prevê as falhas nos equipamentos através da observação de determinados parâmetros relacionados aos equipamentos em funcionamento. Dentre estes parâmetros pode-se destacar: medições de vibrações, medições de ruídos, medição de temperatura, análise de óleo, técnicas de emissão acústica entre outros. A opção pelo parâmetro e a forma de investigação mais adequada, que retrate com maior acuidade o que se investiga, são fatores relevantes e determinantes.

O acompanhamento dos sinais de vibrações é o mais importante dentre estes, pois podemos acompanhar e identificar 80% dos defeitos em máquinas rotativas (Duarte, 1999), as quais são as mais comuns dentro de uma indústria. Através dos dados conseguidos pode-se ter uma análise técnica, onde o resultado desta análise indica a natureza da falha, e estabelece quais são os

elementos críticos do sistema. Pode-se, ainda, montar um histórico do equipamento, que permitirá estabelecer quais são os elementos de falhas mais frequentes e o tempo decorrido entre as falhas.

A premissa fundamental sobre a qual se baseia a análise de vibração como técnica aplicada à manutenção industrial é: "Cada componente ou cada tipo de deficiência mecânica de uma máquina em operação produz uma vibração de frequência específica que em condições normais de funcionamento, alcança uma amplitude máxima determinada" (YA' Cubsohm, 1983). Através desta definição, é possível medindo e analisando a vibração estabelecer sua origem, identificar cada componente da máquina e o tipo de falha que está gerando, também pode avaliar o estado mecânico do componente que a produz ou a gravidade da deficiência detectada. Dentre as técnicas de monitoramento a técnica de medições vibração se destaca pelo fato do sistema de medição não ser intrusivo, a instrumentação ser relativamente barata e pelos resultados alcançados.

Considerando o monitoramento do desgaste de uma ferramenta num processo de usinagem como sendo um caso particular de manutenção preditiva, é possível monitorar todos os processos dinâmicos de corte via análise dos sinais de vibração. A utilização da análise de vibração no monitoramento do processo de torneamento tem chegado a bons resultados Meola et al (2002).

Este trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento de uma modelagem estatística que ao ser implementada, possa aperfeiçoar o protocolo para análise dos resultados dos ensaios de usinagem. Para isso pretende-se correlacionar sinais de vibração com parâmetros de acabamento superficial. E a seguir para definição dos valores limite dos sintomas é utilizado o método da distribuição de Weibull para determinar e classificar o estado das ferramentas de corte com confiabilidade; os sinais serão obtidos através de dois sensores posicionados em locais estratégicos na máquina.

2. VALORES LIMITES DOS SINTOMAS VIA MONITORAÇÃO DE VIBRAÇÕES

A missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade. Confiabilidade é segundo Dias (1996) a probabilidade de um item desempenhar uma determinada função de forma adequada, durante um intervalo de tempo, sob condições especificadas. Para compreender esta definição é necessário perceber que ela possui quatro estruturas fundamentais ou quatro categorias: probabilidade, comportamento adequado, período de uso e condições de uso; estas categorias e seus significados devem ser considerados integralmente em cada etapa do ciclo de vida do produto, no processo do projeto, bem como na análise dos dados.

Matematicamente, pode-se citar uma codificação cujo objetivo é sintetizar um conjunto ou histórico de informações num percentual, visando facilitar a decisão do projeto. A seguir matematicamente, confiabilidade $R(t)$ é a probabilidade de um item não falhar entre um tempo inicial t_0 , e um tempo final t , considerando que o item esteja atuando desde t_0 . O complemento da função confiabilidade, é denominado de função de probabilidade acumulativa $F(t)$ que é a probabilidade do item falhar no mesmo intervalo de tempo $[t_0, t]$. A probabilidade de ocorrer um e outro evento, em qualquer tempo t é igual a 1. Portanto:

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (1)$$

A função $F(t)$, dependendo da aplicação, é frequentemente representada pela distribuição de Weibull e Exponencial, e dependendo do caso pela distribuição Normal, Log-Normal, Poisson e Binomial. Porém a distribuição de Weibull é a que melhor representa o evento relacionado com a taxa de falha do sistema (Dias, 1996), pois não tem a exigência da taxa de falha ser constante como acontece, por exemplo, na distribuição exponencial.

