

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE DE CORTE, PROFUNDIDADE DE CORTE E AMPLITUDE DE FREQUÊNCIA NO TORNEAMENTO CILÍNDRICO EXTERNO DO AÇO 1045

Donizete Junio Rosa Medeiros, donijunros@gmail.com¹

Sérgio Mateus Brandão, sergio.brandao@unievangelica.edu.br¹

Natasha Sophie Pereira, natasha.sophie@gmail.com¹

João Alves Bento, joaoalvesbento@gmail.com¹

Gino Bertollucci Colherinhas, ginobertollucci@hotmail.com¹

¹Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Avenida Universitária, Km 3,3, CEP 75083 – 515 – Cidade Universitária – Anápolis, GO, Brasil.

Resumo: À vista de minimizar as desvantagens inseridas no sistema de usinagem, a engenharia empenha alcançar o equilíbrio entre tempo mínimo de manufatura e rentabilidade de serviço. O objetivo deste trabalho é estabelecer valor de relação entre velocidade de corte (V_c), profundidade de corte (ap) e amplitude de frequência (Af) entre ferramenta e peça usinada, tendo em vista materiais e ações frequentemente utilizados na criação de peças. Procedeu-se na pesquisa experimental, com o uso de uma ferramenta de metal duro, o torneamento externo de 18 corpos de prova cilíndricos de aço-carbono 1045, sendo tomados como valores de entrada: 6 parâmetros de V_c , 3 variáveis padrões de ap em cada V_c e avanço (f) constante. V_c e ap mostraram estar inversamente ligados ao tempo de produção e paralelos a Af , enquanto, esta última, demonstrou ter influência no acabamento da peça e desgastes de ferramenta. Desta maneira é previamente expresso que as variações de parâmetros de corte na admissão da máquina vêm a modificar o tempo de fabricação de usinagem, porém a exorbitância daqueles aspiram uma maior Af , inviabilizando muitos projetos. Portanto é significativa a atenção aos fatores a serem assimilados pelo engenheiro mecânico, visando manipular os valores de V_c e ap , segundo rugosidade (R_a), tempo de vida da ferramenta (T_f) e tempo de corte (T_c) que lhe são necessários.

Palavras-chave: velocidade de corte; profundidade de corte; amplitude de frequência.

1. INTRODUÇÃO

O acabamento de matérias-primas por usinagem é um dos principais mecanismos para ceder formato a um material (Maia, 2009). Todavia, o processo de torneamento aponta certas desvantagens como a baixa agilidade de produção e os custos exorbitantes de materiais, ferramentas e até mesmo da mão de obra especializada (Amorim, 2002).

Por meio da correlação (r) em Estatística pode-se constatar o relacionamento entre duas variáveis de torneamento. Através desse recurso obtém-se um ponto satisfatório em que um termo não afete bruscamente o outro e onde exista uma minimização das inferioridades geradas pelos valores estudados individualmente. A tríade Regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de Pearson são exemplos de ferramentas correlativas (Lira, 2004).

Alguns parâmetros de admissão desempenham ação positiva sobre o tempo que se gasta na usinagem de peças unitárias. No entanto, valores de entrada muito altos favorecem a aparição de fatores indesejáveis. Velocidades de Corte (V_c) muito reduzidas aumentam o tempo de demanda e podem criar a chamada “aresta de corte postiço” (Ferraresi, 2013); enquanto V_c s muito altas diminuem a demanda, porém causam acabamentos hostis devido à vibração gerada pela rotação eixo-árvore (Machado, 2011). Baixas profundidades de corte (ap) tendem a estender o tempo de torneamento, sendo necessária a utilização de muitos passes para atingir os mesmos diâmetros; já altas ap s afetam a ferramenta consideravelmente, podendo culminar na quebra ou travamento da peça trabalhada (Ferraresi, 2013). Em contrapartida, averiguando-se saídas de dados, as trepidações caracterizadas pelas vibrações auto induzidas de grande amplitude prejudicam o acabamento superficial da peça (Ferraresi, 2013). Com o entendimento dos acontecimentos vibratórios forçados, em conjunto com a utilização de ferramentas de medição por análise computadorizada, são possíveis tanto a melhora da operação de corte, quanto a melhora do projeto em si, sob o ponto de vista da amplitude de frequência (Af) e ruído (Sotelo Junior, 2006).

O comportamento vibratório global de conjuntos, quando estrategicamente capturados, conseguem fornecer os maiores e mais consideráveis picos de trabalho nas máquinas. A maior parte dos sistemas oscilatórios encontrados em campo são demasiadamente complexos e é quase inconcebível declarar todos os detalhes para os cálculos (Rao, 2008).

Assim, as características mais oportunas de frequência serão selecionadas no estudo, a fim de prever o comportamento das atividades sobre condições de entradas específicas.

