

EFEITO DO AVANÇO E PROFUNDIDADE DE CORTE NO ACABAMENTO SUPERFICIAL DE UM TORNEAMENTO CILÍNDRICO EXTERNO

**JONAS MÜLLER HAMMES¹; ARIANE FERREIRA PORTO ROSA²; EDUARDO
WALKER³**

¹ Universidade Federal de Pelotas – jonas_hammes@outlook.com

² Universidade Federal de Pelotas – afprosa61@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – eduardowalker@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o avanço das tecnologias, as empresas buscam por melhorias nos seus processos e serviços oferecidos a seus clientes, de modo a satisfazê-los, proporcionando melhor qualidade e baixo custo.

Quando falamos em acabamento, a variável mais importante é a rugosidade. Mesmo com toda a automatização dentro das empresas do ramo, ainda é preciso verificar se os produtos desenvolvidos se encontram dentro dos padrões de qualidade e tolerância esperados.

Com o estudo de métodos eficazes no torneamento de peças cilíndricas externas, é possível conseguir obter grandes ganhos no que se refere à qualidade e controle dimensional de produtos acabados. É possível, através do auxílio de análises estatísticas, garantir maior confiabilidade e identificar quais os melhores parâmetros de usinagem, até que se estabeleça, com o apoio de gráficos, uma otimização dos melhores padrões a serem seguidos nesse processo.

Portando, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um estudo baseado na obtenção dos melhores parâmetros de corte utilizados no torneamento de um aço SAE 1045, com intuito de melhorar o desempenho dos processos de fabricação mecânica. Além disso, também garantir melhor qualidade superficial e dimensional de peças usinadas, ao qual influencia diretamente no controle de qualidade final de seus produtos manufaturados.

2. METODOLOGIA

Utilizou-se, de acordo com os objetivos, uma pesquisa exploratória. Segundo Gil (2009), esta é desenvolvida com o propósito de proporcionar uma visão geral, de caráter aproximativo, acerca de determinado fato que no final do processo, torna-se um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados. Com relação à escolha da modalidade de pesquisa tem-se neste projeto um estudo de caso, e quanto à classificação ocorreu de forma quantitativa.

Os ensaios de usinagem dos corpos de prova foram elaborados a partir de um projeto de experimentos fatorial completo 2^k . O método de aplicação se obteve com o planejamento 2^2 , isto é, dois fatores A e B, cada um com dois níveis. Os níveis para cada fator são nível “alto” (+) e nível “baixo” (-). O Fator A experimental ficou atribuído ao parâmetro profundidade de corte, e o Fator B atribuído ao parâmetro avanço. Os efeitos de interesse do planejamento fatorial 2^2 são os efeitos principais A e B e a interação AB. A variável resposta obtida no experimento é a Rugosidade. Os dados tiveram uma replicação e a adição de um ponto central, totalizando 9 corpos de prova.

A Tabela 1 apresenta as rodadas para a realização dos corpos de prova delineadas no projeto de experimentos.

Tabela 1 – Rodadas do projeto de experimentos

Rodada		A	B	Profundidade de corte (mm)	Avanço (mm/rot)	Rugosidade medida (Rt)
1	(1)	-	-	1	0,15	27,15 μm
2	a	+	-	2	0,15	30,77 μm
3	b	-	+	1	0,45	34,40 μm
4	ab	+	+	2	0,45	41,60 μm
5	(1)	-	-	1	0,15	30,80 μm
6	a	+	-	2	0,15	32,58 μm
7	b	-	+	1	0,45	36,20 μm
8	ab	+	+	2	0,45	39,80 μm
9	0	0	0	1,5	0,30	25,30 μm

Foram unificados todos os 9 corpos de prova de diâmetro 25,4 mm e comprimento de 180 mm. Posteriormente foi feito o faceamento em uma das extremidades dos corpos de prova, seguido de furos de centro para auxiliarem no processo de usinagem.

Todos os corpos de prova foram usinados com a variação dos parâmetros de corte estipulados. Ambos foram torneados em 100 mm no seu comprimento. Não foi utilizado fluido de corte. Foi utilizada uma aresta de corte para a usinagem de cada material em busca de uma análise eficiente para os resultados coletados.

O ensaio de rugosidade foi realizado com o equipamento *Rugosímetro Ótico de Cortes Luminosos*, destinado à medição e observação da estrutura fina da superfície técnica. A escala de medição é o parâmetro R_t (μm). A leitura foi realizada na escala ótica do equipamento, através da diferença de dois valores visualizados na superfície do corpo de prova, sendo o primeiro da parte mais alta do perfil e o segundo da parte mais baixa, multiplicado por um fator de correção igual a 1,81 μm sugerido pelo fabricante do equipamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do processo de usinagem, foram mensurados os valores referentes à rugosidade superficial de cada corpo de prova. Realizados os ensaios e coletados os dados de rugosidade, os mesmos foram submetidos à análise estatística no software Minitab.

A Figura 1 apresenta o gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para cada parâmetro do modelo (A, B e AB). Podemos verificar através da linha de corte vermelha (2,776) que apenas os parâmetros principais A e B são significativos para a variável resposta Rugosidade. A interação entre os parâmetros (AB) está abaixo da linha de corte sendo, portanto não significativa para a variável resposta Rugosidade.