Falha pode ser definida como a cessação da função de um item ou incapacidade de satisfazer a um padrão de desempenho previsto. A taxa de falhas é uma função importante em manutenção dada por:

$Z(t) = \text{n}^\circ \text{ de falha} / \text{n}^\circ \text{ total de horas de operação.}$
 A função taxa de falha denotada por $Z(t)$ é definida:

$$Z(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}, \quad Z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{para } F(t) < 1 \quad (2)$$

A taxa de falha é dependente em relação ao tempo. Baseado neste aspecto pode ter três situações, uma taxa constante, decrescente ou crescente com relação ao tempo. Onde a fase inicial representa as falhas de partida com a taxa de falha decrescente, o intervalo seguinte representa uma estabilização da taxa de falha que permanece constante, denominada de vida útil, a última fase do equipamento é onde a taxa de falha é crescente é a fase da degradação.

A distribuição de Weibull mostra-se adequada para leis de falhas em equipamentos sempre que o sistema for composto de vários componentes e a falha seja essencialmente devida a “mais grave” imperfeição, dentre um grande número de “imperfeições”. Nesta distribuição a taxa de falha não precisa ser constante, por isso foi eleita como uma das ferramentas mais importante para análise de confiabilidade.

Esta análise é um método estatístico que correlaciona dados específicos de falha com uma distribuição particular, podendo indicar se a falha é um evento prematuro (falha de partida), randômico (vida útil) ou ocasionado por desgaste (final de vida). Matematicamente, o módulo de Weibull é independente do tamanho da amostra, não sendo necessário à realização de um grande número de testes, que consome tempo e material. Para se trabalhar com esta análise a condição fundamental é ter um bom histórico de manutenção.

Em muitas máquinas o controle das vibrações é possível com a máquina em funcionamento, segundo Cempel (1989) quando observar os sintomas de vibrações de um grupo de máquinas e aplicar aos resultados o processo de Weibull, pode-se calcular a curva da vida dos sintomas, o valor de alerta e o valor de pane.

No monitoramento das condições das vibrações (VCM), têm-se duas questões fundamentais: Encontrar o sintoma da vibração S , que mostra como descobrir a falha da máquina, e estimar o valor limite S_L para o sintoma. Fazer esta estimação dos valores limites S_L , é estimar S_a o valor de alerta e S_b o valor de pane.

S_a é descoberto por meios de passos da fase da vida da máquina em uso.

S_b é determinado com a paralisação da máquina.

A observação dos sintomas S no controle contínuo da máquina é realizado através de um processo aleatório de operação da máquina que depende do tempo de vida dado por θ , e de diferentes parâmetros ϖ_i até então desconhecidos, então a curva-vida dos sintomas da máquina [$S = S(\theta, \varpi_1, \dots)$] fica completa quando encontra-se estes valores, ou tem-se um método natural dando somente um nível de incerteza para os valores S_a e S_b .

Para uma grande amostra de máquina, os valores observados dos sintomas S , e as propriedades de θ e dos parâmetros ϖ_i é eficiente.

Têm-se os resultados dos sintomas para um experimento e os termos para a função de densidade de Weibull, se combinar estes com a técnica de Neyman-Pearson pode-se determinar com precisão os valores limite e uma boa média de $S(\theta)$ (curva do tempo de vida). A vantagem deste método é que pode usar cada ensaio e adaptar os resultados para ensaios operacionais particulares a condições de manutenção.

Ordenar as diferenças entre alguns tipos de controle da qualidade de um experimento, dados pelos seguintes parâmetros:

ϖ_1 - desvio na fabricação

ϖ_2 - nível de interação dinâmica (instalação)

ϖ_3 - diferença entre a carga da máquina em operação

ϖ_4 - qualidade de manutenção

Então pode-se encontrar a curva-vida dos sintomas na realização de um processo estatístico de controle :

$$S = S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \varpi_4) \quad (3)$$

Para o caso do diagnóstico do experimento passivo todos os parâmetros podem ser diferentes.