Nas Indústrias, a metalurgia tem disponíveis materiais de ranges diversos, desde aços de corte livre, de usinabilidade facilitada; até aços constituídos pelas ferramentas, de difícil conformação (Santos, 2007). Este trabalho teve foco no uso de materiais costumeiros das produtoras, sendo a ferramenta de corte utilizada o metal duro e o material usinado o aço ABNT 1045. Entre as ferramentas para realizar corte, o metal duro revestido representa mais de 95% delas, com tendência a crescimento contínuo (Machado, 2011). Os tipos mais duros são utilizados em conformações de acabamento, enquanto os tipos menos duros e mais tenazes, devido a teores mais altos de cobalto, são utilizados em desbastes mais pesados (Stemmer, 1987). Um dos Materiais de médio teor de carbono muito utilizado e rentável para projetos no mercado é o aço ABNT 1045; sendo que, é tido como um aço para construções mecânicas, ao carbono e especial, devido às características adquiridas pelos estados de tratamento térmico de têmpera e revestimento (NBR NM 172/2000).

O objetivo geral deste trabalho é determinar a relação $Vc - ap - Af$ entre ferramenta e peça usinada. Os experimentos irão fixar padrões de trabalho, materiais e medidas limites alcançadas pela máquina, que são costumeiros na manufatura industrial. Como objetivos específicos temos a usinagem e coleta vibratória de 18 corpos de prova, a aferição de rugosidade de cada ensaio, a elaboração de dados teóricos e a análise comparativa dos parâmetros estudados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material ensaiado

Para o estudo da pesquisa experimental foi usado o aço ABNT 1045, trefilado e com rugosidade superficial fornecida de $4,02 \pm 15\mu m$. As especificações químicas do aço podem ser estimadas como mostra a Tab. 1 (ISO 3685/1993).

Tabela 1- Propriedades do Aço-carbono ABNT 1045.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	S (%)	P (%)
0,42 a 0,50	0,10 a 0,40	0,50 a 0,80	0,035 máx.	0,035 máx.

As principais propriedades do material fixado são relacionadas pela Tab. 2 (Especial, 2017).

Tabela 2- Propriedades do Aço-carbono ABNT 1045.

Tipo de aço	Limite de Elasticidade f_{el} (GPa)	Limite de escoamento f_y (MPa)	Limite de resistência a tração f_u (MPa)
SAE 1045	250	310	560

2.2. Corpos de prova

Para padronização dos corpos de prova foram tomados tarugos de 50,8mm, com o intuito de atingir as dimensões de 125mm de comprimento e 40mm de diâmetro – conforme sugere a norma ISO 3685/1993 para ensaios experimentais de usinagem – com um ressalto de 15mm em uma das extremidades, furo de centro em outra e tido com rugosidade de antemão aferida de $3,43 \pm 15\mu m$, como demonstra a Fig. 1.

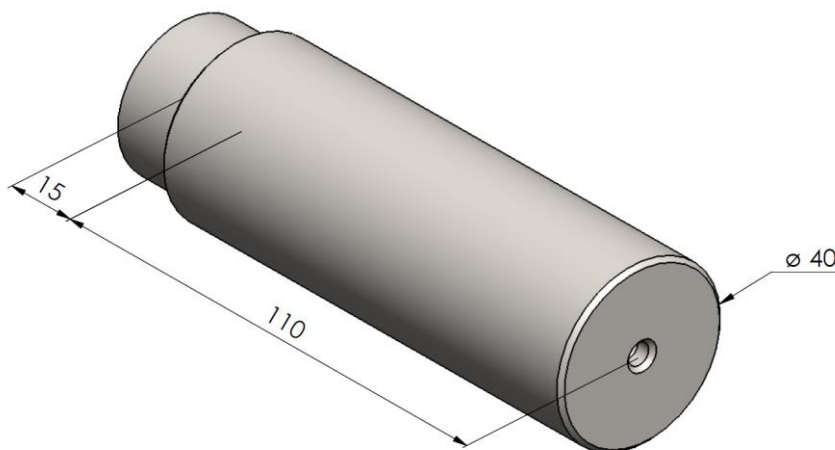


Figura 1 – Detalhamento do corpo de prova com dimensões em mm.

2.3. Máquinas e Ferramentas de corte

Para o preparo dos corpos de prova, estes foram usinados por um Centro Numérico Computadorizado (CNC), fabricante: Nardini, marca Diplomat, modelo 3001 e potência de 12 kW. Para efeito dos testes foi utilizado um torno mecânico de Fabricante Nardini, modelo MS.205 e com 7 CV de potência, cujo plano de manutenção encontrava-se em dia. Foi necessária a averiguação da manutenção periodicamente do equipamento, a fim de evitar excitações relevantes que possam confundir os dados coletados pelo ensaio, de modo que os valores de vibrações induzidas possam ser descartados (Amorim, 2002).

A ferramenta empregada foi uma pastilha de metal duro revestida, fabricada pela ZCC-CT, modelo YBC152, classe P05-P20, raio de ponta 0,4mm, com revestimento de nitreto de titânio e de alumina, possuindo quebra-cavaco em sua estrutura. O suporte teve como modelo MTJNR 2020 K16.

2.4. Instrumentos e procedimentos experimentais

A fim de definir os valores aproximados de velocidades, identificar os sintomas vibratórios correlacionados e validar a metodologia para difundir os valores encontrados, foram realizados experimentos no laboratório tecnológico do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA – localizado na cidade de Anápolis-GO, Brasil.

Para realização do experimento, o corpo de prova foi posicionado 110mm de comprimento para fora do conjunto placa/castanhas, onde ocorreu a usinagem útil de apenas 100mm (L_f). Este foi preso pelo rebaixo de 15mm – rebaixo este criado com intuito de impedir o recuo da peça para dentro da placa – e apoiado pelo contraponta do torno de fabricação.