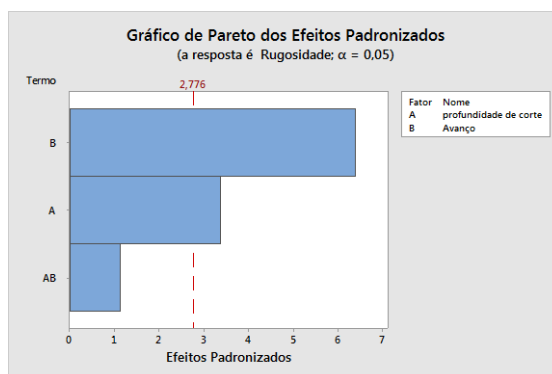


Figura 1 – Gráfico de Pareto dos Parâmetros do modelo

Após o resultado da análise acima, retirou-se o parâmetro interação (AB) do modelo do projeto de experimentos. Procedeu-se então, a análise dos dados para o modelo contendo apenas os parâmetros principais (A e B).

O gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para o novo modelo contendo apenas os parâmetros principais A e B é apresentado na Figura 2. Verificou-se que ambos os parâmetros A e B estão acima da linha de corte vermelha de 2,571, sendo, portanto significantes para a variável resposta Rugosidade.

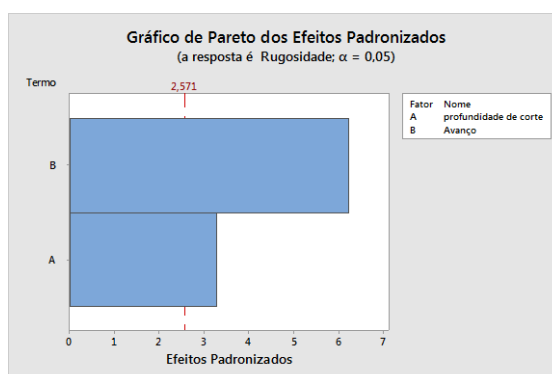


Figura 2 – Gráfico de Pareto para o novo modelo

A Equação (1) apresenta o modelo obtido pela análise do projeto de experimentos contendo apenas os parâmetros principais A e B.

$$y = \text{Constante} + 4,05 A + 25,58 B \quad (1)$$

Já a Equação (2) apresenta o modelo obtido em termos dos parâmetros y= Rugosidade, A= Profundidade de corte e B= Avanço.

$$y = 20,41 + 4,05 \text{ profundidade de corte} + 25,58 \text{ Avanço} \quad (2)$$

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo principal estudar a influência dos parâmetros de usinagem, profundidade de corte e avanço, na variável resposta rugosidade, no processo de torneamento cilíndrico externo de um aço SAE 1045.

Para atingir o objetivo do estudo, utilizou-se a metodologia de projeto de experimentos Fatorial Completo 2^k . Através da elaboração do projeto de experimentos foram gerados os valores de entrada para cada ensaio proposto e obtidos os dados de saída para a obtenção da Rugosidade R_t . Através das análises estatísticas dos resultados obtidos no projeto de experimentos foi

proposto um modelo (equação) de regressão linear múltipla para a variável resposta Rugosidade em função dos fatores estudados profundidade de corte e avanço.

Observou-se que para a obtenção de um bom acabamento superficial na peça, isto é baixa rugosidade, a variável de avanço tem influência positiva quando operando no nível “baixo” (-). O aumento do avanço provoca um aumento significativo na rugosidade média e máxima. Verificou-se também que os parâmetros de corte com melhor desempenho nesse estudo durante o processo de usinagem, foram o parâmetro de avanço operando com 0,3 mm/rotação e o parâmetro profundidade de corte de 1,5 mm.

Por fim, o experimento fatorial 2^k é sugerido como um planejamento interessante para a indústria, visto que sua elaboração, execução e análise são relativamente simples se compararmos a experimentos que envolvem mais de dois níveis para cada parâmetro experimental. Quando bem aplicado, proporciona ótimos ganhos financeiros e de tempo nos processos de manufatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, Oswaldo Luiz; RODRIGUES, Antonio Carlos dos Santos; LIRANI, João. **Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões**. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: Blücher, 1970.

FILHO, Antônio Piratelli. **Rugosidade Superficial. Terceiro Seminário de Metrologia**. Brasília: UnB: 2011. Faculdades de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

MACHADO, Álisson Rocha; ABRÃO, Alexandre Mendes; COELHO, Reginaldo Teixeira; SILVA, Márcio Bacci. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Blucher, 2 ed. 2011.

MONTGOMERY, D. C. e RUNGER, G.C., **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ROSA, Luís Carlos. **Acabamento de Superfícies; Rugosidade Superficial**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2009.

TIGER TOOLS COMÉRCIO DE FERRAMENTAS LTDA. Disponível em:
<<http://tigertools.com.br/>> Acesso em: 10 jun. 2015.

ZAMBONI, A; CABRAL, M; CHINEN, R; ANDRADE, V. Parâmetros para torneamento. Disponível em:
<<https://sites.google.com/site/otorneamento/parmetros-para-torneamento>> Acesso em: 18 abr. 2015.