Tem-se um procedimento para a média dos sintomas representando por:

$\langle S(\theta) \rangle = E_w[S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \varpi_4)]$, onde $E_w[S(\theta, \varpi_1, \varpi_2, \varpi_3, \varpi_4)]$ é a média dos desvios operacionais dos parâmetros ϖ_i possíveis no ensaio.

Pode-se ordenar os resultados do experimento com a média da curva-vida dos sintomas com diferentes densidades de probabilidades:

$p(S)$ a densidade de probabilidade dos sintomas em controle.

$p(\theta_b)$ a densidade de probabilidade do valor do tempo de pane.

$p(S_b) = p[\theta_b(S_b)]$ a densidade de probabilidade do valor do sintoma de pane.

Dizer que $p(S)$ e $p(S_b)$ tem a forma da distribuição de Weibull, e assim assumindo os 3 parâmetros da distribuição de Weibull, obtém:

$$p(\theta_b) = \frac{k}{\lambda - \theta_g} \left(\frac{\theta_b - \theta_g}{\lambda - \theta_g} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{\theta_b - \theta_g}{\lambda - \theta_g} \right)^k ; k > 0 \text{ e } \theta_b \geq \theta_g \quad (4)$$

$$p(S) = \frac{k}{S_0 - S_n} \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^k ; k > 0 \text{ e } S \geq S_n \quad (5)$$

Onde:

k - fator forma

λ - média do tempo de pane

θ_g - garante a vida da máquina

S_n - determina o valor mínimo do sintoma (qualidade da manutenção)

S_0 - valor característico do sintoma.

Então tem-se $p(S)$ e $p(\theta_b)$, ajustando a amostra com a média dos sintomas da curva-vida $\langle S(\theta) \rangle = S$, com este procedimento pode-se usar a fórmula da transformada da densidade de probabilidade, abaixo:

$$p(S)dS = p(\theta) \left| \frac{dS}{d\theta} \right|^{-1}, \text{ onde } p(\theta) \text{ é a função densidade de probabilidade de } S(\theta) \text{ da amostra.}$$

Assumindo a uniformidade da função de densidade para o tempo médio e para a pane λ em um grupo de máquinas observados, e que os incrementos sejam positivos ($ds, d\theta > 0$), isto é, a curva da vida é monótona) obtém o domínio da equação diferencial:

$$p(S)dS = \frac{d\theta}{\lambda} \quad p(\theta) = \frac{1}{\lambda} \quad (6)$$

Substituindo a Equação 5 em 6, temos:

$$\frac{kdS}{S_0 - S_n} \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^{k-1} \exp - \left(\frac{S - S_n}{S_0 - S_n} \right)^k = \frac{d\theta}{\lambda}$$

Fazendo a integração por substituição:

$$S = S_n + (S_0 - S_n)^k \sqrt[k]{-\ln \left| c - \frac{\theta}{\lambda} \right|} \quad (7)$$

Quando exige-se uma condição inicial $\theta = 0$ e um ponto abaixo de S_n no gráfico 1, e considera a constante de integração $c=1$, encontra-se o resultado para o experimento e a curva-vida para a média dos sintomas dada por:

$$S = S_n + (S_0 - S_n)^k \sqrt[k]{-\ln \left| 1 - \frac{\theta}{\lambda} \right|} \quad (8)$$

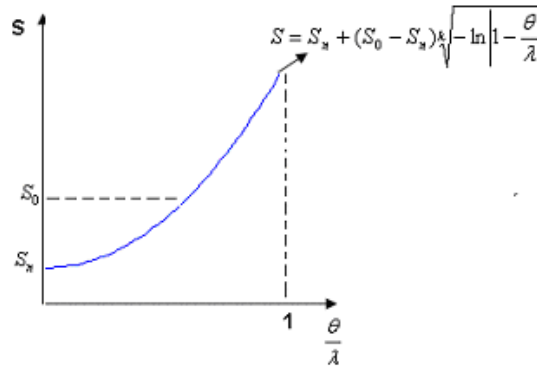


Figura 1. Curva da média dos sintomas.