Na captura dos sinais de frequência globais fez-se necessária a utilização de um acelerômetro básico de base magnética, junto ao analisador de vibrações MV-690 de fábrica Instrutherm, conectados a um microcomputador – de software de fabricante Instrutherm e modelo SW180. Sucedeu o acoplamento do acelerômetro no porta ferramenta em direção horizontal, onde se deu a captura dos sinais ao decorrer a passada na peça, a contar do início (ISO 2954:2012).

No término de cada teste foi averiguada a rugosidade (Ra) de cada superfície metálica ensaiada com um rugosímetro de fabricante Starrett, de modelo SR100.

2.5. Experimentos

Advieram dezoito ensaios no total executados com lubrificação de uma mistura de óleo semissintético e vazão constante de aproximadamente 300L/h, através de um bico venturi. Foram adotadas nos experimentos seis velocidades de corte (V_c) visando o trabalho industrial rotineiro frequente em máquinas de torneamento cilíndrico, sendo de duas velocidades mínimas, duas medianas e duas máximas, todas estipuladas dentro dos parâmetros permitidos pela máquina-ferramenta. Consonantemente foram adotados três valores de profundidade de corte (ap) repetidos para cada velocidade e um valor de avanço (f) padrão de 0,042mm/rev. Todos os sinais de entrada estão relatados na Tab. 3.

A Fórmula para imposição de V_c s segue a Eq. (1), onde, na Tab. 3, ao se aplicar as rotações (n) características da máquina na referida equação têm-se as V_c s, que também estão relatadas na Tab. 3. O caractere D é exposta como o diâmetro do corpo de prova que, conforme Fig. 2, é mantida fixa em 40mm.

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{n \cdot \pi \cdot 40}{1000} \quad (1)$$

Tabela 3 – Relação de valores aplicados aos ensaios feitos. Entrada de dados: f , n , V_c e ap .

(Continua)				
ensaio	f (mm/rev)	n (rot/min)	V_c (m/min)	ap (mm)
1	0,042	500	62,8385	0,5
2	0,042	500	62,8385	1
3	0,042	500	62,8385	1,5
4	0,042	630	79,1681	0,5
5	0,042	630	79,1681	1
6	0,042	630	79,1681	1,5
7	0,042	800	100,531	0,5
8	0,042	800	100,531	1
9	0,042	800	100,531	1,5
10	0,042	1000	125,6637	0,5
11	0,042	1000	125,6637	1
12	0,042	1000	125,6637	1,5
13	0,042	1600	201,0619	0,5
14	0,042	1600	201,0619	1
15	0,042	1600	201,0619	1,5

ensaio	f (mm/rev)	n (rot/min)	Vc (m/min)	ap (mm)
16	0,042	2500	314,1593	0,5
17	0,042	2500	314,1593	1
18	0,042	2500	314,1593	1,5

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os Ensaios possibilitaram a saída de dados segundo Tab. 4. Os valores de saída de tempo de corte (Tc) e tempo de vida da ferramenta (Tf) foram teoricamente calculados, onde aquele foi obtido em conformidade com a Eq. (2) e este conforme Eq. (3). Os tempos de corte (Tc) – fixados na Tab. 4 – utilizaram-se de rotações (n) apresentadas na Tab. 3, além dos valores padrões de comprimento (Lf) e avanço (f). Os tempos de vida da ferramenta (Tf), apresentados pela Tab. 4, usam valores de velocidade de corte (Vc) e profundidade de corte (ap) importados da Tab. 3 – sendo G e A parâmetros dependentes destes; e x , y , g e Cv recomendados pelo tipo de material utilizado – e referência teórica de uma ferramenta nova a cada ensaio (Souza, 2017).

Tabela 4 – Relação de valores coletados dos ensaios feitos. Saída de dados: Af , Ra , Tc , Tf e Pc .

ensaio	Af (mm/s)	Ra (μ m)	Tc (min)	Tf (min)	Pc (%)
1	0,4	1,08	4,76	1620703,14	0,00029
2	0,5	1,15	4,76	997659,81	0,00077
3	0,4	1,2	4,76	751136,03	0,0014
4	0,5	1,22	3,78	510329,59	0,00215
5	0,6	1,25	3,78	314144,71	0,00335
6	0,6	1,25	3,78	236518,91	0,00495
7	0,6	1,27	2,98	154562,3	0,00687
8	0,6	1,33	2,98	95144,25	0,01001
9	0,7	1,48	2,98	71633,91	0,01417
10	0,8	1,47	2,38	50646,97	0,01887
11	0,9	1,52	2,38	31176,87	0,0265
12	0,9	1,58	2,38	23473	0,03664
13	1,1	1,6	1,49	4830,07	0,06749
14	1,2	1,65	1,49	2973,26	0,1176
15	1,3	1,62	1,49	2238,56	0,18416
16	1,3	1,62	0,95	518,63	0,36734
17	1,4	1,67	0,95	319,25	0,66491
18	1,4	1,68	0,95	240,36	1,06015

$$Tc = \frac{Lf}{f \cdot n} = \frac{100(mm)}{0,045\left(\frac{mm}{rot}\right) \cdot n} \quad (2)$$

$$Tf = \left[\frac{60^y \cdot Cv \cdot (0,2 \cdot G)^g}{vc \cdot A^i} \right]^x = \left[\frac{60^{0,2} \cdot 145,2 \cdot (0,2 \cdot G)^{0,14}}{vc \cdot A^i} \right]^5 \quad (3)$$