Para estimar os valores S_a e S_b , faz-se o uso da Teoria da decisão de Neymann-Pearson, a qual, é a Teoria da Hipótese Nula (Wormit,1982), com isso pode minimizar os números de panes e perceber os reparos desnecessários A, pois consegue escrever um valor apropriado para S_b .

Logo:

$$A = P_g \int_{S_b}^{\infty} p(S) dS \quad (9)$$

$$\text{onde } P_g = \left(\frac{t_e}{t_e - t_r} \right) \cong \left(\frac{N_e}{N_e - N_r} \right)$$

$P_g \rightarrow$ eficiência dos índices para um grupo de máquinas

$t_e \rightarrow$ tempo total de controle

$t_r \rightarrow$ tempo total de reparo

$N_e, N_r \rightarrow$ número apropriado de máquinas.

Assumindo a densidade de probabilidade de Weibull para $p(S)$ na Equação 5 e Neymann-Pearson na Equação 9, obtém-se β a razão de pane:

$$\beta = \frac{S_b - S_n}{S_0 - S_n} = \sqrt[k]{-\ln \frac{A}{P_g}} \quad (10)$$

Para encontrar S_a , deve utilizar o mesmo raciocínio que foi desenvolvido para estimar S_b . Então se mudar os limites de integração na Equação 9, para chegar à razão de alerta α :

$$A = P_g \int_{S_a}^{S_b} p(S) dS \quad (11)$$

$$\alpha \equiv \frac{S_a - S_n}{S_b - S_n} = \sqrt[k]{\frac{\ln \frac{2A}{P_g}}{\ln \frac{A}{P_g}}} \leq 1 \quad (12)$$

A distribuição de Weibull apresenta uma interessante relação do coeficiente k com o coeficiente de variação σ_s :

$$\frac{\sigma_s}{\bar{S} - S_n} = \sqrt{\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1} \cong \frac{1}{k} \Rightarrow k = \frac{\bar{S} - S_n}{\sigma_s} \quad (13)$$

Então o valor característico S_0 pode ser determinado:

$$S_0 = S_n + (S - S_n) \Gamma^{-1}(1 + 1/k) \quad (14)$$

Deste modo S_n , S_0 e k podem ser encontrados; conseqüentemente β , α e a curva-vida dos sintomas podem ser calculados.

Tendo estes valores limite S_a e S_b , qual a relação destes com a curva-vida dos sintomas?

Para responder esta pergunta toma-se a Equação 8 e faz a substituição de $S = S_b$ e $\theta = \theta_b$:

$$S = S_n + (S_0 - S_n) \sqrt[k]{-\ln \left| 1 - \frac{\theta}{\lambda} \right|} \Rightarrow \frac{S - S_n}{S_0 - S_n} = \sqrt[k]{-\ln \left| 1 - \frac{\theta}{\lambda} \right|}$$

$$\frac{A}{P_g} = 1 - \frac{\theta_b}{\lambda} \Rightarrow \frac{\theta_b}{\lambda} = 1 - \frac{A}{P_g} \quad (15)$$

Empregando o mesmo raciocínio para $S = S_a$ e $\theta = \theta_a$, obtém:

$$\frac{\theta_a}{\lambda} = 1 - \frac{2A}{P_g} \quad (16)$$

A partir das Equações 15 e 16 conclui-se que o tempo de pane $\frac{\theta}{\lambda}$ e o tempo de alerta não dependem dos parâmetros da distribuição de Weibull, o mesmo acontece com a curva-vida dos sintomas. Portanto, estes dependem somente da eficiência dos índices P_g e da manutenção apropriada A . Assim o fator de decisão para o modelo é o fator forma k e a correta manutenção dada pela razão $\frac{A}{P_g}$.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para definir os parâmetros de rugosidade que evoluem com o desgaste da ferramenta e identificar os sintomas vibratórios correlacionadas com a rugosidade, e validar a metodologia para encontrar os valores limites, foram realizados experimentos no laboratório da Universidade Federal de Uberlândia, em um torno com variação contínua de velocidade Revolution RV-220, da Deb`Maq, com 7,5 CV de potência. A ferramenta utilizada é de metal duro revestida SNMG 120404 MF, classe M com raio de ponta 0.4mm, o suporte PSSNR 2020 K12, duas barras de aço inox 316 de comprimento inicial de 500 mm e raio de 100 mm. Foram utilizadas cinco ferramentas novas até chegarem ao fim de vida, e duas barras novas sendo uma colocada no início dos experimentos com a ferramenta 1 e a outra no experimento da ferramenta 4.

Para aquisição dos sinais, foram utilizados dois acelerômetros piezoelétricos da Bruel & Kjaer tipo 4371, um condicionador de sinais da Bruel & Kjaer, uma placa de aquisição da Hi-Speed USB Carrier – N1USB – 9162 e um micro computador. Para calibrar os instrumentos foi utilizado um calibrador Bruel & Kjaer tipo 4294. Os acelerômetros foram acoplados no porta ferramenta um na horizontal e o outro na vertical e os sinais foram adquiridos ao longo de cada passada a partir do início.

Foram realizados 34 ensaios ao todo, onde a velocidade de corte foi de 200m/min ($V_c=200\text{m/min}$), o avanço de 0.15mm/volta ($f=0.15\text{mm/v}$), profundidade de corte de 1.0mm ($a_p=1.0\text{mm}$), variando a rotação e a velocidade de avanço a cada ensaio. A frequência de aquisição foi de 8192Hz.

Para o acompanhamento do desgaste da ferramenta a cada passo foi medida a rugosidade no início e no fim da peça a partir do contra-ponta, utilizando um rugosímetro portátil da Taylor-Hobson Surtronic +3, com *Cut-off* de 0.8 mm, o qual possibilita a obtenção de vários parâmetros de rugosidade, destes oito foram analisados, R_a , R_p , R_q , R_t , R_z , R_{3z} , R_{rms} e R_c , as normas utilizadas foram a ISO 4287-1997 para R_a , R_q , R_p , R_t , R_z , R_c e para R_z R_{3z} foi a norma AMSE B46.1-1995 de acordo com site www.predev.com/smg/parameters.htm.

4. RESULTADOS

A exemplo de ilustração a Figuras 2 apresenta o gráfico do sinal puro dos valores de vibração em relação ao tempo, coletados no ensaio da ferramenta 2 e na Figura 3 traz o espectro de frequência obtido dos sintomas. Este sinal foi posteriormente processado através de rotinas computacionais desenvolvidas no software Matlab. O mesmo procedimento será aplicado às outras ferramentas.