Não obstante, é notório que seria inviável e desnecessário o uso de uma ferramenta para cada ensaio, aplicando ferramentas unitárias no cálculo de Tf apenas para análise. À vista disso, foi calculado através da Eq. (4) a porcentagem de desgaste da ferramenta (Pc) em cada etapa, buscando não ultrapassar a metade do fim de vida total no uso da ferramenta. Com repercussão dita pela Tab. 4, foi verificado suficiente apenas uma ferramenta para que o desgaste excessivo não interferisse nos valores necessários colhidos. Como prova, somando os valores de desgaste em cada período, seria meramente subtraído 2,5876% de sua vida total (Souza, 2017).

$$Pc = \frac{Tc \cdot 100}{Tf} \quad (4)$$

Com os dados obtidos, calculou-se automaticamente, através do software Microsoft Excel 2016®, a regressão e coeficiente linear (R^2) para cada duas variáveis a serem analisadas. Obteve-se a correlação (r) dos gráficos aplicando raiz quadrada sobre o valor do R^2 e interpretou-se sobre aquela a proporcionalidade e o coeficiente de Pearson.

Originando as constatações é possível observar na Fig. 2 que os sinais de Vc e Tc se tocam mais bem abordados por uma Regressão não-linear Potencial, sendo que o decréscimo de Vc torna Tc maior paulatinamente sobre a fabricação de um exemplar.

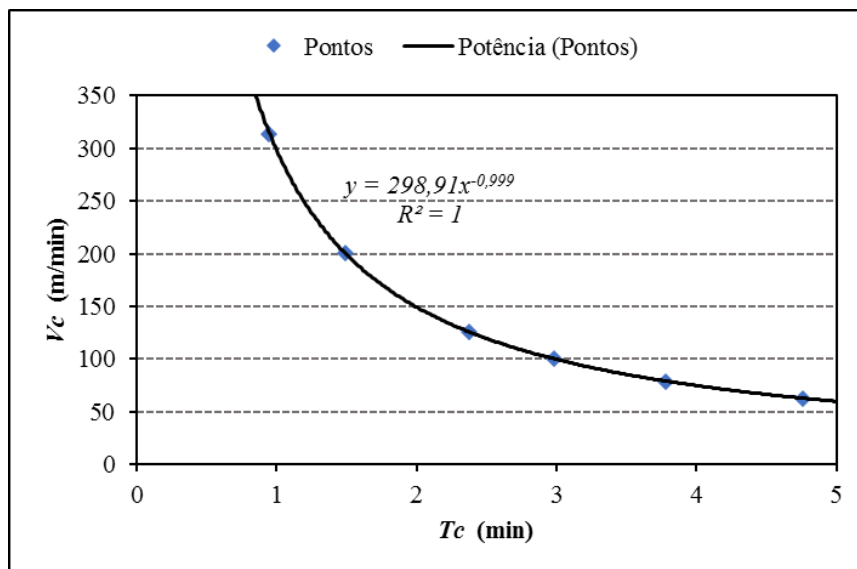


Figura 2 - Nuvem de pontos correlacionando V_c (m/min) e T_c (min) obtida em teste com lubrificante e um f por volta de 0,047mm/rev.

Justapondo o R^2 da Fig. 2 a r e sobrepondo o sinal tocante a Potência, depara-se com um resultado de $r = -1$; este diz uma relação harmônica a 100,00% e confere valores inversamente proporcionais entre V_c e T_c . A exatidão do resultado correlativo sucede conforme dados teóricos empregados. Isso passado pelo coeficiente de Pearson indica uma correlação muito forte entre as variáveis mostradas.

Uma segunda análise evidenciada pela Fig. 3 mostra que os pontos entre a V_c e o T_f se encontram locados no tocante de uma Regressão não linear Potencial, onde temos que à medida que a V_c regride na máquina, aumenta-se gradativamente T_f .

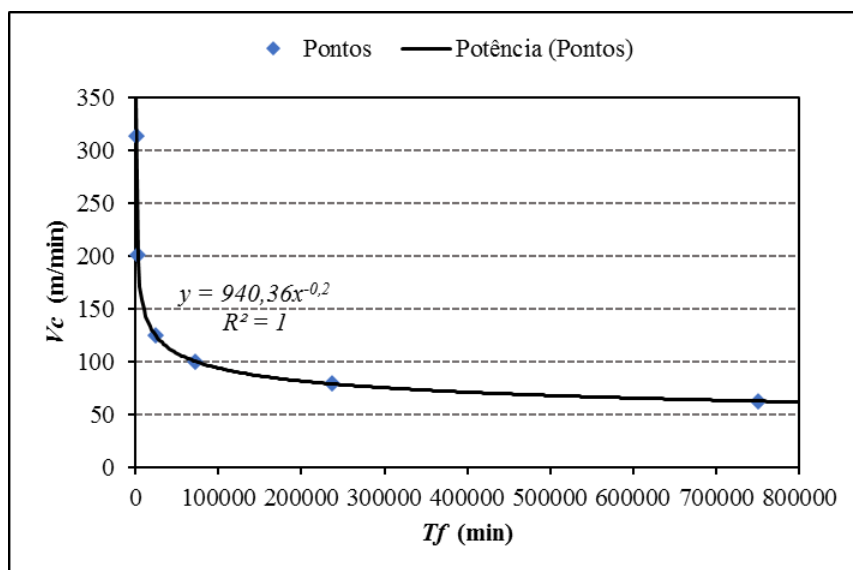


Figura 3 - Nuvem de pontos correlacionando V_c (m/min) e T_f (min) obtida em teste com lubrificante e um f por volta de 0,047mm/rev.

Aplicando o R^2 da Fig. 3 a r e expondo o sinal tocante a potência, encontrou-se um resultado de $r = -1$. Isto é, correlação de 100,00% e afirmação de valores inversamente proporcionais entre V_c e T_f . No mesmo caso, por serem usados dados teóricos no diagrama, o efeito da relação tem maior exatidão. Justaposto o gráfico pelo coeficiente de Pearson, indica uma correlação muito forte entre as variáveis mostradas. Como nota é interessante apresentar que quanto mais V_c é acrescentado no sistema, mais o T_f tende a aproximar-se de zero. Ou seja, maiores chances de uma fratura instantânea no encetamento entre ferramenta/peça.

Pode-se averiguar conforme Fig. 4 – em nuvens de pontos de V_c de 62,8385 m/min e em nuvens de pontos de V_c de 79,1681 m/min – que os pontos destacados se ajustam muito juntos a uma Regressão não linear Potencial, onde a ap tem relação com o T_f igual em todas as mudanças de V_c s decorridas e o T_f tem recrescência com a decadência de ap .

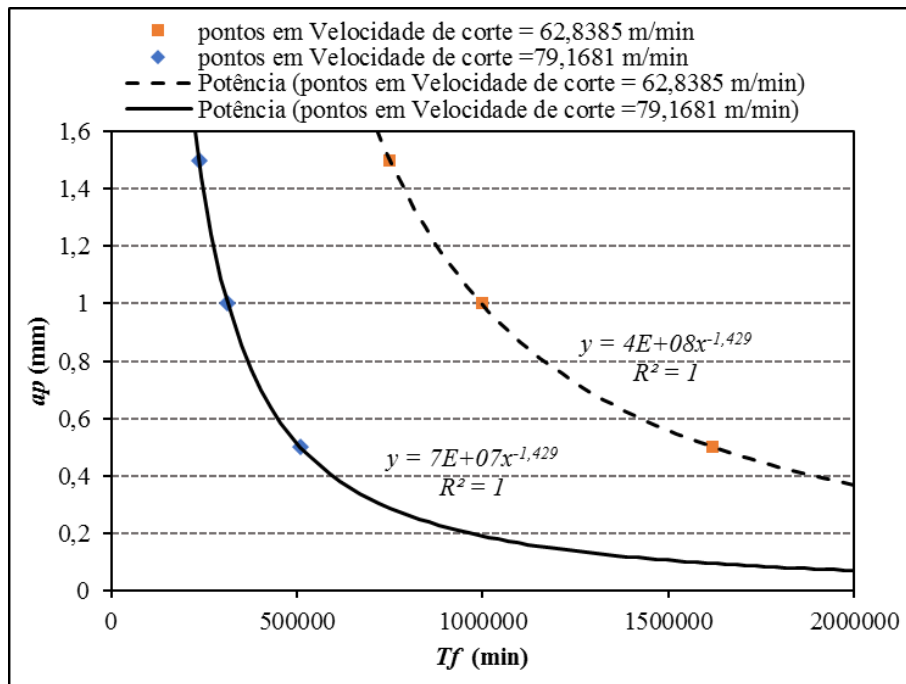


Figura 4 - Nuvem de pontos correlacionando os sinais de ap (mm) e Tf (min) no ensaio com Vc de 62,8385 m/min e no ensaio com Vc de 79,1681 m/min. Teste obtido com lubrificante e f por volta de 0,047mm/rev.

Aos pontos em Vc de 62,8385 m/min e pontos em Vc de 79,1681 m/min, é possível aplicar seus devidos valores do R^2 a r e elucidar seus sinais. Com isso, ambos resultam em relação de $r = -1$; ou por assim dizendo, relação de 100,00% e confirmação de valores inversamente proporcionais entre ap e Tf . Isso implica pelo coeficiente de Pearson em uma correlação muito forte entre os dados teóricos vistos.

Analisando a Fig. 5 é notório que a nuvem de sinais de Af e Ra se localizam em liame a uma Regressão não linear Potencial. É possível verificar, de forma sucinta, que enquanto os parâmetros de Af , digo, os sinais de emissão acústica, aumentam, consoante com este ato a Ra das peças ensaiadas.