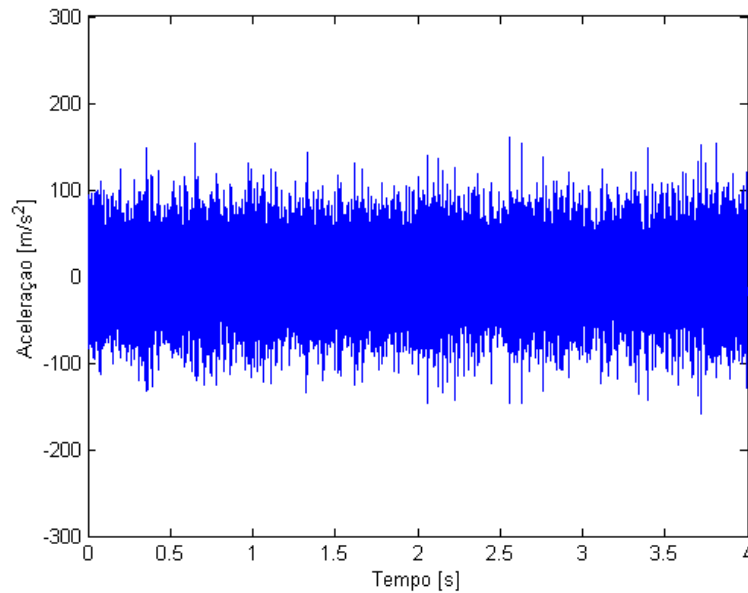


Figura 2-Evolução dos valores de vibração em relação ao tempo

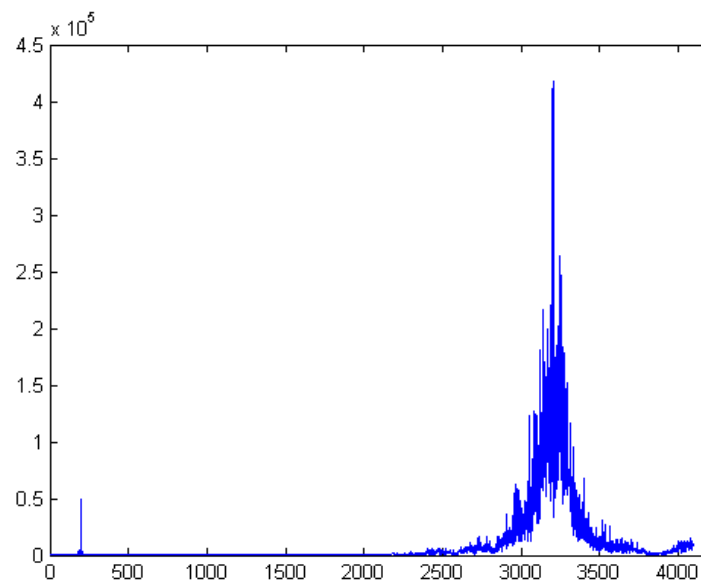


Figura 3-Espectro de frequência do sinal

Dentre os vários parâmetros de rugosidade analisados, trabalhou-se com os parâmetros R_a , R_p , R_q , R_t , R_z , R_{3z} , R_{rms} e R_c do fim da peça usinada. A Figura 4 exemplifica a evolução do parâmetro de rugosidade R_a (μm) versus tempo (segundos), para as quatro ferramentas. Os demais parâmetros têm o mesmo perfil de aumento que o R_a . Os dados da ferramenta 1 serão utilizados para testar os resultados ao fim da análise. A ferramenta 2 quebrou no oitavo teste, a 3 no décimo primeiro, a 4 no oitavo e a 5 no quinto teste.

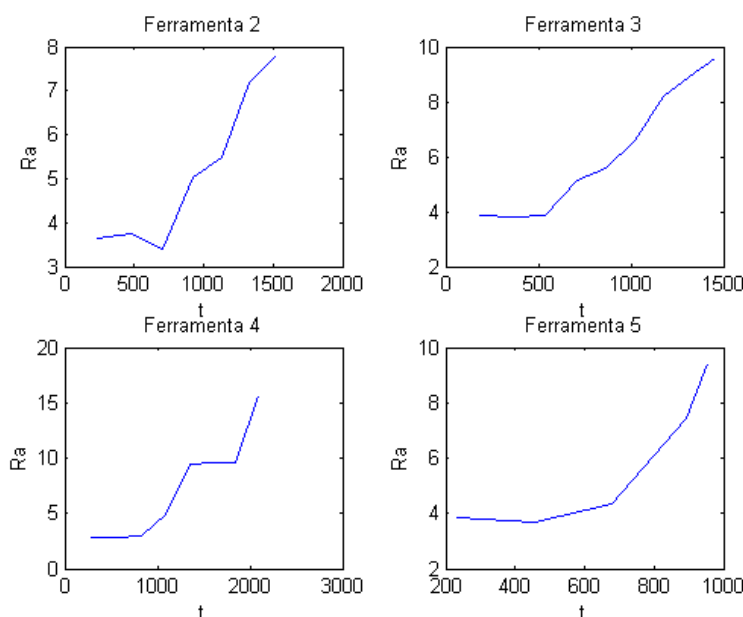


Figura 4- Evolução do R_a no tempo

Como pode ser observado o sinal apresenta componentes de frequência bem distintas, entre 3000Hz e 3500Hz, observa-se também que a rugosidade aumenta com o tempo total para as quatro ferramentas de corte.

Nas próximas etapas serão escolhidos os sintomas de vibração que apresentar maior coeficiente de correlação com os parâmetros de rugosidade superficial. De posse destes sintomas, o método de Weibull será usado para a definição de valores limites de sintomas para detecção do tempo de falhas, e classificação do estado da vida de ferramentas de corte com confiabilidade, para posterior tomada de decisão sobre o processo de usinagem.