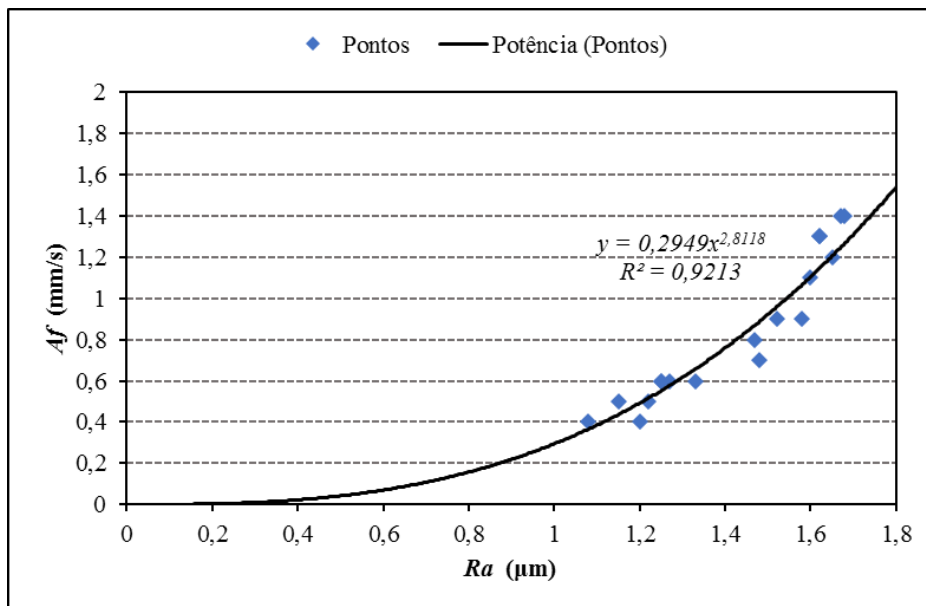


Figura 5 - Nuvem de pontos correlacionando Af (mm/s) a Ra (μm) obtida em teste com lubrificante com Vc de 62,8385; 79,1681; 100,531; 125,6637; 201,0619 e 314,1593m/min; um f por volta de 0,047mm/rev e com ap variando entre 0,5mm, 1mm e 1,5mm.

Executando o R^2 da Fig. 5 com a r e interpretando o sinal da Potência, pode ser visto um $r = 0,9598$; ou por assim dizendo, afirma uma relação de 95,98% e testifica valores proporcionais entre Af e Ra . Isso demonstra pelo coeficiente de Pearson uma correlação muito forte entre os dados coletados em ensaio. É curioso a análise de que ambos os eixos tendem a originar-se no ponto zero. Deste modo seria possível dizer que Ra e Af são ideais no ponto de origem do gráfico,

o qual é irrealizável fisicamente. Não obstante, quanto menores os valores de Af , menores são os valores de Ra .

É exequível na Fig. 6 observar que os sinais entre Af e ap se colocam quase todos sobre uma Regressão Linear. Visto também que a adição em ap acrescenta valores de Af da ferramenta.

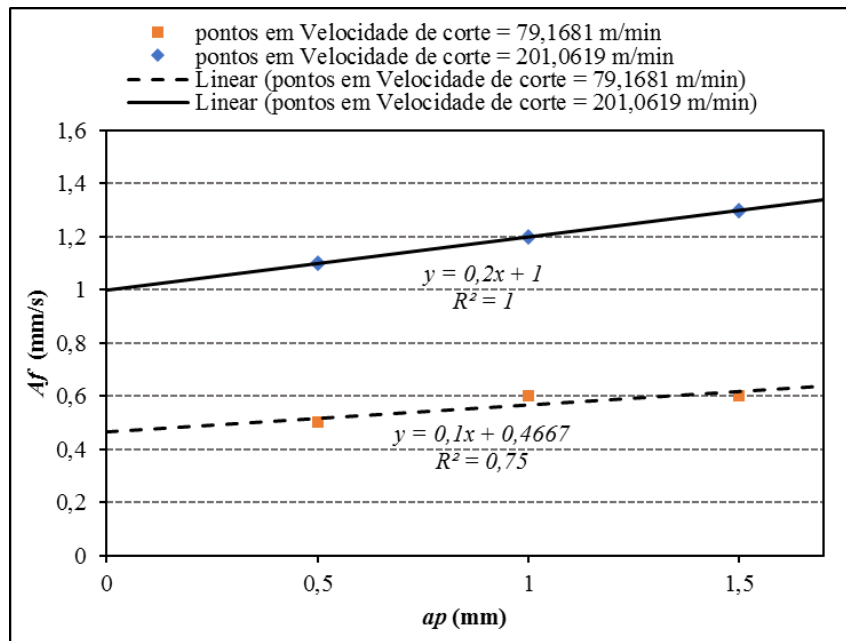


Figura 6 - Nuvem de pontos ligando Af (mm/s) e ap (mm) no ensaio com Vc de 79,1681 m/min e ensaio com Vc de 201,0619 m/min. Teste com lubrificante e f entre 0,047mm/rev.

Com pontos em Vc igual a 79,1681m/min, intercorrendo o R^2 na r e explanado o sinal da Linear, repara-se um efeito de $r = 0,866$; nisso a relação constata-se como 86,60% e certifica-se proporcionalidade entre Af e ap . Diz-se pelo coeficiente de Pearson uma correlação forte no ensaio entre os sinais adquiridos por experimento.

Desempenhado a função do R^2 com os pontos em Vc de 201,0619m/min em r e deduzindo o sinal da Linear, nota-se um resultado de $r = 1$; sendo comprovado uma relação de 100,00% e valores proporcionais entre Af e ap . Isso indica, pelo coeficiente de Pearson, uma correlação muito forte nos pontos advindos no ensaio.