5. CONCLUSÕES

O processo utilizado foi de torneamento de uma peça de aço inox 316, sem variar as condições de corte, sendo o critério de fim de vida a quebra da ferramenta, utilizando técnicas de manutenção preditiva para o monitoramento do desgaste da ferramenta no processo.

Os parâmetros de rugosidade analisados foram R_a , R_p , R_q , R_t , R_z , R_{3z} , R_{rms} e R_c , observa-se que estes parâmetros aumentam com o tempo total do processo para as quatro ferramentas de corte, a partir daí deve-se correlacionar os sinais de vibração com estes parâmetros de acabamento superficial.

6. PRÓXIMAS ETAPAS A SEREM DESENVOLVIDAS

Para a detecção das falhas, que no caso da usinagem, consistem na qualidade superficial do material usinado e do desgaste da ferramenta, para prosseguir o trabalho, deve-se escolher os sintomas de vibração correlacionados com os parâmetros de rugosidade superficial.

Para o monitoramento da integridade da ferramenta é necessário lançar mão de velocidades, cada vez maiores, de processamento de dados com técnicas modernas de análise de sinais tempo-frequência para a definição dos sintomas relacionados com o desgaste ou a quebra das ferramentas. Para este fim, pretende-se correlacionar sinais de vibração com parâmetros de acabamento superficial, um procedimento estatístico para a definição de valores limites de sintomas para detecção de tempo de falhas será utilizado, e então definir os parâmetros estatísticos a serem utilizados na distribuição de Weibull para fazer a previsão da falha do equipamento.

7. REFERÊNCIAS

- Amorim, H. J., 2002, "Estudo da Relação entre Velocidade de Corte, Desgaste de Ferramenta, Rugosidade e Forças de Usinagem em Torneamento com Ferramenta de Metal Duro", Dissertação de Mestrado, UFRS, pp 131, Porto Alegre
- Cempel, C., 1989, "Passive Diagnostic and Reliability Experiment: Application in Machine Condition Monitoring", Journal Vibration, Acoustics, Stress, and Reliability Design, V.11 pp82-87
- Dias, A., 1996, "Confiabilidade na manutenção industrial", www.icapdelrei.com.br/arquivos/artigos/confiabilidade_na_manutencao_industrial
- Duarte, M. A. V., 1997, "Manutenção Preditiva via Análise de Vibração", Apostila da UFU, pp 65.
- Meola, T.; Duarte, M. A. V.; Santos, S. C.; Sousa, M. M., 2002, "Modelagem do acabamento superficial do Processo de Torneamento Via monitoração de vibração", II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica
- Wormit, M., 1982, "Detection Neyman-Pearson Theory" www.klimt.iwr.uni-heidelberg.de/mip/adaptive_filters
- YA'Cubsohn, R. V., 1983, "Diagnostico de fallas por análisis vibratorio", São Paulo, Die Techik Ltda
- www.predev.com/smg/parameters.htm acesso em 8/9/2006.

MONITORING OF THE CUTTING PROCESS BY SUPERFICIAL FINISHING

Gondim, Raquel M.

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

Duarte, Marcus A. V.

mvduarte@mecanica.ufu.br

Abstract: Monitoring systems and the cutting control process are developed in order to detect evidences of tool damages.

The study of the superficial finishing of machined pieces is justified by its influence in the running conditions and by reliability of mechanic components. This paper has as goal to use preventive maintenance techniques to monitor the wearing tool process during the cutting and the quality of machined products. A statistic procedure to determine the limit values of the signs to detect time fails will be used to define statistic parameters to be used during the Weibull distribution. The process in this work will be a stainless steel ABNT 316 piece; dry turning with no cutting conditions variation and the end-of-life criteria will be the tool break. The parameters analysis will be made for Ra, Rp, Rq, Rt, Rz, R3z, Rrms and Rc, in order to monitor the cutting tool life through the correlation with the increase of roughness of the machined piece and the total time of the process.

Keywords: Monitoring, Roughness, Turning