Ainda na Fig. 6 é observável que mesmo com o ap em zero – antes de ocorrer a usinagem em si –, a Vc gera de imediato um Af específico.

Observando a Fig. 7, nota-se que a relação entre Af e Vc encontra-se compatível a uma Regressão não Linear Potencial, onde é possível se perceber na evolução de Af o crescimento de Vc .

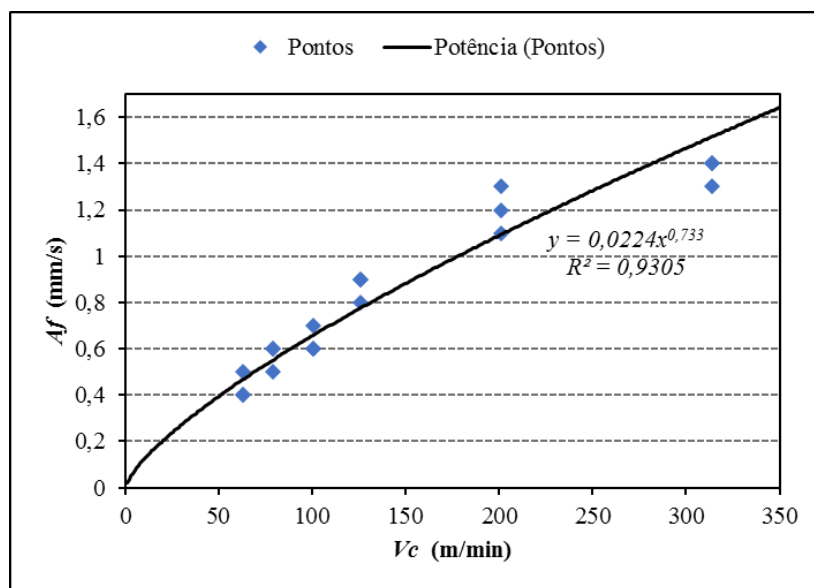


Figura 7 - Nuvem de pontos correlacionando Af (mm/s) a Vc (m/min) obtida em teste com lubrificante com Vc de 62,8385m/min; 79,1681m/min, 100,531m/min; 125,6637m/min; 201,0619m/min e 314,1593m/min; um f por volta de 0,047mm/rev e com ap variando entre 0,5mm, 1mm e 1,5mm.

Quando, da Fig. 7, empregando o R^2 a r e julgando o sinal da Potência, depara-se com um resultado de $r = 0,9646$; ou seja, relação correspondente de 96,46% e solidificada proporção entre Af e Vc . Isso de acordo com o coeficiente de Pearson transpõe a ideia de uma correlação muito forte entre os meios ensaiados. É percebido que a função tem inserção no ponto zero, sendo que, com a estática da máquina – nenhum Vc – é apresentado nula Af .

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conformidade com os resultados e testes realizados, pode-se expressar que a velocidade de corte (Vc) é fator taxativo para aumentar a quantidade de produtos acabados em um menor espaço de tempo – tempo de corte (Tc). Ao mesmo passo aquele envolve uma diminuição da vida útil da ferramenta (Tf) em um curto prazo, tendo em Vcs extremante elevadas, riscos de fratura na ferramenta. Consonantemente, o aumento progressivo de remoção de material pelo aprofundamento de corte (ap) da máquina - que reduz o Tc por utilizar menos passes - estreita também o Tf .

A amplitude de frequência (Af) entre ferramenta/peça é proporcional a velocidade de rotação do item em processo de oscilação (Vc) e/ou forças de excitações (ap), que neste último, diz respeito às forças causadas pela variação de retirada de material. Consoante é relevante que na ausência de ap na peça, já é existente uma Af em resposta do Vc utilizado.

Na Rugosidade (Ra) final do material consta expansões à proporção de ganhos da Af , tendo valores aproximados do ideal quando em diminuições. Aquele, desta maneira, apresenta aumentos à medida crescente de ap e Vc .

Diante dos fatos supracitados e possível afirmar que com a adição gradativa de velocidade de corte (Vc) e/ou aprofundamento de corte (ap) os movimentos oscilatórios (Af) propendem a crescer, resultando em um pior acabamento superficial (Ra) e maior desgaste da ferramenta (Tf) empregada. Em alternativa, a atenuação daqueles geram tempos prolongados de trabalho (Tc). Portanto é importante a atenção aos fatores a serem compreendidos pelo engenheiro mecânico, tendo em vista manipular os valores de velocidade de corte (Vc) e aprofundamento de corte (ap), de acordo com a rugosidade (Ra), a rentabilidade (Tf) e o tempo de serviço (Tc) que lhe são necessários.

5. REFERÊNCIAS

- Amorim, Herado José de. Estudo da relação entre velocidade de corte, desgaste de ferramenta, rugosidade e forças de usinagem em torneamento com ferramenta de metal duro. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2002.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. Critério de Classificação dos Aços, NBR NM 172/2000. Rio de Janeiro-RJ, 2000.
- Azevedo, Alessandra Gois Luciano de. Aplicação Da Técnica Da Dupla Camada Na Soldagem Do Aço Abnt 1045. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2002.
- Dotto, Ariel Ruggieri; SEIMETZ, Anderson Cassiano; CARLIN, Alexandre Cesar. Influência das condições de usinagem por torneamento na rugosidade da peça. 2014. 9 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina-RS, 2014.
- Especial, Aço. Aço SAE 1045 E Suas Propriedades. Disponível em: <<http://www.acoespecial.com.br/aco-sae-1045-propriedades.php>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- Ferraresi, Dino. Fundamentos da Usinagem dos Metais. 16ª reimpressão. São Paulo-SP: Blucher, 2013. 751 p.
- Gondim, Raquel M.; DUARTE, Marcus A. V. Monitoramento Do Processo De Usinagem Via Acabamento Superficial. 2006. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2006.
- International Organization For Standardization. ISO 3685: Tool-life testing with single-point turning tools. 2 ed. Switzerland, 1993. 48 p.
- International Organization For Standardization. ISO 2954: Mechanical vibration of rotation and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity. 2 ed. Switzerland, 2012. 13 p.
- Lira, Sachiko Araki. Análise De Correlação: Abordagem Teórica E De Construção Dos Coeficientes Com Aplicações. 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.
- Machado, Álisson Rocha; ABRÃO, Alexandre Mendes; COELHO, Reginaldo Teixeira. Teoria da Usinagem dos Materiais. 2. ed. São Paulo-SP: Blucher, 2011. 397 p.
- Maia, Luis Henrique Andrade; LANDRE JUNIOR, Jânes; BECKER, Marceo. Correlação Entre Os Sinais De Emissão Acústica E De Vibrações Com O Desgaste De Ferramenta No Fresamento Do Aço Baixa Liga Abnt 4140. 2009. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2009.
- Meo, José Feipe Nobre de. Monitoramento Da Evolução Do Desgaste De Uma Ferramenta De Corte Através De Vibrações. 2014. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2014.
- Nepomuceno, Lauro Xavier. Técnicas de Manutenção Preditiva. 7ª reimpressão. ed. São Paulo-SP: Blucher, 2014. 422 p.
- Rao, Singiresu. Vibrações mecânicas. 4. ed. São Paulo-SP: Pearson, 2008. 423 p.
- Santos, Sandro Cardoso; SALES, Wisley Falco. Aspectos Tribológicos da Usinagem dos Materiais. São Paulo-SP:

- Artliber Editora Ltda, 2007. 246 p.
- Schneider, Eduardo Luis; MARQUES, André Canal; FALLER, Roberto R.. Análise dos Parâmetros de Usinagem no Acabamento Superficial de Polímeros. 2008. 6 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Londrina-RS, 2008.
- Sotelo Junior, José; FRANÇA, Luis Novaes Ferreira. Introdução às vibrações mecânicas. São Paulo-SP: Edgard Blücher, 2006. 168 p.
- Souza, André João de. Processos de Fabricação por Usinagem. 2. ed. Porto Alegre-RS: Universidade do Rio Grande do Sul, 2011. 113 p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/3481239/apostilausinagem_parte2>. Acesso em: 10 out. 2017.
- Stemmer, Caspar Erich. Ferramentas de Corte. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1987. 203 p.
- Vargas, Bruno Rossi de Meneses; ABRÃO, Alexandre Mendes; FARIA, Marco Túlio Correa de. Análise de vibrações na caracterização dinâmica do conjunto eixo árvore de máquinas-ferramenta. 2015. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Ponta Grossa-PR, 2015.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN CUTTING SPEED, CUTTING DEPTH AND FREQUENCY RANGE IN EXTERNAL CYLINDRICAL LATHING OF STEEL 1045

Donizete Junio Rosa Medeiros, donijunros@gmail.com¹

Sérgio Mateus Brandão, sergio.brandao@unievangelica.edu.br¹

Natasha Sophie Pereira, natasha.sophie@gmail.com¹

João Alves Bento, joaoalvesbento@gmail.com¹

Gino Bertollucci Colherinhas, ginobertollucci@hotmail.com¹

¹Mechanical Engineering Department, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Universitária Avenue, Km 3,3, CEP 75083 – 515 – Cidade Universitária – Anápolis, GO, Brazil.

Abstract. *In view of minimizing the disadvantages introduced in the lathe system, engineering strives to achieve the balance between minimum manufacturing time and service profitability. The objective of this work is to establish the relation between cutting speed (V_c), shear depth (a_p) and frequency range (A_f) between tool and lathed part, in view of materials and frequent use actions in the creation of parts. The experimental work happened with a carbide tool and was made the external lathe of 18 carbon steel cylindrical 1045, being taken as input values: 6 parameters of V_c , 3 standard variables of a_p in each V_c and constant advance (f). V_c and a_p showed to be inversely related to the production time and parallel to the A_f , while the latter showed to have influence on the workpiece finish and wear. In this way it is previously expressed that the variations of the cutting parameters in the admission of the machine come to modify the time of the lathe's manufacture, but the exorbitance of the cutting parameters in the admission aspirate a greater A_f , making many required projects. Therefore, it is significant the attention to the factors to be assimilated by the mechanical engineer, focusing on manipulate the values of V_c and a_p , according to roughness (R_a), tool life (T_f) and cutting time (T_c) that are needed.*

Keywords: *Cutting speed; depth of cut; frequency range.*